

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА

7631.4  
TP55

ТОМ XXXVII

ТЕРРАСОВЫЕ ПОЧВЫ  
СРЕДНЕГО ЗАВОЛЖЬЯ  
И ИХ АГРОМЕЛИОРАТИВНАЯ  
ХАРАКТЕРИСТИКА



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА - 1952

ТЕРРАСОВЫЕ ПОЧВЫ  
СРЕДНЕГО ЗАВОЛЖЬЯ  
И ИХ АГРОМЕЛИОРАТИВНАЯ  
ХАРАКТЕРИСТИКА

(на примере Кутулукского орошаемого массива)

1164 59096  
Террасовые почвы  
среднего заволжья  
и их агромелиоратив-  
ная характеристика  
и 1952 г.  
21.65 кг.  
"Сарычево 287"

59096



631.4 (1) + 551.511-2

ОТВЕТСТВЕННЫЕ РЕДАКТОРЫ:

член-корреспондент АН СССР И. В. Тюрина,  
доктор геолого-минералогических наук  
профессор И. А. Качинский

ПРЕДИСЛОВИЕ

Точное и ясное представление о составе и строении почв и грунтов является одним из основных условий правильного решения задач обводнения и орошения громадных территорий в связи с осуществлением великих строек коммунизма и Сталинского плана преобразования природы.

Для получения требуемой характеристики почвенного покрова обводняемых и орошаемых территорий необходимо издание работ, в которых, наряду с новыми исследованиями, всесторонне и критически обобщались бы уже имеющиеся по этим территориям материалы.

К числу таких работ относится настоящий том Трудов Почвенного института, посвященный почвенным исследованиям, начатым в 1940 г. на Кутулукском орошающем массиве Куйбышевской области, где для этих исследований был выделен специальный опытный участок.

Излагаемые здесь основные итоги исследований предлагаются вниманию научных работников и производственников, занимающихся проблемами улучшения и хозяйственного освоения громадных засушливых областей степных пространств с целью превращения их в цветущие территории.

59096

Библиотека Киргизского  
Филиала А.Н. СССР

И. А. КАЧИНСКИЙ

КРАТКИЕ ИТОГИ ПОЧВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
НА КУТУЛУКСКОМ МАССИВЕ ОРОШЕНИЯ  
КУЙБЫШЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

В целях борьбы с засухой и обеспечения высоких и устойчивых урожаев в Заволжье в результате сооружения Куйбышевского гидроузла должно быть орошено 1 000 000 га земель. К этой площади прибавится значительная площадь почв, орошаемых путем использования местного стока. Орошение охватит часть водораздельных сыртов, склоны к долинам, долины и, таким образом, будет носить ступенчатый характер.

В практике прошлого громадную опасность представляло засоление и заболачивание орошаемых территорий вследствие поднятия при орошении уровня грунтовых вод и подсасывания солей по капиллярам к поверхности почвы.

При орошении Заволжья, как и других территорий СССР, эта угроза должна быть устранена путем организации орошения на строго научной основе с учетом геоморфологических, геологических, гидрологических, гидрогеологических и почвенных особенностей районов орошения.

Из существующих в настоящее время оросительных систем крупнейшей в Заволжье является Кутулукская оросительная система Куйбышевской области. Эта система расположена на трех террасах р. Кутулуга (вюрмской, рисской и миндельской) и носит ступенчатый характер.

Расположение наиболее низких территорий Кутулукской системы (на опытном участке) соответствует абсолютной отметке 45 м, а наиболее высоких — отметке 86 м. Следовательно, часть территории (верхняя) при орошении в смысле динамики грунтовых вод будет играть напорную роль, в то время как ниже расположенные участки могут испытывать подтопление. В этом отношении Кутулукский орошающий массив является как бы естественной моделью будущего орошающего среднего Заволжья в целом.

Придавая большое значение опыту построения и развертывания Кутулукской системы орошения, как типовой для черноземного Заволжья, Почвенный институт Академии Наук СССР, совместно с Научно-исследовательским институтом почвоведения Московского ордена Ленина государственного университета им. М. В. Ломоносова, приступил в 1940 г. к изучению естественно-исторических условий Кутулукского массива. Предполагалось собрать всесторонний материал по характеристике массива до проведения работ по орошению, с тем, чтобы на базе этого материала разработать научно обоснованные гидротехнику и агротехнику при введении системы в действие и затем получать систематический материал

для составления водного и солевого баланса орошающей территории. В период Великой Отечественной войны научно-исследовательская работа на Кутулукском орошаемом массиве была временно прервана и снова возобновлена лишь в июле 1945 г. За этот период (1941—1945 гг.) вследствие нерациональной эксплуатации системы часть ее пришла в значительный упадок. На всей территории поднялся уровень грунтовых вод и создалась реальная угроза заболачивания и засоления отдельных участков, особенно в районе действия магистрального канала и круиных распределителей. Заметно изменились почвенный покров, водный и солевой режимы почв. Происшедшие изменения были зафиксированы в наших исследованиях 1945, 1946 и 1947 гг.

В 1946 и 1947 гг. П. М. Новиковым, помимо Кутулукского орошаемого массива, были исследованы почвы в бассейнах Кутулука, Бузулука, а также на водоразделе Ветляника — Мόча. На Кутулукском орошаемом массиве сделано повторное описание ранее исследовавшихся почвенных ключей и 13 ключей заложено заново. Были проанализированы и описаны микропрофили почв — для выявления закономерностей в сочетании комплексов отдельных почв и получения данных о генетических рядах почв. Все полевые наблюдения сопровождались учетом влажности почвы до грунтовых вод и анализом последних. В поле же для всех типов почв проводились определения окислительно-восстановительного потенциала.

В лабораторных условиях по материалам, собранным в 1946 и 1947 гг., производились различные исследования, в том числе определялись окислительно-восстановительный потенциал и почвенный перегной с дифференциацией его на отдельные фракции методом тяжелых жидкостей.

В результате исследований, проведенных до 1947 г. включительно, были рекомендованы мероприятия по борьбе с установленными прогрессирующими заболачиванием и засолением почв Кутулукского массива, возникшими вследствие неправильной его эксплуатации в период 1941—1947 гг. Кроме того, был получен обширный материал по методике кручиномасштабного картирования почв и, в частности, удачно применен при составлении детальных почвенных планов метод микропрофилей, наложение контуров растительных аспектов и почвенных контуров (для целинных и залежных участков) и контуров по степени развитости сельскохозяйственных растений на расчищенных территориях.

Подготовленная П. М. Новиковым работа о почвах Кутулукского орошаемого массива помещена в настоящем томе.

Е. И. Кочериной закончена работа на тему «Физические свойства и физический режим почв террас Кутулука» и опубликована статья «К вопросу о влажности завидания растений в почвах террас Кутулука». В этой работе приводятся подробные данные о комплексе физических свойств почвы: механическом, микроагрегатном и структурном составе почвы, водопроницаемости, влагоемкости, коэффициенте завидания растений, удельном весе, дифференциации порозности и др. Данные об этих свойствах позволяют рассчитывать вес почвенных горизонтов на гектар, запас воды в почве в миллиметрах водяного столба и в куб. метрах на гектар, нормы полива для промачивания почвы на заданную глубину, длительность и интенсивность полива, исходя из характера динамической кривой водопроницаемости, и другие гидротехнические и почвенные показатели.

М. И. Польский выполнил исследование в области порозности почв. Им значительно усовершенствованы два метода определения порозности агрегатов почвы: фиксажный метод с парафином и микроскопический метод — на шлифах. В фиксажном методе предложены приспособления, позволяющие определить порозность агрегатов размерами 1 мм и больше.

Им же детально изучена порозность террасовых черноземов и почв засоленного ряда, причем установлено, что порозность агрегатов с диаметром свыше 5 мм не изменяется при их укрупнении, тогда как порозность агрегатов менее 5 мм прогрессивно уменьшается по мере сокращения диаметра агрегата, причем диапазон изменения порозности достигает 10—15% к объему почвы.

Исследованиями М. И. Польского выявлена также положительная роль многолетних трав (люцерна синая, житник) в оструктуривании террасовых черноземов.

По теме «Режим влажности и грунтовых вод» (Н. А. Качинский и З. А. Корчагина) были изучены: а) водный режим почв Кутулукской солонцовой депрессии, б) водный режим чернозема террасового обыкновенного под различными культурами, в) водный режим чернозема террасового обыкновенного под одной культурой в связи со степенью эродированности и солонцеватости почв, г) динамика уровня грунтовых вод и зависимость ее от поливов.

Основные выводы по теме кратко можно свести к следующему.

Исследованные почвы, по их благоприятствованию водному режиму для сельскохозяйственных растений, располагаются в следующий исходящий ряд: черноземовидная луговая почва, чернозем террасовый обыкновенный, черноземовидная поверхность заболоченная почва, солонец глубокостолбчатый, солонец столбчатый, такыровидный солончак.

Структурные почвы — черноземовидная луговая и чернозем террасовый обыкновенный — при благоприятной агротехнике даже в условиях исключительной засухи в июне и июле 1946 г. без полива непрерывно сохраняли воду сверх влажности завидания. В это же время солонцы, особенно корково-столбчатый и такыровидный солончак, выявляли крайнюю степень просушки, доходящую в поверхностном горизонте до уровня гигроскопической влажности.

Различие в водном режиме отдельных почв солонцовой депрессии скрывается четко лишь в верхних 50 см. Ниже этой глубины различия во влажности сглаживаются за счет капиллярного подъема высокостоящих грунтовых вод.

Наблюдения за водным режимом чернозема террасового обыкновенного под различными культурами выявили наибольшую просушеннность почвы под люцерией и наименьшую — под пропашными культурами. Зерновое поле с пшеницей заняло среднее место. Пшеница и пропашные просушивают почву в условиях капиллярного подтока от уровня грунтовых вод лишь до 0,5 м, в то время как люцерна снимает капиллярный подток в метровой толще почвы. Этот факт подтверждает идею В. Р. Вильямса о возможности борьбы с засолением поверхностных горизонтов почвы путем введения в севооборот глубоко укореняющихся трав.

Эродированные, а также в какой-то мере солонцеватые почвы во всех случаях характеризуются более резким проявлением на них засухи по сравнению с нормальными структурными черноземами.

Интересные данные получены в результате наблюдений высоты капиллярного подъема грунтовых вод. В тех случаях, когда поднимающиеся грунтовые воды не испаряются и не расходятся на транспирацию растениями, подъем в среднем пылеватом суглинике-отмечается до высоты 5 м. В условиях близкого к поверхности почвы залегания грунтовых вод, когда капиллярно поднимающиеся воды испаряются и транспираируются, капиллярный подъем отмечен максимум на 1,5 м.

Наблюдения за динамикой грунтовых вод на Кутулукском орошаемом массиве показывают их непрерывный подъем, который в период с 1940

по 1947 г. местами достиг 5 м. Основные причины поднятия грунтовых вод: а) мозаичное распределение на массиве орошаемых участков, расположенных преимущественно в хвостовой части массива, что приводит к транзитному прогону воды по магистральному каналу на десятки километров; б) значительная инфильтрация воды в крупной и средней оросительной сети; в) отсутствие жесткого режима водопользования и завышенные поливные нормы; г) осуществление поливов лишь в течение 10 часов в сутки, при непрерывном задерживании воды в магистральном канале; д) отсутствие планировки поверхности полей, что приводит к скоплению поливных вод в понижениях; е) неудовлетворительное состояние водосбросной сети и сброс остаточных вод из распределителей и оросителей на поля; ж) наличие на массиве многочисленных карьеров, постоянно заполняемых водой.

Наибольший подъем грунтовых вод отмечен в зоне магистрального канала и действующих распределителей, минимальный подъем — на территориях с естественным дренажем — вдоль рек Кутулук, Тростянки и Грачевки, оврагов Сухая Речка, Крутеньского и др.

В. Н. Димо уточнила методика изучения тепловых свойств почвы; с применением уточненной методики были исследованы основные тепловые свойства почв террас Кутулука.

П. У. Бахтин, А. С. Львов и З. С. Волхонина изучали физико-механические свойства почвы: сопротивление почв сдавливанию и расклиниванию, несущую способность почв, липкость их, коэффициент внешнего трения.

Исследования проводились в двух направлениях: а) по профилю почв, применительно к их генетическим горизонтам и б) в толще пахотного и подпахотного слоев на почвах различного культурного состояния и под различными культурами. Все определения проводились в условиях переменной влажности почв, для чего почвы с поверхности и их горизонты искусственно увлажнялись и подсушивались. Исследованиями установлено, что различные типы и даже разновидности почв резко различаются по своим физико-механическим свойствам. Полученные данные, особенно по профилю почвы, являются ценным и интересным дополнением генетической характеристики почв. В частности, в показаниях твердости и липкости прекрасно выявляется иллювиальный горизонт почв. Широкое варьирование величин твердости и липкости почв в зависимости от влажности позволяет наметить оптимальные пределы влажности для обработки различных почв. В частности, установлено, что хорошо оструктуренные почвы и особенно пласт многолетних трав можно начинать пахать при относительной влажности в 85% и тем самым сохранить большую часть влаги в почве. Оптимальная влажность для всapsulation мягких земель (стерни) колеблется для работы на первой скорости в интервале 65—75% относительной влажности.

В исследованиях П. У. Бахтина и З. С. Волхониной 1946 г., как и в исследованиях П. У. Бахтина 1947 г., проведено сравнительное изучение различных приборов для определения физико-механических свойств почвы, выявлены лучшие из них и указаны пределы применения каждого из приборов. Из твердомеров рекомендуются для полевой работы приборы Горячкина и Качинского, для определения коэффициента трения — прибор Синеокова, для определения липкости — прибор Качинского.

В. Б. Гуссак в поле, методом нивелировок и повторных описаний почвенных микро- и макропрофилей, изучал закономерности распространения оврагов и смытых почв, а также собирал материал для решения вопроса о возможном заилиении водохранилища.

В лабораторных условиях разрабатывалась методика определения эродируемости почв; с применением этой методики определялась, в частности, эродируемость почв Кутулукского массива орошения. В результате работ намечены меры борьбы с эрозией.

Н. А. Пацкова проводила на разных почвах исследования корневых систем растений, содержащих гумус и азот, состава перегнойных веществ. Установлено, что количество корней уменьшается от луговой почвы к черноземовидной луговой, далее к обыкновенному чернозему, среднестолбчатому и корково-глыбистому солонцам. В том же порядке уменьшаются общий запас азота и количество перегноя; в составе же последнего уменьшается содержание гуминовых кислот.

Наконец, в исследованиях Д. М. Хейфец вегетационным методом решался вопрос об отзывчивости почв Кутулукского массива орошения на минеральные удобрения. Установлено наилучшее из всех исследованных почв природное плодородие и наибольшая отзывчивость на удобрения черноземовидной луговой почвы. При внесении в эту почву одного азота урожай удваивается, азота вместе с фосфором — утраивается, а внесение совместно азота, фосфора и калия увеличивает урожай более чем вчетверо по сравнению с урожаем, полученным на неудобренной почве.

Черноземы — террасовый обыкновенный и выщелоченный — резко отзывчивы на внесение азота, менее отзывчивы на удобрение фосфором и слабо реагируют на удобрение калием.

Был произведен тот же опыт с внесением удобрений на солонцах, но результат оказался отрицательным. Растения погибли. Установлено, что без сложных и длительных мелиораций возделывание культурных растений на солонцовых почвах, даже при наличии минеральных удобрений, невозможно.

На основе анализа всех собранных материалов руководителем экспедиции проф. И. А. Качинским был предложен кратко излагаемый ниже комплекс мероприятий по рационализации Кутулукской оросительной системы и по мелиорации почв Кутулукского массива орошения.

### О порядке землепользования и водопользования

1. Оросительные системы должны использоваться для орошения почвенных массивов, начиная от головных сооружений с продвижением к хвостовой их части, при этом орошаемые поля должны расширяться от магистрального канала к периферии. Это значительно сократит транзитный прогон воды по системе каналов, а следовательно, снизит и непроизводительную потерю воды на инфильтрацию ее в грунтовые воды и на испарение. В тех же целях необходимо стремиться к объединению поливных участков в крупные массивы, не допуская мозаичного разбрасывания их по орошающей территории.

2. Должен быть установлен строгий график водопользования с учетом реальных потребностей отдельных хозяйств; необходимо практиковать также прерывистую подачу воды на орошаемые участки с применением круглосуточных поливов. Это сократит срок содержания воды в каналах и уменьшит инфильтрацию ее в грунтовые воды.

3. Для устранения избытка поливной воды на полях и предотвращения подъема грунтовых вод необходимо установить строгие нормативы полива применительно к размерам поливных площадей и потребностям культур, возделываемых на них. Ориентировочно по Куйбышевской области можно рекомендовать следующие оросительные нормы: шпеница и другие

зерновые — 1800—2200 м<sup>3</sup>/га, овощные культуры — 3000 м<sup>3</sup>/га, травы — 3500 м<sup>3</sup>/га. В дальнейшем оросительные и поливные нормы для различных сельскохозяйственных культур должны уточняться в рамках отдельных хозяйственных единиц с учетом почвенного покрова, агротехники, гидротехники и высоты урожая. Нормы воды, отпускаемой для поливов, должны варьировать в зависимости от условий погоды: в сырье годы и в дождливые периоды их нужно сокращать до минимума.

4. Остающаяся в каналах после полива вода должна сбрасываться из концевой части каналов в водосбросы; сброс на поля должен быть решительно запрещен.

#### По гидротехнике и мелиорации

1. Необходимо принять срочные меры к упорядочению магистрального канала, распределителей и оросителей и ликвидации последствий неправильной эксплуатации системы в период войны.

2. Особое внимание следует уделить водосбросам, которые в некоторых случаях полностью заплыли, заросли травой и поэтому функций по сбрасыванию воды не выполняют. Необходимы срочная расчистка старых водосбросов и закладка новых.

3. Для борьбы с подъемом грунтовых вод на массиве необходимо немедленно обеспечить сброс воды из выемок (карьеров) вдоль магистрального канала, для чего выемки нужно объединить в сплошные каналы (дрены) со сбросом воды из них в естественные водотоки — р. Тростянку, овраг Крутенький, р. Грачевку, Сухую Речку и др.

Особенно важно обеспечить сброс паводковой и дождевой (ливневой) воды, собирающейся в огромных количествах на территориях выше магистрального канала. Эта вода не только способствует поднятию грунтовых вод на Кутулукском орошаемом массиве, но и размывает откосы магистрального канала. От этой воды легко освободиться постройкой под магистральным каналом нескольких дюкеров, приспособив выводную их часть к водосбросам. В целях устранения подъема грунтовых вод в крупных депрессиях и предупреждения подтопления окружающих полей необходимо при помощи глубоких коллекторов сбросить из этих депрессий грунтовые воды в р. Кутулук.

Наибольший подъем грунтовых вод наблюдается в крупных депрессиях, расположенных на массиве: это Кутулукская, Большемалышевская, Сухореченская депрессии и др.

4. Необходимо срочно приступить к планировке полей, так как без этого невозможно правильная нарезка мелкой оросительной сети, а следовательно, невозможно и осуществление правильных поливов.

5. В целях дальнейшего окультуривания засоленных почв депрессий, используемых в настоящее время под выпас, нужно предусмотреть в плане мелиорации заболоченных и засоленных участков, а также различных видов солонцов.

Для мелиорации солонцов следует применять глубокую вспашку плугом с предплужником, с тщательным размельчением и перемешиванием солонцового горизонта  $B_1$  с горизонтом  $A_1$ ; вспашку нужно проводить при оптимальной влажности почвы (60—70% относительной влажности). Лучшим орудием для размельчения солонцового горизонта является мощная фреза.

После обработки солонцов их следует пропустить через систему двухлетнего пара: первый год — пар черный (богарный) и второй год — пар сидеральный (орошаемый) с донником желтым или другой солеустойчивой

культурой, дающей богатую зеленую массу. Сидеральную культуру нужно запахивать в период ее цветения.

При обработке солонца необходимо его гипсование дозой 3—4 т гипса на гектар.

После парования гипсовые солонцовые поля занимают травосмесью из люцерны синей или желтой и житняка узкоколосого. При поливах эти травы обеспечивают хороший урожай надземной массы и мощную корневую систему, что приведет к обогащению почв гумусом, оструктуриванию их и общей глубокой мелиорации. Через 3—4 года использования под травы мелиорированные солонцы включаются в план нормальной сельскохозяйственной эксплуатации территории.

6. В целях улучшения климата и борьбы с подъемом грунтовых вод вдоль всех крупных, постоянно действующих каналов необходимо срочно произвести насаждение защитных лесных полос, которое до 1947 г. на Кутулукском орошаемом массиве охватывало лишь полосу вдоль головной плотины.

#### По агротехнике

1. Введение правильных дифференцированных травопольных севооборотов — полевых и прифермских — является первой агротехнической необходимостью на Кутулукском массиве, где до 1947 г. полностью отсутствовали правильные севообороты, широко практиковались monocultury зерновых и почти отсутствовало травосеяние.

2. В колхозах, на территории которых еще существуют подсобные хозяйства различных учреждений, необходимо включение площадей этих хозяйств в севооборот колхоза. Крайне желательно в кратчайший срок довести количество подсобных хозяйств, дезорганизующих правильное развертывание севооборотов на колхозных территориях, до минимума или полностью их ликвидировать.

3. При развертывании севооборотов нужно, не нарушая их, стремиться приблизить поля с овощными культурами и травами, как потребляющие наибольшее количество воды, к магистральному каналу.

4. В максимальных пределах необходимо механизировать междуурядную обработку пропашных культур и нарезку мельчайшей и средней оросительных сетей.

5. Коренным образом должна быть улучшена техника полива. Необходимо полностью устранить полив затоплением; а полив напуском по полосам, широко распространенный на Кутулукском орошаемом массиве, нужно заменить поливом по бороздам, требующим меньше воды и способствующим сохранению структуры почвы.

6. Следует всемерно усилить применение на орошеных полях минеральных, в первую очередь азотистых удобрений, которые значительно повышают урожайность сельскохозяйственных культур на террасовых черноземах, являющихся основной почвенной разновидностью Кутулукского массива орошения.

К осени 1949 г. в освоении оросительной системы определился заметный перелом к лучшему, при этом внедрялся в практику ряд указанных выше рекомендаций. В частности, был установлен строгий график водопользования; вводились травопольные севообороты; полив напуском по полосам заменился более совершенным — бороздовым; сбрасывалась вода из карьеров вдоль магистрального канала; упорядочивалась и расширялась

водосбросная сеть; приступили к дренонасаждению вдоль магистрального канала; выстроен один дюкер под магистральным каналом, позволяющий сбрасывать паводковые и дождевые воды, собирающиеся с нагорной стороны магистрального канала.

В этот период работ особое внимание исследователей привлекли неустойчивость откосов магистрального канала и высокая инфильтрация воды из него, особенно на участках с легким механическим составом грунта. В целях борьбы с этими отрицательными явлениями нами было рекомендовано протрамбовать дно и откосы канала кулачковым катком при рабочем состоянии грунта (70—80% относительной влажности). На дно и откосы канала на легких участках трассы (перед утрамбовкой их) рекомендовалось насыпать, слоем в 10—15 см, материал из верхних горизонтов солонца ( $A_1$  и особенно  $B_1$ ), который, будучи утрамбован в рабочем состоянии, полностью останавливает фильтрацию воды.

Публикуя подробные результаты наших исследований, мы стремимся облегчить дальнейшую рационализацию Кутулукской системы орошения и систем, аналогичных ей, строящихся на местном стоке, а также предназначенных для орошения из Куйбышевского водохранилища.

Все материалы исследований распределены в двух томах. В первый том вошли следующие работы:

1. П. М. Новиков. Террасовые почвы среднего Заволжья, их генезис и эволюция.

2. Е. И. Кочерина. Физические свойства почв террас р. Кутулуга Куйбышевской области.

3. В. Н. Димо. Основные тепловые свойства некоторых почв террас Кутулуга.

4. Н. А. Панкова. Содержание и состав органических веществ в некоторых почвах Кутулукского опытного участка.

5. Д. М. Хейфец. К вопросу о питательном режиме террасовых почв Кутулукского орошаемого массива.

Во втором томе намечено осветить вопросы водного режима почв террас Кутулукского массива орошения, их порозность, физико-механические свойства, эродируемость и методы борьбы с эрозией.

П. М. НОВИКОВ

## ТЕРРАСОВЫЕ ПОЧВЫ СРЕДНЕГО ЗАВОЛЖЬЯ, ИХ ГЕНЕЗИС И ЭВОЛЮЦИЯ

(на примере Кутулукского массива орошения)

### I. ИСТОРИЯ ПОЧВЕННЫХ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Почвенные и гидрогеологические работы на территории Кутулукского массива орошения были начаты весной 1933 г. в восточной его части, между селами Арзамасовкой и Грачевкой; осенью того же года проектируемая под орошение площадь была расширена к западу от с. Грачевки и охватила земли левобережья р. Б. Кинелья. Для выявления пригодных под орошение земель, а также исследования площади затопления будущей чаши водохранилища было проведено рекогносцировочное обследование на площади около 33 000 га. Затем на площади около 24 000 га была произведена детальная почвенная съемка. Сплошной гидрогеологической съемкой было охвачено также около 33 000 га, причем на массиве орошения было заложено 58 скважин, общим метражем в 743 м.

Как почвенные, так и гидрогеологическая съемки производились почвоведами и гидрогеологами Нижневолгопроекта. Дополнительные изыскания, для составления мелиоративного заключения, были проведены Почвенным институтом Академии Наук СССР. Физические свойства почв изучались на монолитах в Почвенном институте, а также в лаборатории Всесоюзного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации (ВНИИГиМ). Кроме того, несколько позднее почвоведом-физиком Г. Г. Тарасюком были проведены полевые полустационарные исследования физических свойств почв.

В 1934 г. были проведены дополнительные работы для уточнения литологического строения отдельных участков массива, глубины залегания грунтовых вод, степени их минерализации и засоленности пород. Дополнительные гидрогеологические работы в 1935 и 1936 гг. имели своей целью выяснение мощности водоносного горизонта и его водопроводящих свойств, определение общего направления грунтового потока и его годового режима в связи с режимом реки и выявление участков возможного заболачивания.

В 1937 г. гидрогеологические работы велись главным образом в пределах зоны машинного орошения, где было пробурено 69 скважин с общим метражем более 1000 м и заложено 11 шурfov в 48 м, сделано 4 опытные откачки и проведено 9 опытов по инфильтрации.

Всего за период с 1933 по 1937 г. включительно было пройдено 319 скважин с общим метражем более 3200 м, произведено 12 опытных откачек, 12 опытов по Болдыреву, большое количество химических анализов, определений механического состава и физических свойств грунтов.

В 1937 г., в дополнение к почвенным работам 1933 г., была произведена детальная почвенная съемка на участке площадью около 5000 га, простирающемся узкой полосой вдоль всей южной границы предшествующей почвенной съемки. Всего на территории массива было заложено 422 двухметровых разреза (не считая небольших ям и прикопок) и в трех пунктах были изучены физические свойства почв в полевых условиях. «Засечка» почвенных шурфов производилась топографами инструментально. Позднее (1934 г.), при топографической съемке массива орошения, засечка почвенных шурфов корректировалась мензуристом и разрезы насыпались на топографическую основу.

Так как имевшаяся в период почвенной съемки топографическая основа недостаточно отображала ситуацию и рельеф местности, то естественно, что составленная по ней почвенная карта имела соответственно схематизированный характер. Для уточнения границ незасоленных земель и расшифровки почвенного покрова солонцовых участков летом 1938 г. на всех солонцовых участках общей площадью около 6000 га была произведена крупномасштабная почвенная съемка по точной топографической основе. При этих работах было заложено и изучено большое число почвенных разрезов следующих размеров: 2 четырехметровых, 242 двухметровых, 138 однометровых и 384 полуметровых, а всего 766 разрезов. Привязка почвенных разрезов производилась при помощи спидометра, шагомера и рулетки. Процентное содержание компонентов комплекса в пределах почвенных контуров определялось глазомерно.

Однако расчленить все компоненты комплекса, выделить их в отдельные контуры, ввиду большой сложности и нестабильности почвенного покрова, не удалось. Нередко одним почвенным разрезом на протяжении 2 м вскрывались две-три, а иногда и четыре почвенные разновидности; при этом изменения микрорельефа на глаз не были заметны. Мы убедились (в дальнейшем это будет показано на примере), что в этих условиях выделение всех компонентов почвенного комплекса в отдельные контуры невозможно даже при наличии топографической основы в масштабе 1 : 500.

Для освоения под орошение незасоленных участков в черноземной полосе мы считаем вполне достаточной почвенную съемку в масштабе 1 : 25 000 на топографической основе 1 : 10 000 с сечением рельефа через 0,5 м. На участках же со сложным комплексным (солонцовым) покровом масштаб почвенной съемки должен приближаться к 1 : 10 000; при этом компоненты почвенного комплекса надлежит объединить в контуры почвенных групп, близкие между собой в отношении необходимых мероприятий и затрат при освоении их под орошение. Для таких работ желательно наличие топографической основы масштаба 1 : 5000.

Кроме указанных выше работ, Почвенным институтом Академии Наук СССР совместно с Московским государственным университетом в период с 1940 по 1947 г. были проведены исследовательские работы на сравнительно небольшой части Кутулукского массива орошения (2700 га), именуемой «Кутулукской опытной территорией». Работы эти проводились под общим руководством проф. И. А. Качинского при консультации академика Л. И. Прасолова. В тот же период автором настоящего очерка была произведена детальная почвенная съемка опытной территории, а для трех небольших участков (41, 32 и 24 га), предназначенных под опытные поля, составлены почвенные планы в масштабе 1 : 1000 и 1 : 500.

В настоящем очерке использованы результаты почвенных и, частично, гидрогеологических изысканий Нижневолгопроекта за 1933—1938 гг., изложенные в работах: В. М. Боровского — о почвенно-мелiorативной характеристики Кутулукского массива; Н. Н. Никаноровой и П. М. Новикова — о почвенно-мелiorативной характеристике Кутулукского участка; Н. Н. Никаноровой и П. М. Новикова — о почвенном покрове кутулукских солонцовых депрессий; П. М. Новикова совместно с П. Е. Соловьевым, Н. И. Федуловым и А. А. Глаголовым — о почвах участков на реках М. Кинеле, Б. Уране, М. Уране; П. М. Новикова, И. Ф. Синекопова, Г. Г. Тарасюк, Л. В. Семенова и М. С. Бузковой — о почвенно-гидрогеологической характеристике Кутулукского участка как объекте орошения; Б. Душкевич и В. А. Кондратьева — о гидрогеологических условиях Кутулукского массива; Л. В. Семенова и М. С. Бузковой — о геологии кутулукского объекта; Е. И. Кочериной — о физическом режиме террасовых почв среднего Заволжья; Г. Г. Тарасюк — о физических свойствах почв, исследованных на монолитах, и о физических свойствах почв на Большемалышевском стационаре.

Автору была предоставлена возможность использовать данные почвенно-геоботанических обследований, проведенных научными работниками МГУ в Приволжском и Чапаевском районах Куйбышевской области, и работу Н. А. Качинского по агромелиоративной характеристике тех же районов области.

Здесь приводятся также новые данные, полученные автором в результате изучения Кутулукской опытной территории и наблюдений над всем орошаемым массивом в период с 1940 по 1949 г.

Прилагаемые к настоящему очерку почвенные и мелиоративные карты и планы составлены нами заново по уточненной топографической основе и с учетом результатов исследований последнего времени. В связи с этим уточнены границы некоторых почвенных контуров, по всем солонцовым депрессиям массива внесены исправления и раскрыты сложные комплексы почв; для опытной территории и опытных полей уточнено распределение на них почв, выяснено содержание сложных солонцовых контуров, особенно в пределах Кутулукской солонцовой депрессии.

Аналитическая обработка почвенных образцов производилась в лаборатории Нижневолгопроекта (позднее — Союзоводопроект) в г. Куйбышеве, в лаборатории Мосмелиостроя в Москве и в Почвенном институте Академии Наук СССР. Применились следующие методы анализов: определение гумуса и углекислоты — по Кюнопу; поглощенных кальция и магния — по Гедройцу (вытеснением водородным ионом); поглощенного натрия — объемным методом Гедройца; емкости поглощения — универсальным методом Гедройца; водных вытяжек 1 : 5 — при часовом взвешивании; определение общего содержания сульфатов — из 10%-ной солянокислой вытяжки; общего содержания фосфорной кислоты — извлечением при помощи царской водки; растворимой фосфорной кислоты — по Тругогу; азота общего — по Кильдалью; азота гидролизуемого — по Тюрину и Коноваловой; калия усвоемого — по Кирсанову; механический анализ — методом пипетки с обработкой соляной кислотой и диспергированием супспензии при помощи аммиака.

С 1938 г. в Нижневолгопроекте принята методика механического анализа проф. Н. А. Качинского<sup>1</sup>, причем для диспергирования супспензии применялся попрежнему 10%-ный раствор аммиака, а не NaOH. Это было сделано потому, что иначе было бы невозможно не только пользоваться

<sup>1</sup> См. «Почвоведение», 1938, № 7—8.

прежними картами, но и сопоставлять данные дополнительных анализов по механическому составу с данными большого числа механических анализов, имеющихся по Заволжью и, в частности, по Кутулукскому массиву орошения. Отсюда, естественно, мы вынуждены пользоваться и прежней классификационной схемой по механическому составу, предложенной И. Ф. Садовниковым и принятой на конференции Нижневолгопроекта в 1932 г. в г. Саратове. Согласно этой схеме, почвы и грунты с содержанием физической глины (частиц мельче 0,01 мм) больше 50% относятся к глинистым, от 50 до 40% — к тяжелосуглинистым, от 40 до 30% — к среднесуглинистым, от 30 до 20% — к легкосуглинистым, от 20 до 14% — к супесчаным, от 14 до 9% — к песчаным и при содержании глинистых частиц меньше 9% — к пескам глинистым.

Согласно новой классификации проф. Н. А. Качинского, почвы степного типа почвообразования относятся к средним суглинкам при содержании в них физической глины от 30 до 45%, к тяжелым суглинкам при содержании физической глины от 45 до 60%, т. е. большем, чем по схеме Нижневолгопроекта. Учитывая указание автора новой методики (Качинский, 1943), что «выход физической глины (в случае поглощенного натрия), как и ила, больше, чем при насыщении почвы аммонием, на 3—10%», можно считать, что при пользовании новой методикой и классификацией основные названия почв по механическому составу остаются в большинстве случаев теми же, что и по схеме Нижневолгопроекта.

## II. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА КУТУЛУКСКОМ МАССИВЕ ОРОШЕНИЯ

Описываемый массив орошения, расположенный на левобережье рек Кутулук и Б. Кинеля, имеет неправильную конфигурацию: сперва он располагается широкой полосой с запада на восток, затем, несколько сужаясь, тянется по направлению к юго-востоку; далее еще более узкая его часть простирается снова с запада на восток. Массив разбивается на две зоны: зону самотечного орошения и зону машинного орошения. Южной границей самотечной зоны орошения является магистральный канал самотечного орошения (действующий на всем протяжении с 1941 г.).

Площадь всего обследованного массива составляет 33 130 га; из них на самотечную зону приходится 13 735 га, на машинную — 10 350 га и на пойменную часть — 9 045 га.

Пойменные участки, особенно в западной части массива, заросли кустарниками и лесом, наибольшее распространение здесь имеют тополь, дуб, вяз, ольха, ива, терн, шиповник. Мелкие озера в этих местах поросли тростником, камышами и осоками; нередко эти озера окаймляются древесной растительностью. Пышно развивающаяся здесь травянистая растительность местами выкашивается.

Целинные участки с комплексным солонцовым почвенным покровом, находящиеся на надпойменных террасах — преимущественно в самотечной зоне орошения, являются в настоящее время пастбищами и лишь выборочно используются как сенокосные угодья. Здесь, на солонцах и засоленных почвах, распространены: *Artemisia maritima* (полынь морская), *Kochia sedoides* (солника), *Alussum calycinum* (бурачок степной), *Statice Gmelini* (корmek), *Artemisia scoparia* (чернобыл), *A. austriaca* (полынь австрийская), *Achillea leptophylla* (тысячелистник тонколистный), *Festuca sulcata* (типчак), *Centaurea scabiosa* (vasilek желтый), *Sveda maritima* (свeda морская), *Artemisia prostrata* (куровник), *Nostoc commune* (водоросль).

Среди солонцового комплекса встречаются пятна такыровидных солонцов-солончаков, совершенно лишенных растительности. В избыточно увлажненных местах встречается *Carex melanostaphyla* (осока черноколосая). Незасоленные мелкие участки на этих депрессиях сильно задернованы, поросли представителями злаковой формации — *Festuca sulcata*, *Stipa capillata*, *Kochia gracilis*, *Poa bulbosa* и местами мелкими кустарниками — *Caragana*, *Spical Crenifolia*.

Территория Кутулукского массива орошения (за исключением солонцовых участков и большей части поймы) распахивается. Преобладающие яровые культуры — пшеница, просо и овес, озимые — рожь, пропашные — подсолнечник, свекла. Поля засорены; из наиболее часто встречающихся здесь сорняков можно указать: *Myledium tataricum* (осот татарский), *Convolvulus arvensis* (вьюнок полевой), *Euphorbia virgata* (молочай), *Agropyrum repens* (пырей ползучий), *Setaria viridis* (просоинка), *Sonchus arvensis* (осот полевой), *Sisimbrum sophia* (гулявник), *Salsola kali* (катунь), *Agropyrum ramosum* (острец), *Bromus inermis* (костер безостый), *Dracocerphalum thymiflorum* (змееголовник), *Cardus* (чертополох), *Barbarea vulgaris* (сурепница обыкновенная).

Сорняки степного Заволжья чрезвычайно устойчивы, жизнеспособны: они хорошо переносят засуху и легко мирятся с неблагоприятными физическими свойствами почвы — бесструктурностью и уплотненностью.

Зимующие однолетние сорняки, такие, как, например, *Sisimbrum sophia*, дают всходы еще с осени и весной заканчивают цикл своего развития до наступления засухи. Многие сорняки — *Mulgedium tataricum*, *Atriplex canescens*, *Salcolia kali* и др. — легко выдерживают повышенные солевые концентрации в почвах. *Convolvulus arvensis*, *Mulgedium tataricum*, *Setaria viridis* встречаются на всех почвенных разновидностях и особенно сильно мешают развитию культурных злаков.

В условиях орошаемого хозяйства сорняки превращаются в настоящий бич для культурных растений. На откосах каналов, распределителей и оросителей при увлажнении создаются благоприятные условия для образования очагов сорной растительности. Кроме того, засорение поливных полей увеличивается вследствие переноса семян сорняков с поливными водами. В орошаемом хозяйстве необходима особо энергичная борьба с сорняками.

Помимо проправливания семян и тщательной прополки культурных растений, можно рекомендовать другие мероприятия, способствующие уничтожению сорной растительности: травоопольная система с повышением удельного веса в севообороте трав, глубокая доброкачественная вспашка (без огурцов), черный пар, ранняя зяблевая вспашка, лущение живицы, удаление сорняков на межниках, обочинах дорог и дорожных кюветах, посев многолетних травосмесей на откосах каналов, распределителей и оросителей. Борьбу с сорняками необходимо проводить ежегодно и систематически.

Главнейшие черты климата среднего Заволжья. В. В. Докучаев еще в прошлом столетии установил и с исключительной для того времени полнотой определил функциональную зависимость и корреляцию между почвой и климатом. Однако вопрос о связи почвенного покрова с климатическими условиями до настоящего времени еще не изучен. Понимание сложных вопросов генезиса и эволюции почв, а отсюда и решение важнейших производственных вопросов усиляются в отсутствие достаточно конкретных данных о почвенном климате. Вопрос о влиянии некоторых элементов климата (вода, отчасти температура) на почву частично разрешен в работах А. Ф. Лебедева. Большой интерес

представляют работы Н. А. Качинского и его учеников, А. А. Роде и его сотрудников, работы С. И. Долгова и ряда других исследователей, касающиеся отдельных элементов почвенного климата (категории влажности, динамика температуры и состава почвенного воздуха, теплового режима).

В условиях социалистического хозяйства, ставящего перед наукой о почве весьма ответственные задачи, изучение климата почвы должно быть не менее глубоким и всесторонним, чем изучение климата атмосферы. Сведения о климате, которые могут быть получены из метеорологии, не могут удовлетворить требованиям, предъявляемым к почвоведению, так как не дают ответа на многие вопросы, связанные с генезисом и эволюцией почвы. Но все же, ввиду отсутствия достоверных данных о климате почвы, метеорологические данные должны использоваться в почвоведении, так как они раскрывают, хотя и в общих чертах, некоторые существенные стороны почвообразовательного процесса.

Отличительными чертами климата описываемой нами территории являются его континентальность и обусловленная ею дефицитность атмосферных осадков, температурные контрасты, быстрые переходы от суровой зимы к жаркому лету, сухость воздуха и богатая инсоляция. Все эти климатические факторы вызывают резкие колебания термического и водного режимов почвы.

Осадки — один из важнейших факторов, определяющих рост и развитие растений.

В среднем Заволжье около 95% годовой суммы испарения приходится на теплый период: апрель—октябрь. Осадки же теплого периода составляют 60—75% годового количества, а зимние осадки 25—40% (Тихомиров и Рязанцева, 1939). Источником запасов влаги в почвах среднего Заволжья, таким образом, является небольшая часть осадков теплого периода, успевающих просочиться в почву, и осадки снегового покрова. Но в засушливые годы снеговой покров быстро сходит, зимние осадки не успевают впитываться в почву и уносятся в реки. Наступающая апрельская жара вызывает испарение влаги, задержанной поверхностным слоем почвы. Следовательно, для оценки степени засушливости данного года, а отсюда и возможных последствий ее для сельского хозяйства, решающими факторами являются количество осадков и испарение в апреле и мае.

Приводим некоторые данные по водному и тепловому режимам исследованного района. Абсолютный температурный минимум составляет здесь  $-41^{\circ}$ , максимум  $+41^{\circ}$ ; таким образом, амплитуда колебания температур равна  $82^{\circ}$ . Продолжительность весеннего периода — около 47 дней, при температурах от 0 до  $15^{\circ}$ .

Продолжительность теплого периода в самарском Заволжье 205—210 дней; вегетационный период со средней температурой выше  $10^{\circ}$ —150 дней.

Общая сумма тепла — от 2700 до 2850°.

Последние весенние заморозки наблюдались в периоды с 8 апреля по 29 мая; осенние заморозки — с 14 сентября по 20 октября.

Средняя годовая температура понижается в направлении с запада на восток: зима с  $-14,6$  до  $-14,7^{\circ}$ ; лето с  $20,7$  до  $20,0^{\circ}$ .

Вследствие быстрого нарастания температур после зимы почва высыпает на всю глубину промачивания, что вызывает необходимость безотлагательного начала сельскохозяйственных работ. Достаточный запас тепла в вегетационный период в районе допускает выращивание более требовательных к теплу однолетних растений.

Падение температуры зимой до  $-40^{\circ}$  при наличии ветров может привести к сильному переохлаждению почвы.

Температура почвы в общем отражает колебания температуры воздуха. Так, в середине апреля температура почвы на глубине 10 см равняется  $4,8^{\circ}$ , а средняя температура воздуха этого месяца примерно около  $4^{\circ}$ . Наиболее высокая температура почвы — в июле ( $+23,5^{\circ}$ ) и наиболее низкая — в декабре ( $-4,6^{\circ}$ ).

Необходимо отметить характерную особенность климата Заволжья — наличие суховеев. Это — ветры различного происхождения, направления и силы. Они бывают беспыльные и пыльные (так называемая «мгла», «помоха»). Наибольшее число дней с суховеями падает на июль. При этих ветрах относительная влажность воздуха падает иногда до 10—15%. Растения в таких случаях или гибнут или имеют вид обожженных («запал»). Поэтому особое значение для этих районов приобретает насаждение лесных полезащитных полос.

Первый мороз (на поверхности земли) обычно наблюдается в середине сентября, последний — в середине мая.

Значительно колеблются в этом районе и количества атмосферных осадков. Средняя годовая сумма осадков составляет около 340—400 мм; их неустойчивость часто создает неблагоприятные условия для развития растений.

По временам года осадки распределяются следующим образом: зима — 40—90 мм, весна — 54—84 мм, лето — 10—134 мм, осень — 110—126 мм.

Периоды без дождей иногда продолжаются несколько декад; выпадающие в эти периоды небольшие дожди не имеют значения для полевых культур. Вероятность наступления засушливых декад в вегетационный период достигает 50%.

Незначительные осадки в зимнее время не обеспечивают почву влагой настолько, чтобы в сухое время растения могли противостоять суховеям. Снеговой покров имеет в отдельные годы различную мощность и не покрывает полей ровным слоем. Снег сдувается как с водоразделов, так и с незащищенных от ветра пологих склонов террасы.

Ввиду того, что влага зимних осадков не впитывается почвой целиком, а в значительной части стекает в реки, запас этой влаги (за 4—4,5 месяца) составляет меньше 20% годового запаса.

Сильное испарение, вызываемое высокой температурой в летний период, создает неблагоприятные условия для растений и может привести к неурожаю даже в отсутствие суховея.

Кроме осадков и температуры, на развитие растений и динамику почвообразовательного процесса большое влияние оказывает также и влажность воздуха.

Наибольшая средняя относительная влажность воздуха отмечается в начале вегетационного периода (март и первые две декады апреля, 81—72%) и в конце его (сентябрь — октябрь 72—82%). Недостаточная насыщенность атмосферы водяными парами в период май — июль (57—63%) создает засушливые условия. Высокая температура и сухость воздуха вызывают усиленное капиллярное поднятие и быстрое испарение влаги с поверхности почвы, изменения направление процесса почвообразования. Горячие течения воздуха с их выжигающим действием сменяются иссушающим бездождным периодом. Решающими в таких случаях являются дожди, выпадающие в период кущения и, в еще большей степени, в период колошения.

**Геология.** Исследуемый массив орошения расположен в районе самарского Заволжья. Геологическое строение этого района изучалось рядом геологов: Никитиным, Неуструевым, Просоловым, Розановым, Соколовым, Нечаевым и Николаевым. Мнения этих геологов различны, особенно

по вопросу о стратиграфии пермских и триасовых отложений, что объясняется трудностью расчленения этой толщи, отличающейся фациальной изменчивостью и бедностью фауны. В дальнейшем эти отложения подробно изучались А. Н. Мазаровичем. Здесь мы даем схематическую карту отложений, составленную геологом Нижневолгопроекта — Николаевым (рис. 1).

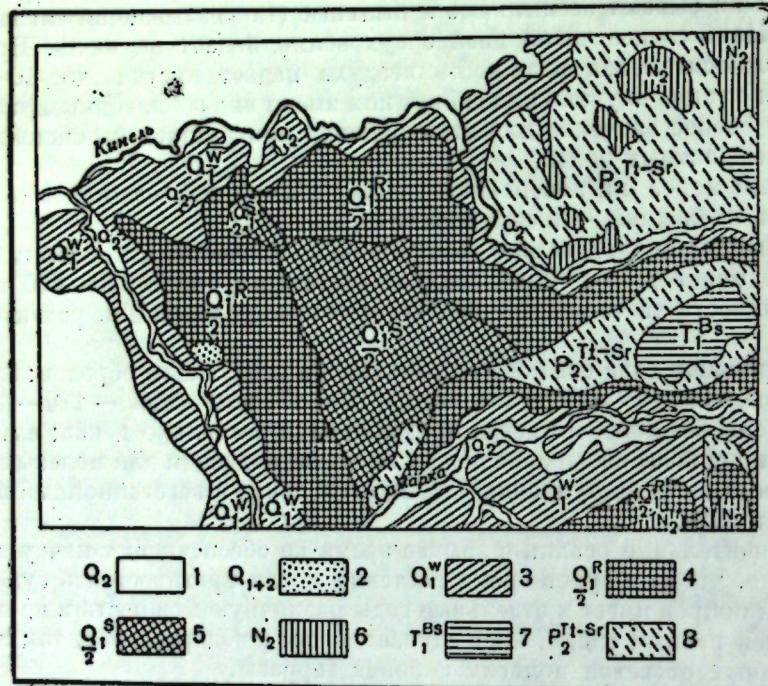


Рис. 1. Схематическая карта геологических отложений исследованного района (составлена И. И. Николаевым):

1 — современный аллювий; 2 — разновременные пески; 3 — отложения вторичнои террасы; 4 — отложения речной террасы; 5 — отложения склонов сыртowych возвышенностей; 6 — неогеновые отложения; 7 — триасовые отложения; 8 — отложения казанского яруса.

Наиболее древние коренные породы в районе — породы пермской, триасовой и третичной систем. Четвертичные отложения представлены сыртовой толщей, а также современным и древним аллювием, который и является почвообразующей породой на изучаемом массиве.

**П е р м с к и е от л о ж е н и я.** Верхнепермские отложения, имеющие наибольшее распространение, подразделяются на казанский и татарский ярусы. А. Н. Мазарович считает, что казанский ярус, в свою очередь, делится на две фации: морскую, которая под названием цехштейна объединяет два горизонта — спирiferовый и конхиферовый (или пелициподовый), и континентальную (белебесовскую свиту), подразделяющуюся, в свою очередь, на сарбайский и садакский комплексы.

Морские отложения казанского яруса представлены карбонатными породами, известняками, доломитизированными известняками и доломитами, передко богатыми кремнием. Среди этих пород иногда обнаруживаются прослои глины и гипса. В спирiferовых слоях цехштейна встречаются *Spirifer regulatus Kut.*, *S. okensis*, *S. Stukkenbergii*. Мощность спирiferовых слоев около 8 м.

Конхиферовый горизонт цехштейна представлен карбонатными породами: плитчатыми доломитами, мучистыми кавернозными доломитами и оолитовыми доломитизированными известняками. В этом горизонте часто наблюдаются гнезда и линзы доломитовой муки, иногда переполненой обломками доломита в виде щебенки.

Сарбайские континентальные отложения казанского яруса, представленные коричнево-красными глинами с прослойями мергелей, известняков и песчаников, перекрываются породами садакского комплекса, имеющего незначительную мощность и представленного белыми известняками.

Видимая в разрезах мощность известняков, которые А. Н. Мазарович относит к конхиферовому горизонту, — 0,20—0,30 м.

По описанию Душкевича, наблюдается такой порядок напластований: выше конхиферового горизонта залегают темнорозовые плотные, с раковистым изломом, слабокремнистые глины с прослойями рыхлых бурых песчаников и тонкошлочатых мергелей пестрых тонов. Эта серия пород относится А. Н. Мазаровичем к сарбайскому комплексу.

Выше идут чистые, розовые мелоподобные мергели, относимые А. Н. Мазаровичем уже к уржумской свите татарского яруса. Породы татарского яруса покрывают обширные площади между реками Кинеслем и Самаркой.

А. Н. Мазарович различает в татарском ярусе два горизонта — уржумскую и сарминскую свиты.

Уржумская свита представлена слоями красных глин, бурых песчаников, белых и серых известняков.

Сарминская свита, перекрывающая уржумскую, состоит из красных с прослойками зеленых глин и тонкими прослойками голубовато-серых песков, иногда сцементированных в песчаники.

На различных глубинах сарминской свиты залегают закономерно в горизонтальном направлении с востока на запад песчаные линзы самых разнообразных размеров, мощностью от 3 до 50 м и шириной от нескольких метров до 8—10 км.

Эти линзы, по мнению А. Н. Мазаровича, являются древними (пермскими) руслами рек, берега которых были сложены красной глиной. Пески, составляющие линзы, местами сцементированы в огромные глыбы бурых песчаников и в конгломераты с красной галькой.

Сарминской толщей сложены правые берега рек Кутулуга и Кинеля, а также водораздел между верхней частью р. Кутулуга и р. Самаркой. Вдоль левого берега, в пределах массива орошения, сарминские глины встречены в шести скважинах, расположенных в нижней части массива близ р. Кутулуга (по данным геологов Душкевича, Розанова и др.).

Сарминская свита, без сомнения, распространяется по всей территории массива, но здесь она подверглась сильному размыву и перекрывается аллювиальными террасовыми образованиями. Глубина и характер залегания сарминской толщи в сторону водораздела неизвестны, так как ни одна из скважин, пройденных на массиве орошения, кроме указанных выше, не прорезала толщу аллювия.

**Т р и а с о в ы е от л о ж е н и я.** Триасовые отложения в Заволжье подразделяются А. Н. Мазаровичем на две свиты — бузулукскую и тананыкскую.

Бузулукская свита сложена слоистыми разноцветными песками, песчаниками и конгломератами из гальки. Пески в верхней части мелковзернисты и глинистые, а книзу переходят в крупнозернистые и даже гравелистые. Тананыкская свита налегает на бузулукскую. Она сложена чистыми переслоями красных и зеленых глин, желтых песков и серо-зеленоватых

песчаников. Триасовая система имеет довольно широкое распространение к югу от р. Самарки. К северу же от р. Самарки она сохранилась местами только в виде отдельных островков, которые располагаются на повышенных частях водоразделов.

В районе Кутулукского массива триасовые отложения, в виде небольшого островка, наблюдаются в верхней части левого берега р. Кутулуга, где они перекрывают сарминскую толщу.

**Неогеновые отложения.** Наиболее молодые из коренных пород — неогеновые отложения широко распространены в южной части района. Они представлены пестрой серией пород, относящихся к морским и пресноводным отложениям.

В районе Кутулукского массива орошения развит исключительно морской плиоцен в виде осадков акчагыльского бассейна (остатки плиоценового Каспия).

Акчагыл представлен главным образом глинами черного, серого и коричневатого цветов. Глины эти мелкосланцеваты, иногда плитчаты. В верхней части акчагыльских толщ наблюдаются песчано-глинистые прослойки и ракушечники.

Акчагыльские отложения заполняют понижения древнего рельефа и никогда не поднимаются выше отметки 180 м, спускаясь местами, как, например, в цизовых Самарки, до 30—40 м.

Фауна акчагыла представлена разнообразным *Cardium unia*, *Paludina*, *Mactra*. По данным геологов Нижневолгопроекта, в районе массива орошения акчагыльские отложения, уцелевшие от размыва, сохранились в немногих оврагах правого берега Кутулуга и Кинеля. Они залегают в виде выполнений в понижениях древнего рельефа, прислоняясь обычно к сарминской толще. Акчагыл в районе массива представлен преимущественно песками различного механического состава с частыми прослойками глини.

С акчагылом связаны здесь весьма интенсивные оползневые явления, выраженные беспорядочным нагромождением отрывающихся и сминающихся друг друга глыб.

Вдоль левого берега акчагыльские отложения были встречены под толщей аллювия на террасе у пос. Кутулук. Здесь на глубине 18,5 м обнаружены темносерые, плотные, жирные сланцеватые глины с фауной. Аналогичные глины были вскрыты скважиной, заложенной в пойме р. Кутулуга.

Таким образом, непосредственно на массиве орошения под древним аллювием, кроме сарминских глин, могут быть встречены местами и акчагыльские отложения, заполняющие понижения древнего рельефа.

**Четвертичные отложения.** Наиболее распространены в исследованном районе четвертичные отложения; они слагают на значительную глубину (более 30—40 м) весь исследованный район как самотечного, так и машинного орошения и могут быть подразделены на три группы:

- 1) сыртловая толща,
- 2) аллювиальные отложения и
- 3) делювиальные накопления.

Сыртловая толща представлена в основном неслоистыми, плотными, местами песчанистыми глинами бурого или темнобурого цвета. Глины эти обычно содержат огромное количество очень крупных известковых конкреций округлой, эллипсоидальной или ветвистой форм. Нижняя поверхность сыртловых глин очень неровная; у их основания залегают скопления крупной и мелкой щебеники.

Как это видно на прилагаемой карте отложений (рис. 1), водораздел между реками Кипелем и Кутулуком и р. Самаркой сложен в основном сыртевой толщей.

Эта толща представляет собой наиболее древние четвертичные отложения, возраст которых точно не установлен; А. Н. Мазарович относит их образование ко времени миндельского оледенения. Мощность сыртевой толщи — 20—25 м.

Вторым комплексом четвертичных образований, имеющих наибольшее значение для массива орошения, являются древние и современные аллювиальные отложения. Первые слагают две надпойменные террасы, а вторые — пойму.

Древнеаллювиальные отложения на большей части территории прикрыты плащом делювия, мощность которого уменьшается по направлению от склонов водораздела к пойме. Граница перехода делювиальных суглинков в аллювиальные, как правило, очень неясная, и ее редко удается уловить даже в обнажениях; тем более трудно установить ее по образцам, взятым из скважин. Ввиду отсутствия данных о толщине слоя делювия по отдельным скважинам нами принята условно мощность делювия в среднем около 2 м.

Составленные по данным довольно многочисленных буровых скважин 10 профилей и схемы распределения подстилающих пород в достаточной степени характеризуют механический состав древнего аллювия (рис. 2 и 3). Характерной особенностью аллювиальных отложений вообще и, в частности, в долинах рек Кутулуга и Б. Кинеля является весьма пестрый литологический состав и линзообразное залегание отдельных разновидностей, вследствие чего даже мощные слои не сохраняют горизонтального направления и выклиниваются на небольшом расстоянии.

В вертикальном направлении наблюдается также быстрое чередование отдельных петрографических разновидностей, которых местами чрезвычайно много. Поэтому составленные геолого-литологические профили и литологические карты являются схематическими и дают лишь общую картину строения аллювиальной толщи.

Коренные породы, подстилающие аллювиальные толщи террас и слагающие водораздел Самарка — Кутулук — Кинель, представлены пестрыми мергелями татарского яруса пермской системы палеозоя. В верхней части этой свиты мергели сменяются маломощной толщей слабо сцепленных песчаников. Последние сильно денудированы и лишь местами покрывают вершины водораздела тонким слоем песчанистого аллювия. Мергелистая толща имеет очень большую мощность и состоит из чередующихся слоев белого и красного цвета. Местами вертикальная их слоистость сменяется горизонтальной.

Древнеаллювиальные отложения второй террасы Кутулуга, относящиеся по возрасту к рисскому времени, имеют широкое распространение в среднем и нижнем течении реки и сильно уменьшенное в ее верховьях. Литологический состав отличается сравнительной однородностью, преобладают глинистые отложения. Песчаные материалы имеют небольшую мощность. Ниже 12—15 м появляются пески и гравий. Эти прослои выклиниваются в горизонтальном направлении. Верхняя часть толщи выполнена суглинками, содержащими много конкреций известки. В отдельных скважинах, пройденных на большую глубину, появляются пески различного механического состава, но поскольку они широко распространяются на площади террасы — неизвестно.

Древнеаллювиальные отложения первой надпойменной террасы Кутулуга, относящиеся по возрасту к вюрмскому времени, прослеживаются

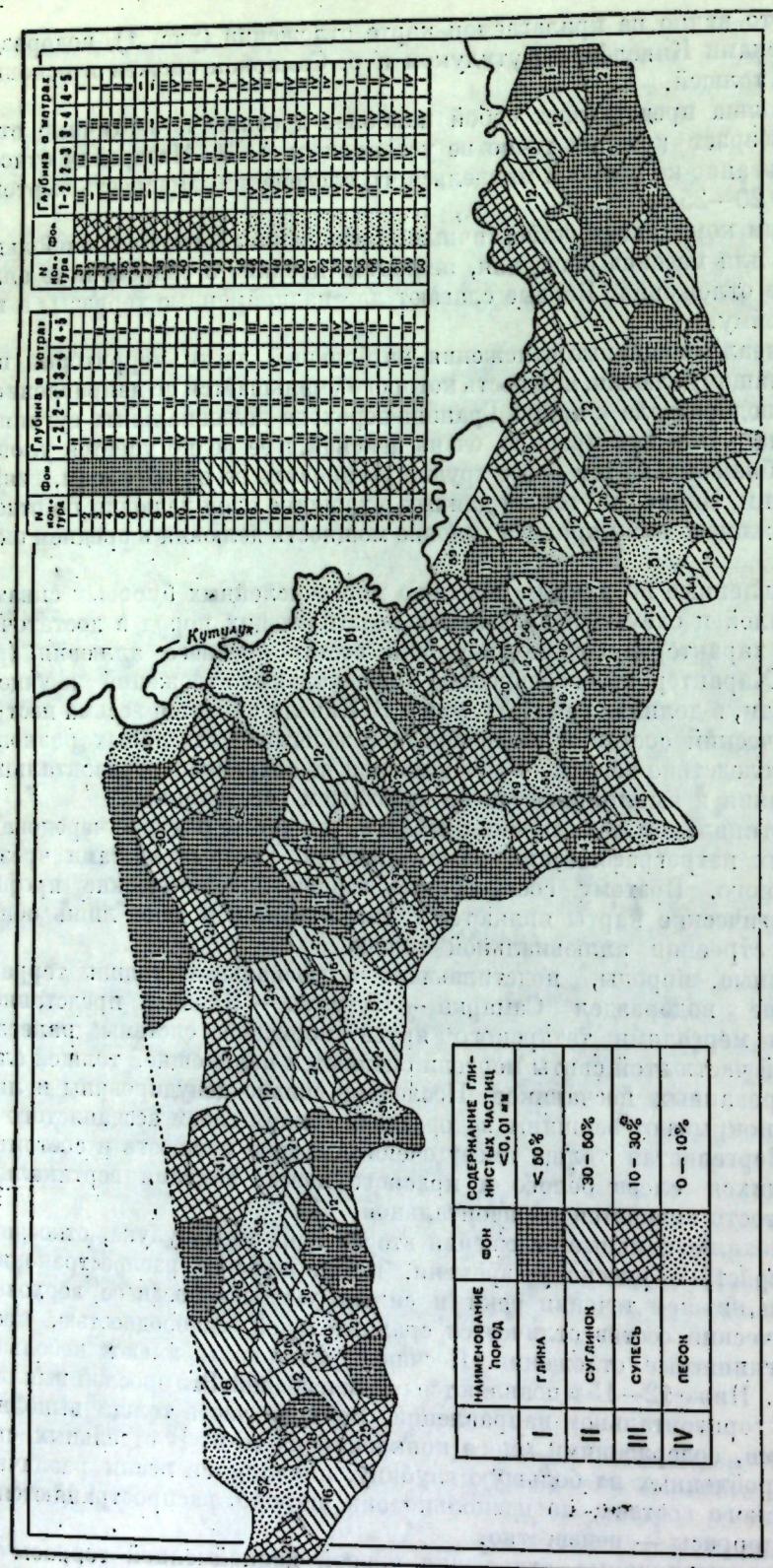


Рис. 2. Схема распределения подстилающих пород на глубине от 1 до 5 м (составлена Б. Душкевич, 1938).

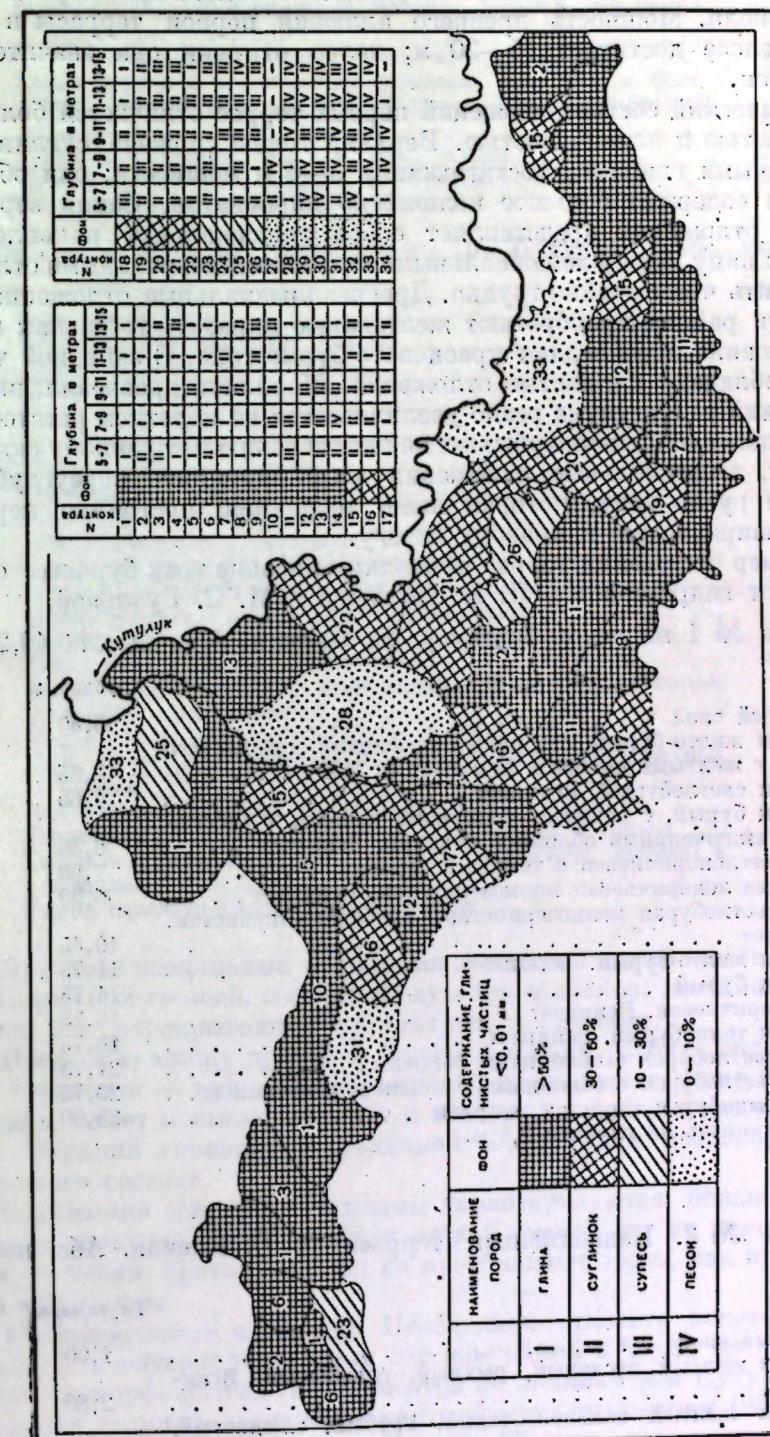


Рис. 3. Схема распределения подстилающих пород на глубине от 5 до 15 м (составлена Б. Душкевич, 1938).

по всему левому берегу реки и иногда подходят к ней непосредственно; за р. Грачевкой эти отложения переходят в отложения первой террасы Б. Кинеля. Мощность древнего аллювия первой террасы в прибрежной полосе достигает 15—20 м; далее от реки она значительно увеличивается.

Литологический состав отложений первых террас отличается большой неоднородностью и изменчивостью. Верхняя толща сложена суглинками и опесчаненными глинями, достигающими 3—4 м мощности; они обычно неслойны и содержат большое количество карбонатов. Самая верхняя часть этих отложений представляет собой делювиальные накопления; при этом границу между делювиальными и древнеаллювиальными отложениями уловить чрезвычайно трудно. Древнеаллювиальные отложения западной части района приобретают желтоватую окраску, тогда как в восточной половине преобладают красновато-бурые тона. В западной части района преобладают глинистые отложения. Мощность древнеаллювиальных отложений р. Кутулуга резко увеличивается на коротком расстоянии от берега, а далее постепенно убывает по направлению к коренному склону. Повидимому, аллювиальные отложения здесь заполняют переуглубленное древнее русло реки, которая имеет тенденцию постоянно перемещаться по направлению к правому берегу.

Как пример отложений террас приводим описание трех буровых скважин из работ гидрогеологов Л. В. Семенова и М. С. Бузковой.

Скважина № 1 на левом берегу р. Б. Кинеля. Абс. высота 40,23 м.

	Глубина, м
Почвенный слой . . . . .	0,40
Суглинок желто-бурый с тонкими прослойками слюдистого песка, с желтыми пятнами. Вскапает от HCl . . . . .	2,65
Суглинок светлобурый. Вскапает . . . . .	4,65
Суглинок бурый, с редкими блестками слюды, с небольшими включениями обломков раковин. Вскапает . . . . .	6,50
Глина светлокоричневая с темными зернами . . . . .	7,90
Супесь светлокоричневая мелкозернистая. Вскапает . . . . .	8,90
Супесь светлобурая мелкозернистая, слабопавловистая. Вскапает . . . . .	10,45
Суглинок желто-бурый. Вскапает . . . . .	11,75
Суглинок бурый . . . . .	14,75
Глина коричневая. Вскапает . . . . .	16,75
Суглинок темлобурая. Вскапает . . . . .	18,75
Супесь светлобурая с обломками раковин . . . . .	21,75
Супесь светлобурая с обломками раковин и галечником . . . . .	23,75
Глина темлобурая слоистая, жирная . . . . .	25,00
Вода появилась на глубине 2,6 м.	

Скважина № 2. Надпойменная терраса р. Б. Кинеля. Абс. высота 56,37 м.

	Глубина, м
Почвенный слой . . . . .	1,00
Суглинок желтый песчаный, рыхлый, слюдистый. Вскапает . . . . .	2,80
Суглинок желтый сильнопесчаный, грубый, слюдистый. Сильно вскипает . . . . .	4,00
Супесь желтая мелкозернистая, рыхлая, слюдистая. Вскапает . . . . .	5,00
Суглинок желтый, плотный, карбонатный . . . . .	8,30
Глина буровато-желтая, плотная, карбонатная . . . . .	9,30
Глина бурая, плотная, слюдистая, карбонатная . . . . .	11,0

	Глубина, м
Глина красновато-коричневая, плотная, карбонатная . . . . .	13,10
Глина красновато-коричневая, плотная, с прослойками, темнобурая . . . . .	14,40
Глина темнобурая, плотная, с обломками ракушек . . . . .	16,60
Глина черная с зеленоватым оттенком, плотная, с большим количеством раковин, с прослойками коричневой глины . . . . .	18,45
Супесь коричневая, рыхлая, карбонатная . . . . .	20,15
Супесь светлосерая, рыхлая, карбонатная . . . . .	24,15
Вода появилась на глубине 7,30 м.	

Скважина № 3 на левом берегу р. Кутулуга. Абс. высота 57,2 м.

	Глубина, м
Почвенный слой . . . . .	0,40
Суглинок буро-желтый, легкий . . . . .	1,05
Песок желто-бурый глинистый . . . . .	1,45
Песок серо-бурый глинистый . . . . .	1,85
Глина буро-серая песчаная . . . . .	2,45
Глина желтовато-серая, очень плотная . . . . .	4,00
Глина серая, очень плотная . . . . .	4,80
Глина серая слабопесчаная . . . . .	6,00
Глина светлобурая, плотная . . . . .	7,75
Глина светлосерая, плотная . . . . .	8,05
Глина зеленовато-желтая, плотная . . . . .	8,55
Песок буро-серый, мелкозернистый, сильно глинистый . . . . .	10,00
Глина буро-серая тонкопесчаная, плотная . . . . .	12,40
Глина тонкопесчаная серовато-бурая, плотная . . . . .	12,80
Глина буро-серая сильнопесчаная . . . . .	13,70
Песок мелкозернистый, темносерый глинистый, с мелкой галькой и щебенкой . . . . .	14,70
Песок темносерый глинистый, с зернами . . . . .	15,05
Песок темносерый глинистый, с мелким гравием и редкой галькой . . . . .	16,25
Песок буро-серый крупнозернистый, с галькой . . . . .	17,25
Песок крупнозернистый щебенчатый, гравий и галька . . . . .	18,00
Глина желто-серая круглозернистая, с песком, щебнем и гравием . . . . .	18,50
Глина серовато-желтая тонкопесчаная . . . . .	19,35

Древнеаллювиальные отложения в нижней своей части, на границе с сарминской толщой, состоят из супесей и песков, местами гравелистых. Выше они перекрываются суглинками и глинами.

Итак, всю толщу древнего аллювия можно разбить литологически на два горизонта — нижний и верхний. Нижний, залегающий на сарминских глинах, имеет мощность 4—6 м и состоит из гравелистых песков и супесей. Верхний горизонт — различной мощности и разнообразного механического состава.

Отложения современной поймы характеризуются большой неоднородностью механического состава и резкой сменой его на коротком расстоянии — пески, гравий, глины; но преобладают здесь, как правило, песчаные материалы.

Геоморфология и рельеф. Необходимо отметить некоторую несогласованность материалов разных лет изысканий в части, касающейся выделения геоморфологических элементов по долинам рек Кутулуга и Б. Кинеля. На геоморфологической карте участка изыскания 1934 г. Л. В. Семеновым изображены две террасы Б. Кинеля, доходящие примерно до 70-й горизонтали, а выше выделены склоны сырта. Позднее, в 1937 г., геологом В. А. Кондратьевым была составлена геоморфологическая карта, на которой для рек Кутулуга и Б. Кинеля отмечены лишь две надпойменные террасы: вюрмская до отметок 55—65 м и выше — рисская (рис. 4).

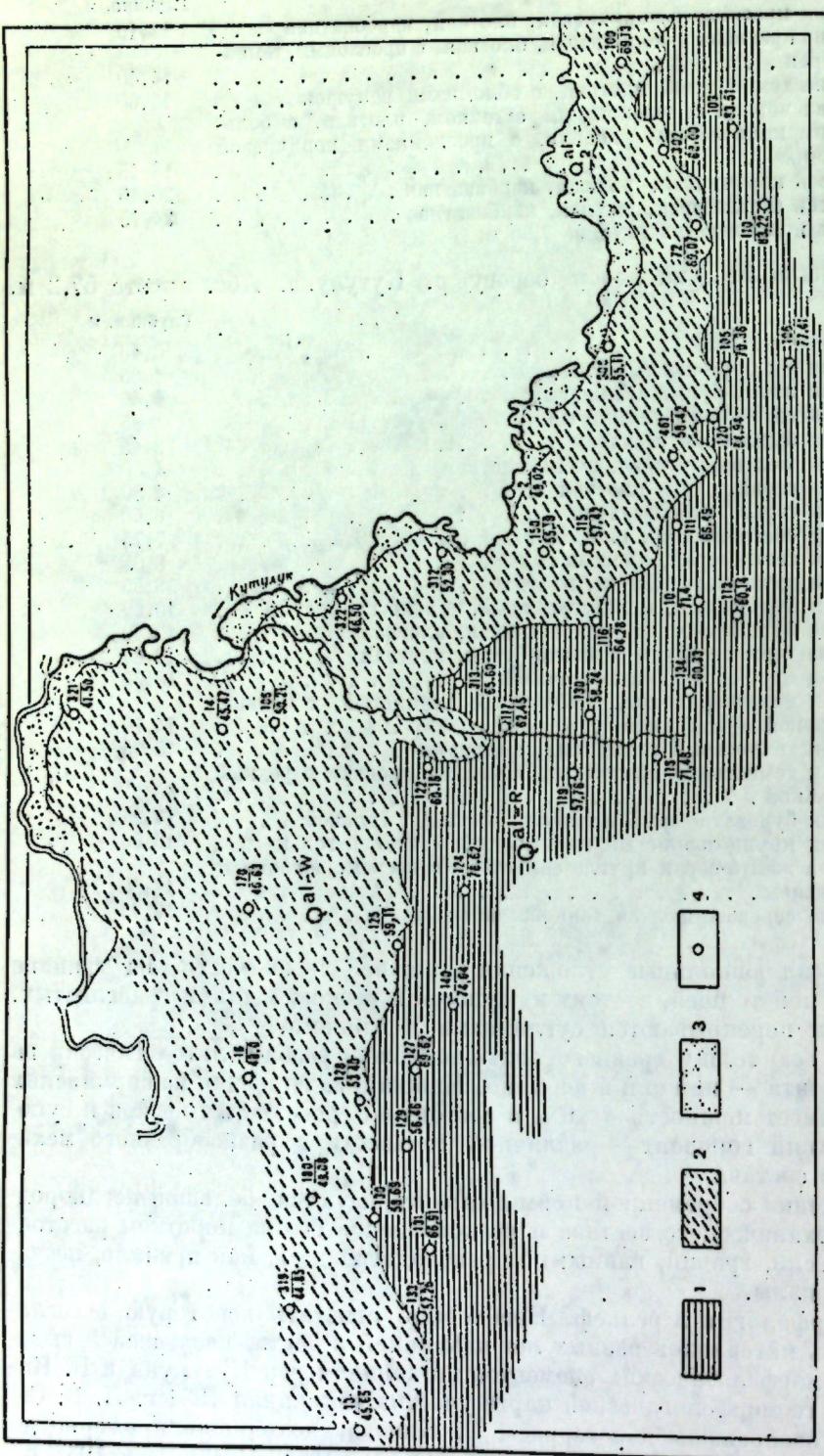


Рис. 4. Геоморфологическая карта (схема) (составлена В. А. Кондратьевым, 1938):  
1 — вторая надпойменная терраса, рисунок Qal-V; 2 — первая надпойменная терраса, вормская Qal-R; 3 — современная пойма Qa<sub>a</sub>; 4 — признаками обозначены буровые скважины, цифры в числителе — номера скважин, в знаменателе — высотные отметки.

Мы считаем, что на территории участка ясно выделяются три террасы и последнюю из них, верхнюю, нельзя считать сыртовой частью, так как при глубоком шурфовании здесь вскрыты древнесаллювиальные слоистые отложения (разрезы 131, 132 и др.). В соответствии с этим мы и даем в дальнейшем описание геоморфологических элементов.

По геоморфологическим условиям исследованный район можно разбить на две части, отделенные одна от другой речкой Грачевкой. Одна часть расположена на левобережье р. Кутулуга, другая — на левобережье р. Б. Кинеля. Рассмотрим каждую часть отдельно:

Левобережная часть р. Кутулуга представляет собой пологий северный склон с увалами, лощинками, различной формы понижениями и бугорками. В пределах этой территории сравнительно хорошо выражены: 1) пойма р. Кутулуга, 2) первая надпойменная терраса, 3) вторая надпойменная терраса и 4) третья надпойменная терраса той же реки.

1. Пойма р. Кутулуга представлена отдельными разобщенными один от другого участками, расположенными в меандрах реки. Ширина этих участков — от 0,5 до 1,5 км. Пойма имеет местами резкие уступы при переходе к первой надпойменной террасе, местами же сливается с ней незаметно. Рельеф участков поймы преимущественно равнинный, со слабо уловимым общим склоном в направлении течения реки. Здесь встречаются песчаные бугорки высотой до 40 см и извилистые понижения, представляющие собой занесенные илом старицы. Лога, секущие долину реки, при выходе их из первой надпойменной террасы, расплываясь, теряются на поверхности пойменной террасы.

2. Первая надпойменная терраса р. Кутулуга занимает последнюю треть северного широковолнистого склона долины. Крутизна склона первой надпойменной террасы заметно уменьшается по мере движения на запад. Ширина террасы около с. Арзамасовки примерно 1 км, у с. Малышевки — около 3 км. С уменьшением крутизны склона терраса приобретает вид широкой мягковолнистой равнины, с неглубокими и широкими депрессиями. В пределах депрессий очень сильно выражены микрорельеф в виде еле заметных лощинок со стоком, а также отдельных замкнутых понижений — блюдце, имеющих ширину не больше 15 м. Наибольшая из депрессий находится к югу от пос. Кутулук.

3. Вторая надпойменная терраса р. Кутулуга представляет собой систему широких спокойных увалов (1—1,5 км ширины) и узких лощин, направленных с юга на север. Уклоны измеряются величинами 0,002—0,006. Падение боковых склонов увалов местами превышает 0,01. Некоторые лощинки имеют ясно выраженные русла, в нижних частях их местами можно видеть даже небольшие промоины. Другие лощинки представляют собой мелкие извилистые понижения, незаметно расплывающиеся на первой надпойменной террасе Кутулуга в выровненные понижения. Как первая, так и вторая надпойменные террасы р. Кутулуга в западной части, за р. Грачевкой, незаметно сливаются с террасами р. Б. Кинеля.

4. Третья (самая высокая) надпойменная терраса р. Кутулуга представляет собой северный склон водораздела Самарка — Кутулуг, более крутой, нежели вторая терраса. Уклон 0,01 (10 м на 1 км), с колебаниями от 0,005 до 0,017. Склоны прорезаны немногими лощинами. На правом берегу р. Грачевки терраса представлена повышенным плато, постепенно суживающимся к северу. Края этого плато изрезаны неглубокими лощинками, центральная же часть изъята мелкими понижениями.

Западнее р. Грачевки в пределах исследованной территории можно выделить также четыре геоморфологических элемента, имеющих хорошо

обособленные очертания и вместе с тем своеобразные, присущие каждому из них, формы мезо- и микрорельефа: 1) пойма р. Б. Кинеля, 2) первая надпойменная терраса, 3) вторая надпойменная терраса и 4) третья надпойменная терраса р. Б. Кинеля.

1. Пойма Б. Кинеля хорошо развита на левом берегу реки в пределах орошающего участка. Эта сравнительно широкая терраса, расположенная ниже 40 м абсолютной высоты, представляет собой равнину, рассеченнную мелкими продолговатыми озерами, заросшими камышом. Почти на всем протяжении от с. Гурьевки до с. Покровки пойма покрыта лесом и кустарниками; среди которых встречаются небольшие поляны, используемые в качестве сенокосных угодий.

Глинистые и песчаные отложения на пойме чередуются; песчаные отложения лежат преимущественно ближе к руслу реки. Песчаные гравии и холмы придают поверхности поймы бугристый характер. Пониженные места часто заболочены. Ширина пойменной террасы колеблется в пределах 0,5—3,0 км. Переход поймы в первую надпойменную террасу постепенный, за исключением небольшого участка на восток от с. Гурьевки, где ясен террасовидный уступ.

2. Первая надпойменная терраса р. Б. Кинеля расположена в пределах 40—50-й горизонталей. Наибольшей ширины (5 км) она достигает в западной части (около сел Покровки и Павловки); у с. Георгиевки терраса сужена (1—1,5 км), а к востоку она опять расширяется. Поверхность террасы представляет собой почти равнину, с незначительными колебаниями абсолютных высот. Здесь имеются многочисленные мелкие понижения и обширные неглубокие депрессии, частично заболоченные и покрытые кочками.

Самая крупная из сухих депрессий находится в восточной половине, между поселками Гурьевкой и Свободным, и имеет абсолютные отметки 42—43 м. Здесь же расположены три небольших осиновых колка и мелкое кочковатое болото. Аналогичная депрессия находится восточнее с. Павловки; самая низкая часть ее представляет болото, сохранившее воду летом только в отдельных местах. Имеются также два болота около пос. Свободного, одно из них пересыхает, другое же местами сохраняет воду в течение всего лета. Уровень дна всех этих водоемов находится примерно на одной высоте с поймой Б. Кинеля.

На территории первой надпойменной террасы Б. Кинеля имеются два крупных холма (останцы), один из них достигает 35 м высоты над поверхностью террасы.

3. Вторая надпойменная терраса р. Б. Кинеля достигает наибольшей ширины на востоке и западе (5—7 км), постепенно сужаясь к центру (4—3,5 км). Часть этой террасы, расположенная к западу от Сухой Речки, отличается большой измятостью; она пересекается рядом лощин, берущих свое начало на склоне водораздела. Межлодищные увалы возвышаются над общей поверхностью террасы на 4—6 м. Общее падение террасы — 5 м на 1 км (0,005). В северо-западной части участка вторая терраса ясным уступом переходит в первую надпойменную террасу р. Б. Кинеля. Мелкие блюдцеобразные западины испещряют ровные участки террасы; по мере приближения к склонам водораздела количество их постепенно уменьшается. Участок второй террасы восточнее Сухой Речки — равнинный; падение высот почти не заметно для глаза. Таким образом, вторая терраса Б. Кинеля, возвышаясь с юга и востока, имеет характер равнины. Высота ее здесь — около 50 м над уровнем моря, а в самых низких местах террасы — 44—45 м. Лощины в восточной части значительно меньше, чем в западной; ширина их обычно около 10—15 м; они имеют слабоизогнутые

задернованные склоны. В нижней части лощин передко встречаются глубокие рывины с обрывистыми, обнаженными берегами.

Хорошо выраженные полузамкнутые депрессии являются характерным элементом рельефа надпойменных террас р. Б. Кинеля. Одна из таких депрессий находится на восток от Сухой Речки, а другую Сухая Речка пересекает, оставляя большую часть депрессии на своем левом берегу. Обе депрессии разделены слабо выраженным повышением. Ширина депрессий 3—4 км. Микрорельеф депрессий представлен положительными и отрицательными элементами, в самых разнообразных сочетаниях. Замкнутые блюдцеобразные понижения, шириной 5—10 м, занимают около 40—50% общей площади центральной части депрессии. Положительные формы рельефа на общем фоне поверхности депрессии кажутся обособленными вышенными островками. Поверхность блюдец чаще всего трещиновата или кочковата. Наряду с описанными формами микрорельефа здесь иногда встречаются бугорки конусовидной формы, сложенные тонкой глиной; высота их 40—50 см при попечнике 1—1,5 м. В восточной депрессии находится лиман «Моховое болото» (1—2 га), имеющий продолговатую форму. В дождливые годы здесь держится вода в течение всего лета; в сухие же годы на глубине второго метра обнаруживается сырья, пластичная глина. Несколько подобных, но меньших по размерам лиманов находится восточнее «Мохового болота». Микрорельеф террасы вне депрессий выражен слабо.

4. Третья надпойменная терраса р. Б. Кинеля в пределах территории обследованного района представлена склонами северной и северо-восточной экспозиций. Крутизна северо-восточных склонов около 10 м на 1 км. Эрозионные процессы выражены здесь сильнее, нежели на нижних террасах. Широкие и узкие лощины придают этим склонам волнистость. Наиболее сильно рассечен участок между Сухой Речкой и р. Грачевкой. Река Грачевка, пересекающая массив в меридиональном направлении, начинаясь в депрессии у пос. Сосновского, постепенно, но глубоко врезается в массив.

Исследованная территория пересекается с юга на север несколькими оврагами. Овраг Сухая Речка имеет неширокую долинку с прерывистым мелким водотоком. Два крупных оврага — Сухой Ржавец и Язвка — с целой сетью лощин впадают в р. Грачевку и придают местности волнистый характер. Склоны восточной экспозиции к р. Грачевке в среднем ее течении сильно эродированы, что, по-видимому, объясняется не только значительными уклонами местности, но и легким механическим составом пород, слагающих склоны. Оба оврага — молодого возраста и находятся в периоде роста. Стенки их круты, чаще всего обрывисты, со множеством осипей и обвалов, обнажающих выходы делювиальных глин и песков. Овраг Язвка, в нижней своей части питаясь родничками, имеет живую струю воды в течение всего лета. Из наиболее крупных оврагов в восточной половине участка укажем на овраг Крутельский, около пос. Кутулук, имеющий несколько мелких водоемчиков (3 × 5 м), приуроченных к местам наибольшего размыва. Овраг, проходящий у с. Арзамасовки, в верхней своей части представляет крутобережную распахиваемую лощину, дно которой заполнено песчаными отложениями; по мере приближения к с. Арзамасовке овраг становится уже, берега его — круче и выше (около 3 м); далее к северу он переходит в широкую лощину. Овраг у с. Аверьяновки имеет довольно извилистую, слабо разветвленную форму.

Следует отметить наличие на территории массива растущих оврагов и образование промоин на дне некоторых лощин. На отдельных участках, на достаточно крутых склонах и узких увалах с уклонами 0,01 и

более, ярко выражены эрозионные процессы. При орошении массива, особенно в зоне машинного орошения, необходимы противоэрзационные мероприятия.

Некоторые гидрологические и гидрогеологические данные. Река Б. Кинель — правый приток р. Самарки — омывает исследованную территорию на протяжении свыше 20 км (с излучинами — около 35 км).

Средняя мутность воды за время с 1 апреля по 30 сентября составляет 151 г/м<sup>3</sup> и общий расход напоев — 73 тыс. т.

Данные химического анализа образцов воды из р. Б. Кинель приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Анализ воды из р. Б. Кинель у ст. Кинель  
(Куйбышевская лаборатория прикладной минералогии)

Дата	Запах	Цвет	Содержание, мг на 1 л				
			SiO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Cl	CaO
1933 г.							
15.IV	Затхлый	Бесцветный	9,0	2,0	30,0	29,0	112,1
31.V	Отсутств.	»	84,0	15,0	82,0	22,0	192,0
15.VI	»	Желтоватый	2,0	4,0	16,0	21,9	84,0
15.VII	Легкий	Бесцветный	11,0	40,0	77,6	35,7	114,8
15.IX	Отсутств.	»	9,5	3,8	102,8	24,9	162,4
15.X	»	»	8,8	3,5	100,3	24,9	173,6

Жесткость воды р. Б. Кинель колеблется от 19,6 до 40,3 немецких градуса.

Река Кутулук впадает в р. Б. Кинель у ст. Кротовки и омывает обследованный массив на протяжении 45—50 км. В верхнем течении река имеет абсолютную отметку около 70 м, в нижнем — около 40 м. Река течет в широтном направлении и имеет типично степной характер. Впадающие в нее небольшие притоки-ручейки летом пересыхают. В нескольких местах река перепружила земляными плотинами.

Средняя мутность воды за время с 1 апреля по 30 сентября 1933 г. составляет 525 г/м<sup>3</sup>, общий расход напоев — 31,7 тыс. т.

Жесткость воды р. Кутулук у ст. Кротовки колеблется от 12,0 до 22,0 немецких градусов. Характеристика воды приводится в табл. 2.

Из мелких рек укажем на Грачевку, впадающую в р. Кутулук у с. Б. Малышевка. Река Грачевка в среднем и нижнем течении сравнительно глубоко врезается в массив и образует хорошо выработанную долину. Начинается она на водоразделе, на высоте около 95—100 м. Берега ее уже в среднем течении круты, местами обрывистые, сложены желто-бурыми тяжелыми суглинками делювиального происхождения, которые подстилаются древнеаллювиальными песками; выходы последних наблюдаются по обеим сторонам реки; лишь в самом верхнем течении река имеет плоскую долинку. Водная струя р. Грачевки имеет ширину от 1,5 до 3 м, местами расширяется до 10 м. Глубина ее колеблется около 20—40 см и лишь в отдельных местах достигает 1—2 м. В двух местах река перехвачена плотинами. Плотина в верховьях р. Грачевки в настоящее время размыта. У с. Б. Малышевка вода р. Грачевки частично уходит в подстилаю-

щие пески, и потому в устьевой части река представляет цепочку маленьких озерков, соединенных мелкими протоками. Таблица 2

Данные анализа образцов воды р. Кутулук у ст. Кротовки  
Куйбышевская лаборатория прикладной минералогии

Дата	Запах	Цвет	Содержание, мг на 1 л				
			SiO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Cl
1933 г.							
15.III	Отсутств.	Бесцветный	30,0	9,0	85,0	42,0	10,6
15.IV	»	»	49,0	10,0	96,0	49,0	56,0
31.V	Сл. болотн.	»	54,0	20,0	94,0	34,0	59,0
15.VI	Отсутств.	»	10,0	15,0	66,24	24,5	33,95
15.VII	»	»	9,0	6,0	78,45	18,0	33,9
15.VIII	»	»	10,0	12,0	95,20	72,2	33,1
15.IX	»	»	4,8	2,1	81,2	74,2	53,5
15.X	»	»	4,5	2,8	78,4	72,3	39,2

Сухая Речка наполняется водой только весной, в остальное время она представляет собой сухой овраг. В настоящее время Сухая Речка включена в систему водосборной сети. Сухой Ржавец воды не имеет, лишь в устье его сохранились два глубоких бочага. Речка Язвенка имеет проточную воду, питаясь родниками на всем протяжении.

Озера на территории исследованного массива встречаются главным образом в пойме Б. Кинеля. Более мелкие из них заболочены, летом пересыхают, и затопленными водой остаются лишь глубокие старицы рек Б. Кинеля и Кутулука. Водоем, имеющийся у пос. Садок, обычно также пересыхает к концу лета. Население употребляет воду преимущественно из колодцев, вырытых как в селениях, так и на полях.

Грунтовые воды. Говоря о грунтовых водах исследованного массива, считаем необходимым остановиться на характеристике и глубине залегания их до орошения и на состоянии грунтовых вод в 1949 г. — после восьмилетнего орошения массива. Приведем имеющиеся в нашем распоряжении данные по этому вопросу, относящиеся ко времени, предшествовавшему орошению.

Грунтовые воды района гидрогеологом Г. Л. Семеновым разделены на два основных типа: современный аллювиальный и древнеаллювиальный. Современные аллювиальные отложения имеют самостоятельный водоносный горизонт, вскрываемый рядом скважин, расположенных в пойме рек Кутулука и Б. Кинеля. Воды приурочены к разнообразным по литологическому составу горизонтам, но в большей своей части — к песчаным и супесчаным; вода находилась на различных глубинах: на участках, прилегающих к озеркам и руслам рек, — на глубине 1—2 м; на участках, прилегающих к первой надпойменной террасе, — на глубине 6 м, при напоре — около 1,5 м. В некоторых местах грунтовые воды были обнаружены на глубине 275 см, под бугорками — на глубине 650 см, а в понижениях (заселенные аллювием старицы), находящихся ниже бугорков, — на глубине 450 см.

В водах современных аллювиальных отложений величина сухого остатка иногда достигает 1 г/л, с означительным содержанием хлора. Минерат-

лизация грунтовых вод на пойме находится в зависимости от микрорельефа местности, как это видно из данных анализа, приведенного в табл. 3.

Таблица 3

Состав грунтовых вод (в м/гл) современных аллювиальных отложений  
(данные лаборатории Нижневолгопроекта)

Элемент рельефа	№ скважины	Сухой остаток	$\text{CO}_3^{''}$	$\text{HCO}_3'$	$\text{Cl}'$	$\text{SO}_4^{''}$	$\text{Ca}^{''}$	$\text{Mg}^{''}$
Повышение . . . . .	22	748	Нет	483	11	197	62	58
Понижение . . . . .	23	900	»	612	Нет	96	80	78

В понижениях грунтовые воды содержат меньше хлора и сернокислых солей. Это явление можно объяснить тем, что под старицами, повидимому, происходит некоторое опреснение грунтовых вод за счет разбавления их проникающими туда водами атмосферных осадков.

Древнеаллювиальные воды приурочены к надпойменным террасовым отложениям. Отложения эти имеют три водоносных горизонта, из которых второй наиболее ярко выражен и вскрывался почти всеми скважинами. Глубина его залегания колебалась в пределах 45—54 м абсолютной высоты при напоре 5 м. Большая амплитуда колебания в глубинах объясняется пестротой литологического состава отложений, что достаточно ярко отражено на схемах распределения подстилающих пород (см. рис. 2 и 3). Водоносным горизонтом являются преимущественно супесчаные и песчаные отложения. Глубина и направление течения грунтовых вод на массиве орошения в общем согласуются с падением склонов: поток грунтовых вод идет с юга на север; в том же направлении изменяется и глубина залегания их (рис. 5). Глубина залегания грунтовых вод меньше 3 м встречалась только в пересекающих первую террасу логах, а иногда и в депрессиях; в наиболее же пониженных местах в осенне-весенне время здесь наблюдались небольшие болотца и озера.

Микрорельеф депрессий отражается и на глубине залегания грунтовых вод. Так, например, в депрессии около Сухой Речки на микроповышениях грунтовые воды были обнаружены на глубине 3,25 м, в микропонижениях — на глубине 2,5 м.

Сухой остаток грунтовых вод первых надпойменных террас достигает 0,5—1 г/л. Общая жесткость в среднем 16—18 немецких градусов; воды содержат местами большое количество сульфатов (до 665 мг/л). Хлор иногда присутствует в значительных количествах, но обычно в меньших, чем сульфаты.

Грунтовые воды депрессий также имеют заметную минерализацию.

Большая минерализация вод наблюдается в микропонижениях. Сернокислые соли здесь также преобладают над хлористыми. Сода отсутствует. Качественные реакции вод из скважин, заложенных на равнинных частях террасы, зачастую не обнаруживают легкорастворимых солей.

В табл. 4 приводятся данные о составе грунтовых вод в одной из депрессий.

На вторых надпойменных террасах рек Б. Кинель и Кутулуга залегание грунтовых вод наблюдалось несколько глубже от поверхности —

Таблица 4

Состав грунтовых вод (в мг/л)

(данные лаборатории Почвенного института АН СССР)

Элемент рельефа	№ скважина	Глубина залегания воды, см	Сухой остаток	Щелочность		$\text{Cl}'$	$\text{SO}_4^{''}$	$\text{Ca}^{''}$	$\text{Mg}^{''}$
				$\text{CO}_3^{''}$	$\text{HCO}_3'$				
Микроповышение . . . . .	30	325	592	Нет	361	16	116	56	37
Микропонижение . . . . .	61	250	780	»	305	14	156	60	48
Выровненная площадь . . .	31	—	700	»	586	12	Нет	116	52
То же . . . . .	60	—	376	»	356	Нет	Следы	62	27

5—7 м. Водоносные пески второй террасы обычно не перекрыты слоем глины. На пониженных местах, так же как и на первых террасах, грунтовые воды залегают ближе к поверхности.

На большей, южной, части территории грунтовые воды залегают ниже 7 м от поверхности и лишь в местах пониженных — лощинах, седловинах, придепрессионных местах — они встречаются выше. Здесь выделяются три группы глубин: 3—5; 7—10; 10—15 м от поверхности. Для характеристики химического состава грунтовых вод приводим данные анализа их, полученные лабораторией Куйбышевской конторы Нижневолгопроекта (табл. 5).

Как видно из данных табл. 5, грунтовые воды слабо минерализованы. Величина сухого остатка колеблется в пределах 0,200—0,550 г/л; при этом наибольшие величины сухого остатка наблюдаются в водах, залегающих на глубине от 5 до 7 м, но и в них большая часть сухого остатка удаляется при прокаливании. Возможно, что эта группа вод представляет собой местные линзообразные накопления, связанные с не斯特рой послойного литологического состава пород. По направлению к реке засоленность грунтовых вод увеличивается. Воды жесткие. Щелочность от нормальных карбонатов в большинстве случаев отсутствует и лишь в очень небольших количествах наблюдается в водах, залегающих довольно глубоко (скважины № 100, 112, 122, 123, 124, 129, 132, 140). Некоторые из этих скважин заложены в лощинах, куда, очевидно, путем инфильтрации, с повышенных мест выносилась основная масса солей. Все исследованные воды содержат хлористые соли. Количество хлора местами (скважины V, № 310, 138) достигает 1,97 м-экв., превышая содержание ионов серной кислоты. В опресненных грунтах такой химический состав грунтовых вод мог образоваться только при наличии усиленного промывания пород. По данным гидрогеологических исследований полевой влажности почво-грунтов, капиллярное поднятие достигает примерно 4 м от поверхности; поэтому на большей части территории химический состав грунтовых вод не отражается на характере почвенного покрова. При поднятии грунтовых вод во время орошения в местах их неглубокого залегания воздействие грунтовых вод на почвы возможно; несмотря на то, что в водах преобладают щелочно-земельные катионы, при сильной ионизации увеличивается концентрация и легкорастворимых солей щелочных металлов.

Приведенные схемы глубин залегания грунтовых вод показывают, что до орошения (в 1937 г.) грунтовые воды на большей части даже самотечной зоны орошения находились на глубине от 5 до 10 м. В наиболее

Схема 5

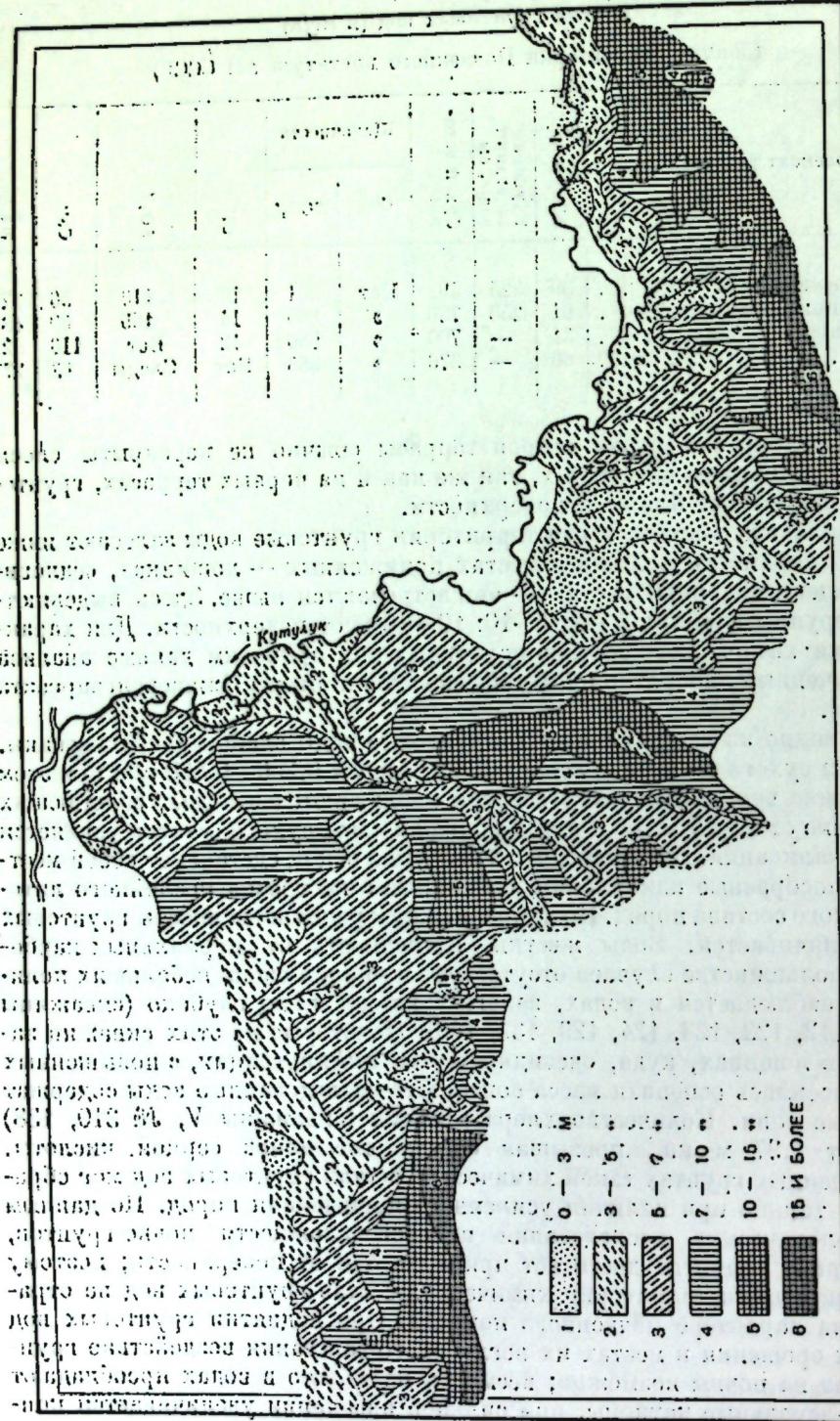


Рис. 6. Глубины залегания грунтовых вод на Кутулукском массиве в 1949 г. — после восьмилетнего орошения (составлено В. Д. Рязановым).

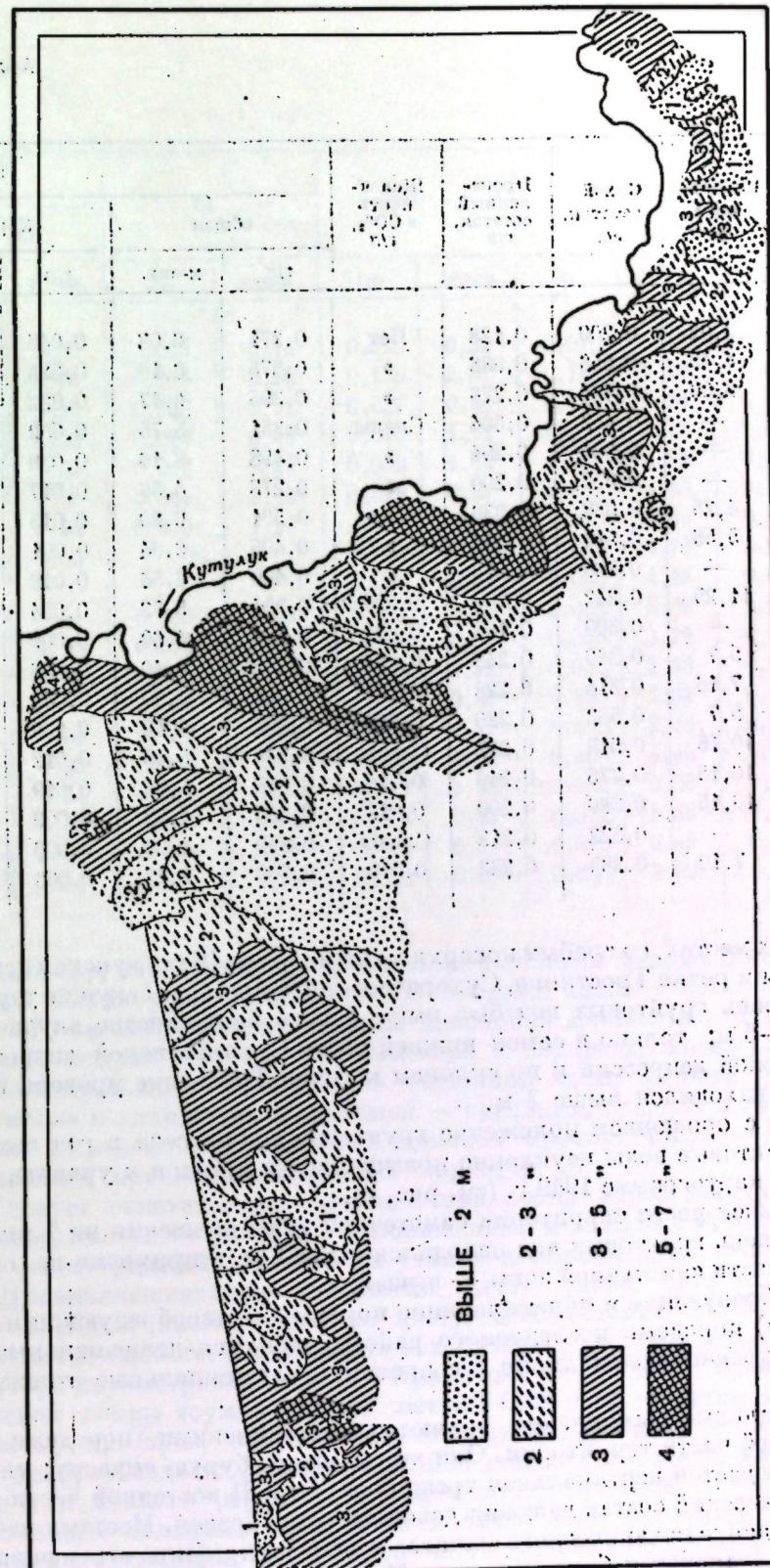


Таблица 5

Анализ групп  
(в г/л и  
м-экв.)

№ сверстия	Глубина воды, м	Сухой остаток, г/л	Пропи- ленный остаток, г/л	Щелоч- ность и $\text{CO}_3^{2-}$ , г/л	Щелочность				
					общая		К + Na		
					г/л	м-экв.	г/л	м-экв.	
II	3,02	0,200	0,128	Нет	0,374	6,08	0,046	0,75	
IV	4,45	0,556	0,388	»	0,376	6,16	0,026	0,43	
V	3,09	0,464	0,276	»	0,395	6,47	0,022	0,36	
303	—	0,462	0,364	Следы	0,351	5,75	0,052	0,85	
308	—	0,364	0,204	»	0,498	8,16	0,039	0,64	
309	—	0,332	0,200	»	0,278	4,56	0,017	0,27	
310	4,25	0,388	0,336	Нет	0,561	9,20	0,015	0,25	
311	5,56	0,514	0,324	»	0,405	6,64	0,001	0,02	
320	—	0,360	0,216	»	0,400	6,56	0,019	0,31	
100	11,25	0,348	0,203	0,024	0,364	5,93	0,024	0,39	
112	—	0,300	0,188	0,024	0,286	4,69	0,009	0,15	
123	5,7	0,360	0,248	0,024	0,272	4,46	0,036	0,59	
122	7,10	0,314	0,228	0,058	0,344	5,60	0,043	0,70	
124	5,7	0,532	0,320	0,052	0,392	6,42	0,139	2,28	
127	10,15	0,515	0,292	Следы	0,336	5,48	0,012	0,19	
129	10,15	0,376	0,240	0,016	0,308	5,05	0,019	0,31	
132	10,15	0,360	0,200	0,012	0,284	4,63	0,009	0,14	
138	—	0,322	0,212	Следы	0,249	4,08	0,006	0,10	
140	7,10	0,283	0,283	0,019	0,209	3,42	0,006	0,10	

пониженных местах, со слабым поверхностным стоком (Кутулукская депрессия, склоны к речке Тростянке, Сухореченская депрессия, секущие террасу долы), уровень грунтовых вод был выше 5 м, в большинстве случаев на глубине 3—5 м; только в самой нижней части Сухореченской депрессии, в Кутулукской депрессии и по склонам к речке Тростянке уровень грунтовых вод находился выше 3 м.

В связи с орошением положение грунтовых вод из года в год изменялось — грунтовые воды неуклонно повышались и пришли к уровню, указанному на картограмме 1949 г. (см. рис. 6).

На большей части территории самотечной зоны орошения на 1 января 1949 г. уровень грунтовых вод находился выше 3 м, а примерно на одной четвертой части самотечной зоны — выше 2 м.

Почвообразующие и подстилающие породы. Почвообразующими (материнскими) породами исследуемого района являются делювиальные наложения, древнеаллювиальные и современные аллювиальные отложения (рис. 7).

Делювиальные наложения являются материнскими породами для почв большей части территории. Они имеют желто-бурую окраску; иногда в них наблюдается вертикальная трещиноватость. В восточной части массива механический состав делювия довольно однообразен. Местами наблюдается изменение механического состава — вниз по профилю отложения эти постепенно становятся более легкими. Чаще же на глубине 150—200 см,

тальных вод  
(м-экв.)

в $\text{HCO}_3^-$	Cl <sup>-</sup>		SO <sup>2-</sup>		Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>	
	Ca + Mg		Cl <sup>-</sup>		SO <sup>2-</sup>		Ca <sup>++</sup>	
	г/л	м-экв.	г/л	м-экв.	г/л	м-экв.	г/л	м-экв.
0,325	5,33	0,005	0,14	0,026	0,54	0,076	3,79	0,031
0,350	5,73	0,005	0,14	0,135	2,81	0,110	5,49	0,030
0,373	6,11	0,022	0,62	0,021	0,44	0,094	4,69	0,032
0,299	4,90	0,014	0,40	0,073	1,52	0,076	3,79	0,025
0,459	7,52	0,017	0,48	0,069	1,44	0,098	4,89	0,040
0,261	4,29	0,014	0,40	0,018	0,37	0,069	3,45	0,013
0,546	8,95	0,070	1,97	Нет	—	0,070	3,49	0,046
0,404	6,62	Следы	0,088	1,83	0,096	4,79	0,030	2,47
0,381	6,25	»	0,020	0,42	0,090	4,49	0,030	2,47
0,340	5,54	0,008	0,23	0,022	0,45	0,062	3,09	0,040
0,277	4,54	0,006	0,16	0,016	0,33	0,056	2,79	0,016
0,236	3,87	0,010	0,28	0,049	1,02	0,054	2,69	0,025
0,301	4,90	0,010	0,28	0,042	0,87	0,058	2,89	0,030
0,253	4,14	0,012	0,33	0,085	1,77	0,050	2,49	0,019
0,324	5,29	0,016	0,45	0,052	1,08	0,090	4,49	0,020
0,289	4,74	0,012	0,34	0,073	1,52	0,062	3,09	0,030
0,275	4,49	0,011	0,31	0,032	0,65	0,072	3,59	0,017
0,243	3,98	0,028	0,79	0,018	0,37	0,070	3,49	0,019
0,203	3,32	0,010	0,28	0,040	0,83	0,060	2,99	0,013
								1,07

повидимому, на границе с древнеаллювиальными отложениями, механический состав резко меняется. В западной части участка на глубине 160—170 см встречаются песчаные прослойки мощностью от 10 до 70 см (в части второй террасы, прилегающей к водораздельному склону).

Делювиальные отложения в восточной части массива — тяжелосуглинистые и глинистые; в западной — суглиники, средние и легкие. В тяжелых отложениях наблюдается большой процент пылеватой фракции, придающей породам лессовидный характер.

Следует отметить, что механический состав пород изменяется также и в зависимости от рельефа: в понижениях и лощинах механический состав более тяжелый, нежели на увалах и выровненных склонах.

Древнеаллювиальные отложения часто также являются материнской породой; аналогичные по цвету делювиальным отложениям, они отличаются слоистостью и сменой механического состава даже в пределах полутора-двухметровой толщи. При этом, если даже количество физической глины (сумма частиц меньше 0,01 мм) остается одинаковым по всему профилю, соотношение отдельных фракций резко меняется. Иногда преобладают фракции крупной или мелкой шыли, иногда крупного или мелкого песка. По количеству физической глины древнеаллювиальные отложения в восточной части зоны относятся к тяжелым и средним суглиникам, в западной части участка — к глинам, особенно в депрессиях.

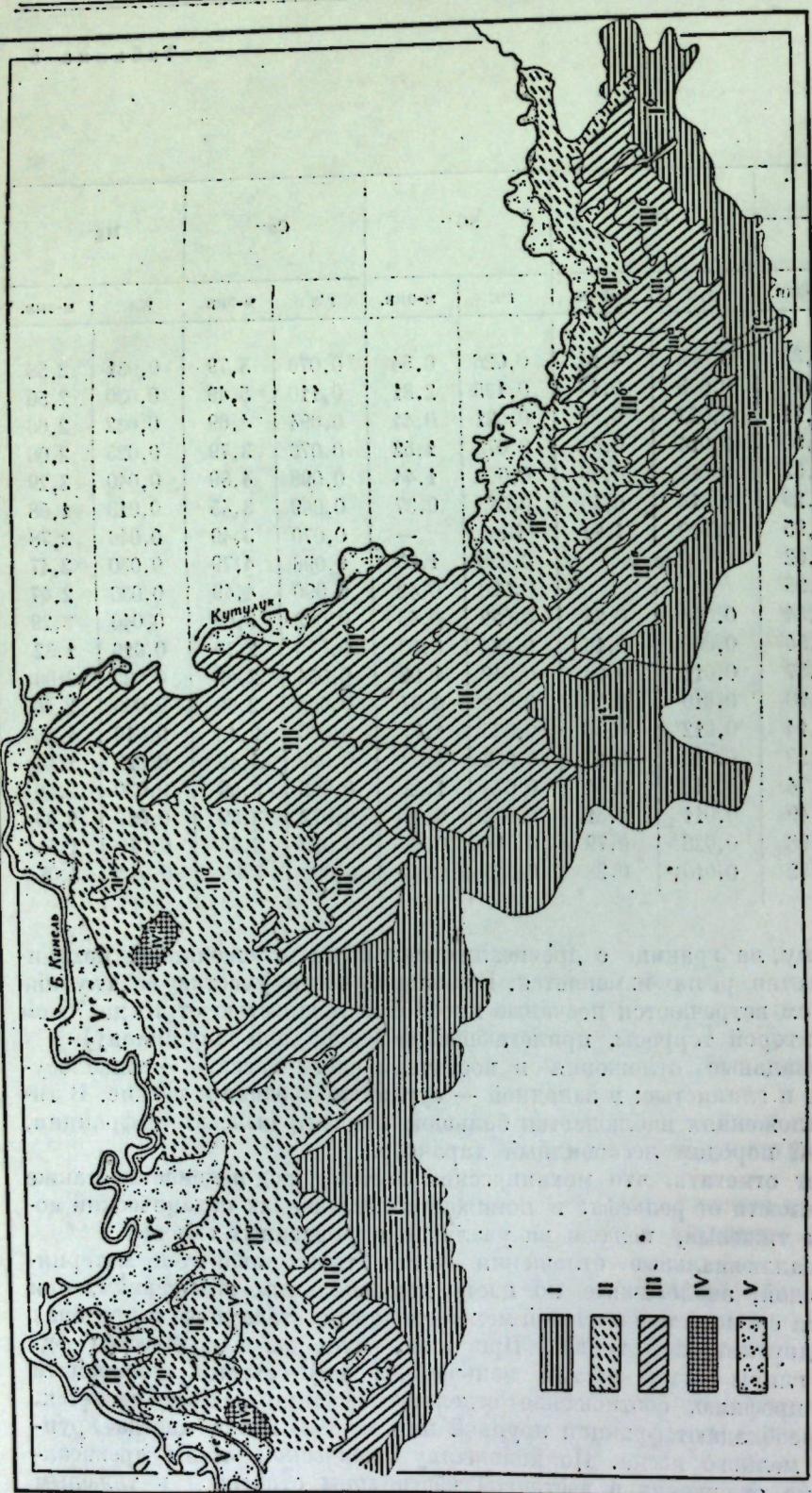


Рис. 7. Схема распределения почвообразующих и подстилающих пород (составлена по материалам изысканий 1933, 1935 и 1937 гг. почвоведами И. Н. Никаноровой и П. М. Новиковым, 1938):  
I — делювиальный; II — древний аллювий; III — делювий на красных глинях (серминская толща); IV — современный на аллювий; V — глинистые и тяжелосуглинистые отложения; б — среднесуглинистые; в — легкосуглинистые; с — супесчаные; д — пестчаные; е — песчаные.

Механический состав в пределах почвенного профиля различен как по общему содержанию частиц меньше 0,01 мм, так и по соотношению отдельных фракций. В большинстве случаев преобладают крупные фракции.

В пределах толщи, вскрытой двухметровыми почвенно-шурфами, в самой южной части участка, примерно до 70-й горизонтали, встречаются желто-бурые делювиальные отложения; севернее 70-й горизонтали, до линии магистрального канала, вскрываются слоистые древнеаллювиальные толщи, прикрытые чехлом делювия. Однако позднейшим исследованиям обнаружено присутствие древнего аллювия и выше 70-й горизонтали. Граница перехода делювия в аллювий не ясна. Мощность делювиального чехла на массиве орошения равняется в среднем 2 м.

Грунты восточной части участка несколько тяжелее по механическому составу; при этом в северной части участка послойная смена пород наблюдается значительно ближе к поверхности. Слоистое строение на высокой террасе обнаруживается в более глубоких горизонтах. Шурф № 132, заложенный на высокой надпойменной террасе в восточной части участка, вскрывает сравнительно однообразную по механическому составу толщу в пределах 4 м. Это среднесуглинистые отложения с содержанием физической глины от 33 до 39%, при однообразном составе фракции с большим содержанием иловатых частиц. Шурф № 131 вскрывает слоистые древнеаллювиальные отложения уже с глубины второго метра. Слой отличается чрезвычайно нестабильным распределением фракций.

Как делювиальные, так и древнеаллювиальные отложения в большинстве случаев суглинистые. Местами среди делювиальных суглинистых отложений встречаются и более легкие, по механическому составу супесчаные породы.

В связи с изменением механического состава пород меняется и их водный режим. В материалах Нижневолгопроекта весь профиль грунта разделяется по признакам естественной влажности на три зоны:

- 1) подвешенная капиллярная зона — поверхностные насыщенные водой слои мощностью от 0,5 до 1 м, в зависимости от механического состава пород;
- 2) зона полного капиллярного насыщения, залегающая непосредственно над грунтовыми водами;
- 3) зона неполного капиллярного насыщения (промежуточная между первой и второй).

Для глин мощность насыщенной зоны определена от 3 до 5 м, для суглиников — от 3 до 1 м и для супесей — меньше 1 м (в отдельных местах, сложенных тяжелыми породами — глинями, мощность насыщенной зоны достигает 7—10 м). При подъеме грунтовых вод мощность третьей зоны, естественно, будет уменьшаться, так что в местах с близким к поверхности залеганием грунтовых вод возможно смывание их с капиллярно подвешенной зоной.

**Засоленность материнских и подстилающих пород.** Первое представление о засоленности грунтов дают видимые выделения солей. В пределах двухметровой толщи в грунтах зоны самотечного орошения Кутулукского участка встречаются главным образом выделения карбонатов щелочных земель. Лишь в отдельных местах обнаружены скопления гипса. Максимальное скопление карбонатов в виде лжемицелия, распыленных мелких точек, белесоватых мучнистых скоплений, примазок, потеков по трещинам и белоглазки наблюдается на глубине 60—150 см. О количестве и распределении карбонатов в нижней части почвенного профиля можно судить по данным определения  $\text{CO}_2$ , приведенным в табл. 6.

Таблица 6  
Содержание  $\text{CO}_2$  в грунтах Кутулукского участка

№ разреза	Глубина взятия образца, см	$\text{CO}_2$ , %	№ разреза	Глубина взятия образца, см	$\text{CO}_2$ , %	№ разреза	Глубина взятия образца, см	$\text{CO}_2$ , %
42	50—55	Следы	1061	36—41	0,99	4101	35—40	2,20
	160—165	4,47		86—91	1,32		110—115	6,73
	195—200	2,23		135—140	2,94		145—150	5,41
556	65—70	0,19	1058	19—24	0,47	140	50—55	0,08
	140—145	2,43		92—97	6,94		65—70	2,56
	190—195	1,28		185—190	1,93		115—120	6,95
571	3—8	0,07	38	60—65	0,51	25	13—18	2,80
	64—69	7,61		90—95	1,00		120—125	9,00
	195—200	3,00		130—135	1,22		165—170	6,01
1061	15—20	0,14				114M	30—65	5,40
	30—35	0,99					155—160	5,66

Максимум карбонатов обычно приурочен ко второму метру. Исключение составляют супеси и пески, в которых не всегда встречаются видимые выделения карбонатов. Видимые выделения сульфатов встречены на территории участка в единичных случаях. Содержание сульфатов обычно выражается в сотых долях процента  $\text{SO}_4^{2-}$ , как это видно по данным определения в 10%-ной солянокислой вытяжке из образцов некоторых скважин (табл. 7).

Таблица 7

Данные определения  $\text{SO}_4^{2-}$  в 10%-ной солянокислой вытяжке

№ скважины	Глубина взятия образца, см	$\text{SO}_4^{2-}$ , %	$\text{SO}_4^{2-}$ , м-экв.	№ скважины	Глубина взятия образца, см	$\text{SO}_4^{2-}$ , %	$\text{SO}_4^{2-}$ , м-экв.
32	55—60	Нет	—	60	670—690	Нет	—
	100—105	Следы	—		690—720	»	—
	150—155	»	—		60—65	Следы	—
	196—210	0,046	0,95		100—105	»	—
	290—310	Следы	—		160—180	0,017	0,35
	450—470	0,067	1,39		220—240	0,030	0,62
	550—570	0,058	1,20		260—280	Следы	—
	810—830	0,065	1,35		360—380	»	—
	930—950	0,092	1,91		400—420	»	—
	970—1000	0,444	9,25		75—80	0,021	0,43
59	43—48	0,036	0,75	61	170—175	Следы	—
	125—130	0,030	0,62		240—260	Нет	—
	170—190	Следы	—				
	270—290	Нет	—				
	330—350	»	—				
	490—510	»	—				

Качественные определения  $\text{Cl}^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  во время полевых исследований в большинстве случаев давали отрицательные результаты или обнаруживали незначительные количества этих анионов, что подтверждается и данными анализа водных вытяжек.

Для характеристики засоленности отложений на третьей и второй надпойменных террасах рек Кутулука и Б. Кинеля приводим данные анализов водных вытяжек, являющихся материальными породами (табл. 8).

Таблица 8

Данные анализа водных вытяжек из материальных и подстилающих пород на высоких надпойменных террасах рек Кутулука и Б. Кинеля

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Сухой остаток, %	Прокаливаний остаток, %	$\text{CO}_2$ , %	Щелочность в $\text{HCO}_3^-$				$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$		
					общая		от бикарбонатов					
					$\text{Ca} + \text{Mg}$	$\text{K} + \text{Na}$	$\text{Mg}$ -экв.	$\text{M}-\text{экв.}$				
102	30—40	0,088	0,036	Нет	0,046	0,75	0,033	0,54	0,013	0,21		
	120—130	0,057	0,028	»	0,039	0,63	0,029	0,47	0,010	0,16		
	200—210	0,071	0,041	»	0,037	0,60	0,020	0,33	0,017	0,27		
132	40—45	0,061	0,031	Нет	0,026	0,43	0,014	0,24	0,012	0,19		
	100—105	0,087	0,056	»	0,032	0,52	0,025	0,41	0,007	0,11		
	215—220	0,088	0,055	»	0,035	0,57	0,028	0,45	0,007	0,11		
	335—340	0,055	0,034	»	0,038	0,62	0,031	0,51	0,007	0,11		
114M	35—40	0,085	0,042	Нет	0,041	0,67	0,029	0,48	0,012	0,19		
	85—90	0,092	0,074	»	0,040	0,65	0,033	0,54	0,007	0,11		
	200—205	0,107	0,054	»	0,068	1,11	0,012	0,19	0,056	0,92		
10	35—40	0,056	0,040	Нет	0,028	0,45	0,016	0,26	0,012	0,19		
	120—125	0,043	0,025	»	0,035	0,57	0,025	0,41	0,010	0,16		
	195—200	0,055	0,035	»	0,032	0,52	0,025	0,41	0,007	0,11		
131	64—69	0,065	0,031	Нет	0,014	0,22	0,007	0,11	0,007	0,08		
	125—130	0,042	0,022	»	0,024	0,39	0,017	0,28	0,007	0,11		
	235—240	0,044	0,028	»	0,029	0,47	0,023	0,38	0,006	0,10		
	295—300	0,046	0,030	»	0,027	0,44	0,020	0,33	0,007	0,11		
	400—405	0,051	0,027	»	0,030	0,49	0,023	0,38	0,007	0,11		

На основании данных анализов можно считать, что породы в общем не засолены. Величина плотного остатка в верхних слоях грунтов в большинстве случаев не превышает сотых долей процента, причем потеря от прокаливания достигает 50%. Только в одном случае (разр. 114) сухой остаток достигает 0,1%. Разрез этот заложен в понижении второй надпойменной террасы Кутулука. Сода везде отсутствует. Общая щелочность незначительна — от 0,02 до 0,06% — и обусловлена преимущественно бикарбонатами щелочно-земельных металлов. Лишь местами на глубине 2 м (разр. 114) преобладают бикарбонаты калия и натрия.

Величина хлоридов измеряется тысячными долями процента при довольно равномерном распределении по профилю. Количество  $\text{SO}_4^{2-}$  колеблется в пределах 0,1—0,4 м-экв., причем сернокислые соли преобладают над хлористыми. Исключение составляет разрез 131, в котором заметно накопление  $\text{SO}_4^{2-}$  на глубине 64—69 см (0,83 м-экв.) и неравномерное распределение сернокислых солей по профилю. Это явление, повидимому, связано с послойным изменением состава подстилающих пород. Таким образом, можно утверждать, что грунты верхних террас практически свободны от легкорастворимых солей. Очевидно, они промыты и легко-растворимые соли вынесены из них грунтовыми водами.

Таблица 9

Препар ат	Горизонт и глубина запаха, см	Еди- ница изме- рения	Сухой остаток	Прока- лениный остаток	Щелочность						Сумма K + Na по раз- ности ног			
					общая, в $\text{CO}_3^{\text{H}}$		частная		$\text{Cl}^-$					
					K + Na	$\text{Ca} + \text{Mg}$	K + Na	$\text{Ca} + \text{Mg}$	K + Na	$\text{Ca} + \text{Mg}$	K + Na	$\text{Ca} + \text{Mg}$		
3046	B 40—50	% м-экв.	0,039	0,016	Нет	0,014 0,22	0,006 0,008	0,008 0,13	0,005 0,14	0,013 0,27	0,004 0,02	0,63	0,28	
	B 85—95	% м-экв.	0,054	0,013	»	0,033 0,54	0,008 0,13	0,025 0,41	0,006 0,16	0,009 0,18	0,002 0,44	0,08	0,28	
C 120—130	% м-экв.	0,052	0,015	»	0,033 0,54	0,007 0,11	0,026 0,43	0,004 0,11	0,010 0,20	0,011 0,54	0,001 0,014	0,60	0,28	
C 195—200	% м-экв.	0,050	0,016	»	0,026 0,42	0,008 0,13	0,008 0,29	0,005 0,14	0,010 0,20	0,010 0,54	0,001 0,08	0,85	0,23	
	B 50—60	% м-экв.	0,075	0,055	Нет	0,035 0,57	0,008 0,13	0,008 0,44	0,006 0,16	0,011 0,22	0,009 0,44	0,001 0,08	0,95	0,52
BC 90—100	% м-экв.	0,060	0,025	»	0,039 0,63	0,014 0,18	0,028 0,45	0,006 0,16	0,011 0,22	0,003 0,39	0,001 0,24	1,01	0,63	
D 230—240	% м-экв.	0,071	0,030	»	0,040 0,65	0,008 0,13	0,032 0,52	0,011 0,18	0,011 0,31	0,009 0,34	0,001 0,32	1,44	0,66	
B <sub>1</sub> 40—50	% м-экв.	0,066	0,048	Нет	0,020 0,32	0,010 0,16	0,010 0,16	0,007 0,20	0,013 0,27	0,013 0,69	0,001 0,08	0,79	0,77	
B <sub>3</sub> 100—110	% м-экв.	0,070	0,019	»	0,023 0,37	0,007 0,11	0,016 0,26	0,007 0,20	0,013 0,27	0,013 0,64	0,001 0,08	0,84	0,72	
C 425—435	% м-экв.	0,067	0,018	»	0,036 0,59	0,007 0,11	0,029 0,48	0,006 0,16	0,014 0,29	0,016 0,79	0,002 0,16	1,40	0,40	
B <sub>1</sub> 30—40	% м-экв.	0,095	0,035	Нет	0,041 0,67	0,022 0,22	0,043 0,33	0,006 0,16	0,010 0,20	0,017 0,60	0,002 0,04	1,40	0,95	
B <sub>3</sub> 60—70	% м-экв.	0,080	0,020	»	0,044 0,72	0,014 0,22	0,030 0,50	0,006 0,16	0,014 0,22	0,017 0,84	0,002 0,16	1,40	0,40	
B <sub>3</sub> 95—100	% м-экв.	0,166	0,042	»	0,050 0,82	0,022 0,35	0,028 0,46	0,007 0,20	0,031 0,27	0,061 0,44	0,003 0,24	2,29	0,68	
C 445—450	% м-экв.	0,145	0,065	»	0,053 0,86	0,024 0,39	0,029 0,47	0,006 0,16	0,011 0,22	0,016 0,80	0,002 0,16	1,24	0,96	
D 250—260	% м-экв.	0,084	0,020	»	0,049 0,80	0,016 0,26	0,033 0,54	0,006 0,16	0,011 0,22	0,016 0,79	0,002 0,16	1,48	0,95	
													0,23	

Данные анализа водных вытяжек из почво-грунтов первых надпойменных террас рек Кутулука и Б. Кимши

Таблица 9 (продолжение)

Препар ат	Горизонт и глубина запаха, см	Еди- ница изме- рения	Сухой остаток	Прока- лениный остаток	Щелочность						Сумма K + Na по раз- ности ног			
					общая, в $\text{CO}_3^{\text{H}}$		частная		$\text{Cl}^-$					
					K + Na	$\text{Ca} + \text{Mg}$	K + Na	$\text{Ca} + \text{Mg}$	K + Na	$\text{Ca} + \text{Mg}$	K + Na	$\text{Ca} + \text{Mg}$		
3050	B <sub>1</sub> 35—45	% м-экв.	0,080	0,024	Нет	0,037 0,60	0,014 0,22	0,023 0,38	0,006 0,16	0,007 0,14	0,015 0,74	0,001 0,08	0,90	0,82
	B <sub>3</sub> 100—110	% м-экв.	0,050	0,015	»	0,037 0,60	0,013 0,21	0,024 0,39	0,006 0,16	0,007 0,14	0,012 0,59	0,003 0,24	0,50	0,07
C 180—190	% м-экв.	0,090	0,060	»	0,049 0,80	0,021 0,34	0,028 0,46	0,006 0,16	0,014 0,29	0,006 0,29	0,002 0,16	0,002 0,16	1,25	0,45
D 270—280	% м-экв.	0,068	0,020	»	0,055 0,90	0,029 0,47	0,026 0,43	0,007 0,20	0,008 0,16	0,007 0,49	0,003 0,24	0,003 0,24	1,26	0,53
B <sub>1</sub> 35—45	% м-экв.	0,090	0,025	Нет	0,021 0,34	0,011 0,18	0,010 0,22	0,006 0,16	0,015 0,31	0,014 0,69	0,001 0,08	0,81	0,77	
B <sub>3</sub> 100—110	% м-экв.	0,084	0,030	»	0,036 0,59	0,014 0,22	0,022 0,37	0,005 0,14	0,024 0,20	0,012 0,50	0,001 0,08	1,23	0,67	
C 140—150	% м-экв.	0,120	0,068	»	0,049 0,80	0,025 0,41	0,025 0,39	0,007 0,20	0,032 0,66	0,008 0,24	0,001 0,08	1,66	0,47	
C 190—200	% м-экв.	0,135	0,080	»	0,060 0,98	0,037 0,60	0,023 0,38	0,007 0,20	0,024 0,50	0,024 0,66	0,009 0,08	1,68	0,52	
D 255—265	% м-экв.	0,114	0,060	»	0,062 1,01	0,032 0,52	0,030 0,49	0,006 0,16	0,022 0,45	0,022 0,44	0,001 0,08	1,62	0,52	
B <sub>3</sub> 90—100	% м-экв.	0,114	0,056	Нет	0,042 0,68	0,012 0,19	0,030 0,49	0,007 0,20	0,041 0,22	0,016 0,79	0,001 0,08	1,40	0,87	
C 140—150	% м-экв.	0,114	0,060	»	0,060 0,98	0,026 0,43	0,034 0,56	0,008 0,22	0,016 0,33	0,013 0,64	0,003 0,24	1,53	0,88	
C 190—200	% м-экв.	0,110	0,060	»	0,055 0,90	0,024 0,39	0,024 0,51	0,007 0,20	0,029 0,60	0,007 0,74	0,003 0,24	1,70	0,98	

Таблица 9 (продолжение)

№ разреза	Горизонт и глубина выемки, см	Ближайшее наименование	Сухой остаток	Проницаемый остаток	Щелочность				Ca + Na Ca + Mg	Сумма K + Na апно- нов по раз- ности					
					общая в CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		частичн.	K + Na							
					общая в HCO <sub>3</sub>	в CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>									
3053	B <sub>1</sub> 40—50	% м-эки.	0,088	0,028	Нет	0,045	0,014	0,031	0,002	1,18	1,10	0,08			
	B <sub>2</sub> 70—80	% м-эки.	0,092	0,035	*	0,73	0,021	0,51	0,002	1,43	0,75	0,68			
	BC 100—110	% м-эки.	0,140	0,080	*	0,98	0,34	0,64	0,002	1,61	0,75	0,86			
	C 125—135	% м-эки.	0,114	0,060	*	1,16	0,071	0,43	0,007	1,50	0,57	0,93			
	C 160—170	% м-эки.	0,084	0,048	*	1,06	0,054	0,41	0,008	1,54	0,16	1,28			
3054	B <sub>1</sub> 50—60	% м-эки.	0,090	0,036	Нет	0,049	0,013	0,036	0,007	0,018	0,001	1,27	0,97	0,30	
	B <sub>2</sub> 100—110	% м-эки.	0,080	0,048	*	0,80	0,21	0,59	0,008	0,012	0,002	1,33	0,55	0,78	
	C 190—200	% м-эки.	0,094	0,060	*	0,88	0,054	0,54	0,006	0,017	0,002	1,39	0,65	0,74	
	D 270—280	% м-эки.	0,080	0,028	*	0,88	0,044	0,31	0,008	0,021	0,014	0,08	1,37	0,62	0,75
	B <sub>1</sub> 35—45	% м-эки.	0,072	0,032	Нет	0,041	0,014	0,030	0,008	0,018	0,001	1,05	0,97	0,08	
	BC 90—100	% м-эки.	0,080	0,030	*	0,67	0,18	0,49	0,022	0,16	0,003	0,08	1,45	0,73	0,72
	BC 130—140	% м-эки.	0,112	0,056	0,003	0,91	0,056	0,36	0,016	0,37	0,008	0,003	1,74	0,63	1,11
	D 240—250	% м-эки.	0,109	0,054	Нет	1,16	0,071	0,43	0,012	0,33	0,006	0,001	1,52	0,37	1,15
	D 330—340	% м-эки.	0,103	0,030	*	0,64	0,040	0,24	0,010	0,28	0,006	0,001	1,64	0,57	1,07

Грунты первой надпойменной террасы Кутулуга (табл. 9) минерализованы несколько сильнее, чем высоких террас. Плотный остаток в большинстве случаев приближается к 0,1%. Здесь почти во всех случаях сода отсутствует. Общая щелочность колеблется в пределах от 0,02 до 0,07%; она обусловлена чаще всего щелочно-земельными металлами. Легко-растворимые соли присутствуют в несколько больших количествах, чем в породах высоких террас, причем иногда величина Cl больше SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> или равна ей, например в разрезах 3050, 3053. Щелочные металлы присутствуют всегда в небольших количествах, и их максимум совпадает с наибольшим содержанием SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> в грунтах.

Наибольшее засоление наблюдается в грунтах депрессий (табл. 10), где уже на глубине 0,5 м имеется повышенное количество сухого остатка за счет сернокислых солей (разрезы 5, 235A, 429).

Величина сухого остатка во всех исследованных точках депрессий уменьшается книзу, и наименьшая величина его наблюдается в материнской породе. Подстилающие породы, более легкого механического состава, имеют сухой остаток 0,09%. Очень часто наблюдается присутствие в горизонте В в небольших количествах соды (разрезы 571, 5, 235A и др.) при значительных иногда количествах SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Общая щелочность здесь достигает 2—3 м-экв. и обусловливается главным образом бикарбонатами щелочных металлов.

В условиях орошающего хозяйства возможное в некоторых местах смыкание грунтовых вод с поверхностными, естественно, может вызвать изменение солевого режима грунтов в смысле поднятия солей к поверхности. Поэтому в процессе освоения необходимо тщательное наблюдение за изменениями солевого режима почво-грунтов, особенно в местах, где грунтовые воды залегают близко от поверхности.

Породы, слагающие массив, по данным гидрогеологических исследований (Кондратьев, Семенов, 1935), имеют для чистых глин коэффициент фильтрации 0,049 м/сутки; для прослоев глини, суглинков и супесей коэффициент фильтрации колеблется в пределах от 0,293 до 1,79 м/сутки, а в среднем 0,86 м/сутки, что соответствует примерно суглинкам. Для песков и супесей коэффициент фильтрации равен 1,64 м/сутки.

### III. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ КУТУЛУКСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ

#### Рабочая гипотеза о генезисе и эволюции террасовых почв черноземной полосы Заволжья

В настоящей работе мы ставим себе задачей осветить условия формирования и эволюции террасовых почв среднего Заволжья. С этой целью мы пользуемся материалами, накопленными нами до 1940 г., при работе в Нижневолго-проекте, а также данными, полученными в последующие годы работы на тех же объектах местного стока.

Террасовые почвы черноземной полосы Заволжья характеризуются особенностями, присущими только почвам речных долин, как образованием более молодого возраста по сравнению с почвами водораздельных сырьютовых пространств.

Многие исследователи (Докучаев, Захаров, Иозефович, Неуструев, Прасолов, Томашевский, Шульц) проводят различие между почвами, формирующими на террасах рек, и почвами водораздельных пространств. В своих работах по Заволжью мы также ограничивали террасовые почвы от аналогичных почв сырьютовых пространств, стремясь уловить существующие между ними различия, и высказали некоторые соображения

Данные анализа водных вытяжек в почво-грунтах солонцовых депрессий

№ разре- за	Горизонт и глубина взятия образца, см	Сухой остаток, % при про- изводст- вии	Остаток от норм. карбо- натов в CO <sub>2</sub> , %	Щелочность				Cl <sup>-</sup>				SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>			
				от бикарбонатов в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		K + Na		Общий в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		Cl <sup>-</sup>		M-элю.		M-элю.	
				Ca + Mg	%	N-элю.	%	M-элю.	%	M-элю.	%	M-элю.	%	M-элю.	%
5	A 0—4 B <sub>1</sub> 5—10 B <sub>2</sub> 30—35 C 100—105 D 200—205	0,434 0,347 1,094 0,495 0,051	0,063 0,220 0,949 0,495 0,004	Her — — — —	0,013 0,070 0,038 0,030 0,020	0,22 1,40 0,62 0,50 0,33	0,031 0,055 0,425 0,448 0,094	0,50 0,90 2,05 2,40 1,49	0,044 0,125 0,163 0,178 0,141	0,72 2,00 2,67 2,90 1,82	0,007 0,008 0,008 0,005 0,005	0,20 0,23 0,23 0,23 0,14	0,045 0,203 0,588 0,056 0,042	0,31 4,20 12,25 1,16 0,87	
235	A+B <sub>1</sub> 0—15 B <sub>1</sub> 20—25 B <sub>2</sub> 65—70 C <sub>1</sub> 135—140 C <sub>2</sub> 195—200 D <sub>1</sub> 335—340	0,294 2,459 0,246 0,416 0,064 0,034	0,155 1,780 0,010 0,007 — —	Her — 0,33 0,23 0,037 0,028 Следы	— 0,004 0,016 0,28 0,422 0,61 0,019	0,07 0,26 0,28 0,400 0,61 0,46	0,070 0,024 0,20 0,056 0,019 0,31	1,44 0,39 0,140 0,148 0,91 0,047	0,074 0,040 0,140 0,005 0,003 0,77	1,21 0,65 2,28 1,90 1,52 0,004	0,018 0,008 0,005 0,005 0,007 0,11	0,50 0,22 0,14 0,14 0,20 0,11	0,077 1,277 1,277 0,098 0,102 0,047	1,60 26,60 2,04 2,40 1,16 0,97	
439	A+B <sub>1</sub> 0—10 B <sub>2</sub> 15—20 B <sub>3</sub> 35—40 C 80—85 D <sub>3</sub> 190—195	0,593 0,320 0,486 0,063 0,092	0,310 0,218 0,107 0,039 0,055	Нет — 0,56 — —	— 0,048 0,023 0,90 0,023 0,025	0,80 0,38 0,416 0,39 0,41	0,294 0,38 4,90 0,27 0,27	4,80 4,90 0,139 0,079 0,042	0,342 2,28 0,009 0,008 0,005	5,60 2,28 0,25 0,22 0,14	0,029 0,009 0,009 0,005 0,005	0,81 0,25 0,089 0,047 0,025	Не опред. 4,85 0,97 0,35 0,52		
443	A 0—2 B <sub>1</sub> 2—40 B <sub>2</sub> 23—28 B <sub>3</sub> 65—70 C 200—205	0,103 0,740 0,815 0,233 0,070	0,058 0,554 0,698 0,451 0,032	Нет — 1,07 0,50 —	0,033 0,020 0,040 0,009 0,031	0,54 0,30 0,60 0,20 0,51	0,024 0,147 2,40 0,120 0,009	0,39 0,30 2,40 1,90 0,14	0,057 0,204 0,187 0,129 0,040	0,93 3,30 3,00 2,40 0,65	0,009 0,032 0,014 0,008 0,004	0,25 0,90 0,39 0,22 0,14	0,028 0,147 0,387 0,023 0,020	0,58 2,40 8,00 0,47 0,41	
429	A 0—1 B <sub>1</sub> 1—8 B <sub>2</sub> 17—22 B <sub>3</sub> 25—35 B <sub>4</sub> 70—75 BC 100—105	0,430 0,545 0,882 2,478 0,234 0,154	0,080 0,313 0,606 2,190 0,194 0,117	Нет — — — 0,40 0,010	— 0,024 0,097 0,033 0,017 0,33	0,34 1,59 0,60 0,23 0,30 0,020	0,036 0,055 0,108 0,026 0,155 0,120	0,59 0,90 1,70 0,42 2,50 0,172	0,057 0,152 0,141 0,040 0,055 0,150	0,93 2,49 2,30 0,65 2,80 2,46	0,005 0,009 0,014 0,008 0,005 0,005	0,14 0,25 0,39 0,31 0,14 0,14	0,008 0,041 0,261 1,348 0,022 0,006	0,16 0,85 5,80 8,00 0,45 0,12	
571	28—33 64—69 195—200	1,420 0,690 0,033	— — —	— 0,032 0,004	0,025 1,08 —	— — —	— — —	— — —	— — —	0,178 0,137 0,054	2,97 2,24 0,89	0,003 0,003 0,014	0,08 0,034 0,40	0,727 0,72 0,23	
556	0—5 20—25 110—115 120—125	0,472 0,496 0,280 0,372	— — — —	Нет — — —	— 0,009 0,063 0,020 0,035	0,45 1,04 0,49 0,58	0,036 0,045 0,040 0,076	1,09 1,73 1,15 1,24	0,676 0,108 0,070 0,111	1,24 1,77 1,15 1,82	0,001 0,002 0,001 0,004	0,02 0,05 0,02 0,11	0,008 0,04 0,030 0,023	15,45 0,85 5,80 8,00 0,45 0,12	
557	36—41 125—130 195—200	0,546 0,426 0,168	— — —	Не опред. » »	— 0,023 0,046	— — —	— 0,045 0,027	— 0,73 0,44	— 0,137 0,073	2,75 1,11 1,19	0,002 0,068 0,032	0,06 0,02 0,06	Не опред. 0,08 1,33 0,62 0,47	0,58 2,40 8,00 0,41	

относительно генезиса террасовых почв. Соображения эти сводятся в общих чертах к следующему.

Положительные элементы рельефа речных террас после выхода их из-под воды покрываются влаголюбивой луговой растительностью; здесь формируются луговые почвы, в той или иной мере заболоченные, а также, вероятно, и слабо засоленные. С постепенным понижением уровня грунтовых вод луговые почвы лишаются избыточного увлажнения, претерпевая при этом непрерывные изменения: в верхней части почвы временами уже возникают исходящие токи атмосферной воды; на определенной глубине скапливаются видимые углекислые и сернистые соли кальция, создаются новые органические и органо-минеральные коллоиды, происходит окисление продуктов почвообразования, создается и оформляется структура — формируются генетические горизонты черноземов идентичных луговых почв. Далее роль исходящих токов воды возрастает, углесоли и сульфаты отлагаются в более четких формах на соответствующих глубинах; меняется характер растительности: среди луговых появляются степные формации, которые постепенно сменяют луговую растительность. Кроме того, здесь появляются землерои, количество которых возрастает по мере обсыхания территории. Деятельность землероев способствует аэрации почвы и увеличивает мощность ее гумусированного слоя. Грунтовые воды продолжают опускаться, и роль их в почвообразовании, постепенно уменьшаясь, теряется. Все эти изменения приводят к развитию черноземов обыкновенных террасовых, которые по мере их остеинения приобретают все признаки и свойства черноземов водораздельных пространств.

Известно, что первые надпойменные террасы выплыли из-под воды в более близкую к нам геологическую эпоху, чем вторые и третьи террасы. В отдельных местах верхние слои отложений первых надпойменных террас еще и в настоящее время спорадически и непродолжительно находятся под тем или иным воздействием грунтовых вод. Развивающиеся в таких местах черноземы представляют собой переходную стадию между черноземовидными луговыми почвами и черноземами — это начальное звено черноземов террасовых. Такие черноземы имеют своеобразные морфологические признаки, и химический состав их иногда существенно отличается от состава черноземов водораздельных пространств: в нижней части почвенного профиля, на глубине 150—200 см, хорошо видны признаки раскислительных процессов; местами наблюдается слабая солонцеватость и некоторая засоленность почвы на глубине 80—100 см. На большей же части территории первых надпойменных террас верхние слои отложений уже свободны от влияния грунтовых вод, на глубине примерно 100 см наблюдается «мертвый» горизонт, кайма капиллярного смачивания находится ниже 2 м от поверхности, высота поднятия воды по капиллярам в подстилающих слоистых наносах обычно не больше 1,5 м от уровня грунтовой воды; следовательно, грунтовые воды утрачивают роль фактора в почвообразовательном процессе. Здесь уже в полной мере выражены все основные признаки и свойства черноземов обыкновенных, хотя связь их с предшествующим звеном, несомненно, улавливается: почвы эти перерыты землероями, имеют сравнительно немного гумуса, на отдельных участках встречаются слабосолонцеватые почвы или же почвы с реликтовыми признаками солонцеватости, в нижней части профиля (ниже 150 см) еще заметны признаки затухающих раскислительных процессов.

Таким образом, для черноземов первых надпойменных террас, где главнейшие черты обыкновенных черноземов уже выражены четко, термин «террасовые», по нашему мнению, является особенно ценным и вполне

оправданным дополнением к основному определению почвы, так как он, характеризуя генезис черноземов обыкновенных террасовых, указывает на своеобразное строение и химизм этих почв.

Вторые надпойменные террасы вышли из-под воды в весьма отдаленном прошлом. На малых реках среднего Заволжья поверхность вторых террас имеет более резко выраженные уклоны (0,003—0,006), а потому верхний слой отложений по выходе из-под воды, возможно, не испытывал длительного увлажнения. Грунтовые воды здесь уже давно потеряли свое влияние на поверхностные горизонты почвы; развивающиеся черноземы настолько остеинены, что почти не отличаются от черноземов водораздельных пространств. На современной стадии процесса почвообразования термин «террасовые» для этих черноземов уже теряет свое значение. Однако этим почвам и в настоящее время свойственны следующие признаки: меньшее содержание гумуса (по сравнению с водораздельными черноземами), связанное с возрастом этих почв, значительная перерытость землероями, нередко сниженная линия вскипания, указывающая, повидимому, на некоторую засоленность в прошлом (Ковда, 1932), наличие повышенного увлажнения грунтов ниже двухметровой толщи, иногда даже с железистыми и марганцовыми выделениями. Следовательно, черноземы вторых террас хотя и имеют признаки обыкновенных черноземов, но все же не представляют полной аналогии с черноземами обыкновенными водораздельных пространств. Поэтому дополнительное определение «террасовые» говорит не только о положении этих почв в отношении геоморфологического элемента, но и подчеркивает те условия формирования почвы, которые, хотя и в очень слабой степени, сохраняются по настоящее время. Уловить отличие черноземов вторых надпойменных террас от черноземов подорадела иногда бывает затруднительно. Еще труднее, вернее, даже невозможно, отличить черноземы третьей надпойменной террасы от черноземов водораздельных пространств.

При мелиоративном районировании черноземы обыкновенные террасовые не только первых, но и вторых террас не должны ставиться в одну мелиоративную группу с черноземами обыкновенными водораздельных пространств; это достаточно полно обосновано в работе Н. А. Качинского по Приволжскому и Чапаевскому районам, а также в работах других исследователей Заволжья (Прасолова, Соловьева, Никаноровой, Новикова).

Мы считаем естественным и совершенно необходимым выделение черноземов террасовых как самостоятельных, равноправных таксономических групп.

Критикуя наши соображения о генезисе террасовых черноземов, почвовед Боровский (1933) пишет, что «черноземы обыкновенные не могут быть террасовыми, и наоборот». Бессспорно, черноземы обыкновенные водораздельных пространств не могут быть террасовыми. Обратное же утверждение, что черноземы террасовые не могут быть обыкновенными, на наш взгляд, безусловно, ошибочно, так как приводит к положению, что террасовый чернозем, сформировавшийся в определенных геоморфологических и гидрогеологических условиях, не претерпевает в дальнейшем никаких изменений, хотя первоначальные условия его формирования непрерывно изменяются, приближаясь к условиям развития черноземов водораздельных пространств. Необходимо помнить указания Л. И. Прасолова (1932) на разнообразные сочетания и различные переходные формы «типичных» черноземов, в частности на переходы «к и о в ы м ф а з а м п о ч в о о б р а з о в а н и я (разрядка насыпь.—П. Н.), связанным с понижением уровня грунтовых вод (долинные или террасовые черноземы).»

П. М. НОВИКОВ

В цитируемой работе Л. И. Прасолов подчеркивает ту динамичность, подвижность, которая действительно имеет место в природе при возникновении, формировании и непрерывном развитии почвы.

В. Р. Вильямс с исключительной ясностью показал, как «под покровом растительности луговой (черноземной) степи протекает процесс накопления в почве органических остатков и перегноя» (1946).

Несомненно, долинные или террасовые черноземы, развивающиеся в зоне распространения черноземов обыкновенных, при остеинии с течением времени приобретают все свойства, присущие черноземам обыкновенным водораздельных пространств; террасовые черноземы, развивающиеся в зоне распространения южных черноземов, при остеинии также приобретают и сохраняют все признаки типичных водораздельных южных черноземов, что отражено в ряде наших работ по Заволжью, уже частично использованных в работе П. Е. Соловьева (1938).

Таким образом, развитие почв на положительных элементах рельефа в долинах рек черноземной полосы нам представляется идущим по следующей схеме: луговые почвы → черноземовидные луговые почвы — черноземы обыкновенные (или южные) террасовые.

После обсыхания положительных элементов рельефа на террасах рек пониженные места с затрудненным поверхностным стоком еще долгое время оставались покрытыми водой. Такие места сохраняются до настоящего времени в виде озер, лиманов, заболоченных западин или же засоленных депрессий. Здесь формирование и эволюция почв происходит в более сложных гидроморфных условиях; главнейшие направления в развитии почв в таких местах, по нашему мнению, можно представить следующими рядами:

I. Лугово-болотные почвы → луговые почвы → черноземовидные луговые почвы → черноземы обыкновенные террасовые.

II. Лугово-болотные почвы солончаковые → луговые почвы солончаковые (или же солоцеватые) → черноземовидные луговые почвы солончаковые (или солоцеватые) → черноземы террасовые солончаковые (или солоцеватые) → черноземы обыкновенные террасовые (или осоледелые).

III. Солончики → солоцы-солончики (или же луговые почвы солончаковые или солоцеватые) → солоцы (или же луговые черноземовидные почвы солончаковые или солоцеватые) → солоцы осоледевающие (или же черноземы террасовые солончаковые или солоцеватые) → солоди (или же черноземы обыкновенные террасовые или черноземы террасовые осоледелые).

Ниже приводится схема развития террасовых почв среднего Заволжья.

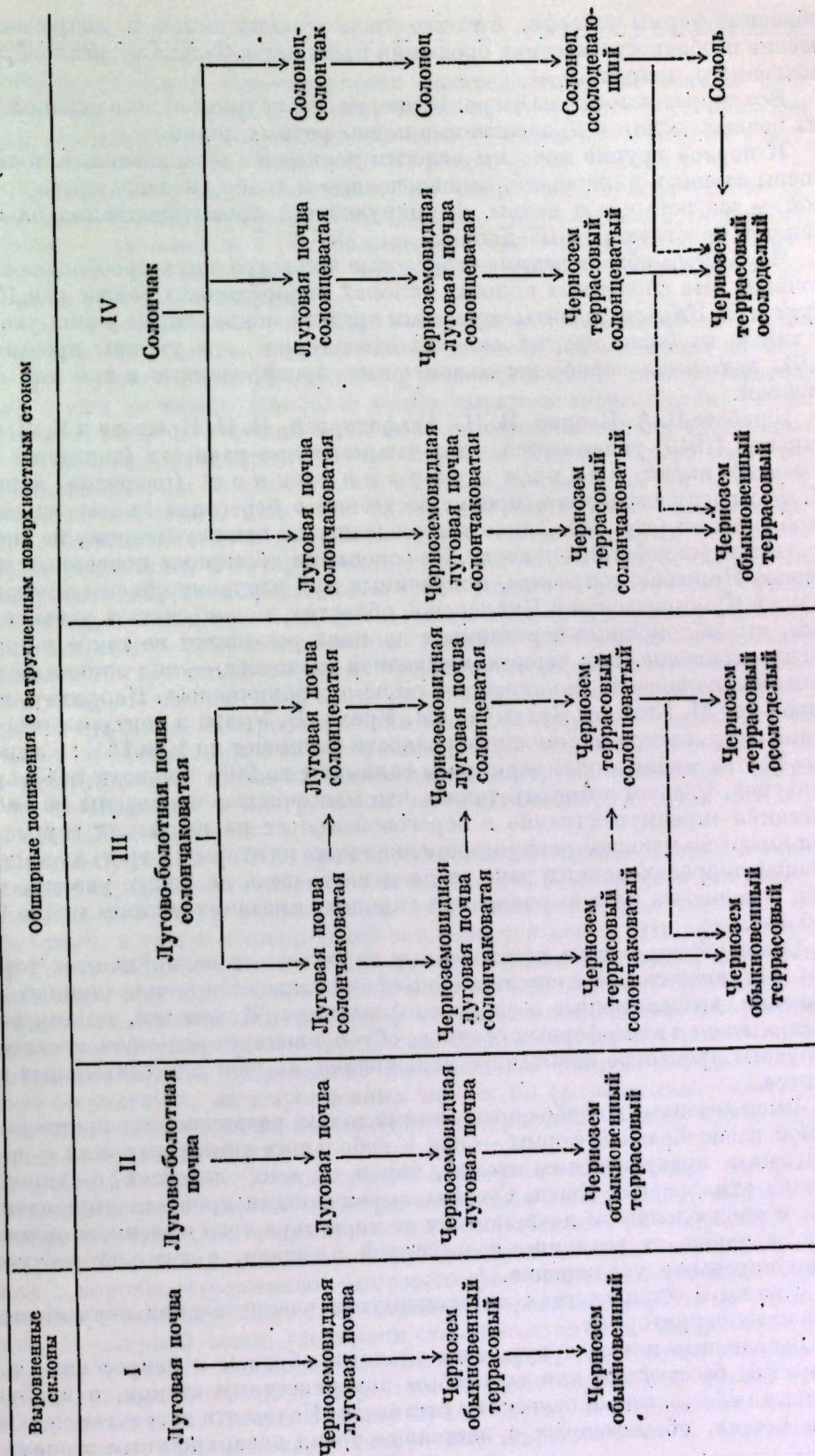
В эволюции этих почв могут играть роль различные условия, как-то: химический состав грунтовых вод, глубина залегания, периодическое опускание и поднятие их, микрорельеф, инсоляция, растительный покров и пр. Указанные выше направления в эволюции почв могут изменяться на любой стадии почвообразования, создавая в рядах новые ветви, обусловленные разнообразными комбинациями, наложением отдельных процессов на тот или иной ряд формирования почв.

#### Распределение почв в исследованном районе

Пространственное распределение почв района находится в прямой зависимости от описанных выше условий почвообразования.

Существующие здесь естественно-исторические условия являются характерными для формирования черноземов обыкновенных. Вместе с тем свое-

Схема развития террасовых почв среднего Заволжья



образные формы рельефа, а также геоморфологические и гидрогеологические особенности массива орошения приводят к большому разнообразию почвенного покрова.

Все террасовые почвы мы разделяем на две группы: а) незасоленные почвы речных долин и б) засоленные почвы речных долин.

К первой группе почв мы относим черноземы обыкновенные, а также почвы степных понижений, выщелоченные и слабо оподзоленные, ко второй — все остальные почвы, формирующиеся преимущественно на засоленных участках речных долин.

Черноземы обыкновенные террасовые являются здесь преобладающими почвами. На спокойных пологих склонах надпойменных террас рек Кутулка и Б. Кинеля развиты черноземы средней мощности; на узких увалах, а также на более крутых склонах этих террас, где уклоны превышают 0,01, находятся черноземы маломощные, эродированные в той или иной степени.

В работе В. А. Носина, И. П. Агафонова, В. Н. Крылова и Б. Л. Ситниковой (1949) указывается, что «маломощные разности (долинных черноземов) имеют весьма ограниченное (разрядка наша.—П. Н.) распространение, преимущественно в береговой полосе на виормской террасе» (стр. 64). Такое утверждение, по нашему мнению, не вполне соответствует действительности. На основании обширных почвенных материалов Нижневолгопроекта, полученных при изучении объектов местного стока в Куйбышевской и Чкаловской областях, можно считать установленным, что маломощные черноземы в долинах рек имеют не такое широкое распространение, как черноземы средней мощности, — они занимают подчиненное положение, но далеко не «весьма ограниченное». Например, в долинах рек М. Кинеля, Кутулка, М. Ураи, Б. Урана в контурах обыкновенных черноземов маломощные разности занимают до 10 и 15%; в некоторых местах маломощные черноземы занимают до 80% площади небольших контуров. Следует отметить также, что маломощные черноземы не располагаются «преимущественно в береговой полосе на виормских террасах», они имеют не меньшее распространение также на вторых и третьих надпойменных террасах мелких рек, располагаясь здесь на узких увалах, холмах, а также на всех выровненных склонах, имеющих уклоны около 0,01 и более.

Среди черноземов на незасоленных территориях надпойменных террас рек в отрицательных элементах рельефа развиваются почвы степных понижений, выщелоченные и слабо оподзоленные. Почвы эти, в силу перераспределения атмосферных осадков, обусловленного рельефом местности, получают временное избыточное увлажнение за счет положительных элементов.

Выщелоченные и слабо оподзоленные почвы развиваются в понижениях самой разнообразной формы — как в небольших замкнутых или с недостаточным поверхностным стоком, так и во всех лощинах с хорошим стоком атмосферной влаги. Степень выраженности процесса выщелачивания и оподзоленности почв зависит от характера того или иного понижения, а также от величины водосборной площади, с которой поступает дополнительное увлажнение.

Таковы в общих чертах закономерности распределения почв на незасоленных территориях.

Засоленные почвы приурочены главным образом к депрессиям, т. е. к местам бессточным или со слабым поверхностным стоком, с наиболее низкими абсолютными отметками местности. Почвы эти встречаются также и в местах, обеспеченных в настоящее время поверхностным стоком, но

в прошлом, несомненно, имевших затрудненный сток, — это нижние части склонов к некоторым оврагам.

Чтобы представить закономерности распределения засоленных почв на Кутулукском массиве орошения, даем краткое описание наиболее крупных солонцовных участков этого массива. (Описание солонцовных участков взято из нашей совместной с Н. Н. Никаноровой работы.)

Сухореченская и Большемалышевская депрессии. Сухореченская депрессия расположена по обе стороны оврага Сухая Речка, а Большемалышевская — на запад от с. Б. Малышевки. Они очень близко подходят одна к другой, сливаясь в южной части, в северной же разделены широким увалом (1,5—2 км шириной).

Сухореченская депрессия имеет еле заметный уклон на север к р. Б. Кинелю. Самые низкие ее места расположены на 41—48,0 м над уровнем моря. Депрессия пересекается целой серией оврагов, идущих с юга на север. Наиболее резко выражены овраг Сухая Речка. Он извилист, имеет неширокий водоток со множеством мелких впадающих в него овражков, находящихся в стадии роста. Днище оврага лишь местами задерновано, в большей же своей части покрыто песчаными аллювиально-делювиальными наносами. В нижней части овраг значительно глубже. Развивающиеся в пределах южной части депрессии небольшие рывтины, углубляясь к северу, постепенно переходят в глубокие овраги. Большая часть депрессии представляет собой равнину с еле заметным уклоном на север; в части, прилегающей к линии железной дороги у ст. Георгиевки, депрессия слабохолмиста и сильней расчленена лощинами и оврагами. Микрорельеф выражен чрезвычайно резко; почти всюду наблюдается весьма частая смена микронижин микроповышениями, еле заметными для глаза. Микронижинения в виде замкнутых блюдец, а также небольших потяжек со стоком в овражки, часто сменяются довольно ровными повышенными местами. Наибольшая пестрота элементов микрорельефа наблюдается в центральной части депрессии, где проходит верховая секущая депрессию оврагов.

Начиная примерно с 52-й горизонтали, склон выражен сильней и смена элементов микрорельефа становится менее частой. В северной части депрессии имеется несколько высыхающих лиманчиков, которые только в весенне время, а также после дождей заполняются водой. На левобережье Сухой Речки наблюдаются места, на первый взгляд, идеальной выровненности; только при тщательном наблюдении можно заметить здесь изменения высотных отметок. Микрорельеф местности подчеркивается распределением растительности по депрессии (депрессия представляет собой целинную землю). На понижениях растительный покров в большинстве случаев отсутствует, на выровненных местах он сравнительно беден, но распределен равномерно, на повышенных же травостой лучше, здесь часто попадаются кустики чилиги.

Почвенный покров Сухореченской депрессии чрезвычайно пестрый; он представлен целой серией сложных почвенных комплексов при большом разнообразии входящих в них компонентов. Наблюдаются следующая закономерность в распределении почв. Равнинные площади верховьев овражков с хорошо выраженным микрорельефом заняты преимущественно корковыми солонцами. Такие же комплексы расположены и по краям ложков. В северной части, где ложки становятся глубже, междуовражья выровнены и имеют меньшие высотные отметки, количество корковых солонцов уменьшается, здесь возрастает процент черноземов разной степени солонцеватости. На левобережье Сухой Речки, на ровных или слабоизогнутых местах, наблюдаются своеобразные комплексы почв, состоящие

из глубокостолбчатых и среднестолбчатых солонцов, а также солонцеватых черноземов. Ближе к верховым Сухой Речки в почвенных комплексах начинают преобладать солонцеватые черноземы. По направлению к краям депрессии, где склоны становятся круче, количество солонцов уменьшается. Здесь имеются отдельные пятна солонцов, составляющие меньше 5% на общем фоне черноземов, преимущественно слабой степени солонцеватости.

Смена почв в депрессии настолько частая, что иногда на стенике двухметрового шурфа обнаруживается несколько почв. Но каковы бы ни были сочетания отдельных компонентов комплексов, внутри них всегда наблюдается следующая закономерность: микропонижения заняты корковыми солонцами (изредка солонцами-солончаками), выровненные площадки — глубокостолбчатыми солонцами, или черноземовидными луговыми почвами, или же солонцеватыми черноземами; на повышениях и на пологих склонах к овражкам залегают черноземы обыкновенные слабосолонцеватые; глубокие замкнутые блюдца заняты солодями и черноземами солонцеватыми, находящимися в той или иной степени осоложнения.

В юго-западной части депрессии, восточнее пос. Садок, встречаются черноземы с гипсонасыщенными слоями. Повидимому, более древняя равнина имела резко выраженный микрорельеф, который был синевелирован позднейшими наносами и в настоящее время регулируется существующим здесь водным режимом. На увалах, где высотные отметки достигают 49—50 м над уровнем моря (в восточной части Сухореченской депрессии), почвенный покров представлен черноземами террасовыми слабосолонцеватыми, но на склонах этих повышенных частей изредка встречаются пятна солонцов; при этом столбчатые солонцы имеют здесь довольно мощный горизонт А. Встречаются столбы солонцов на глубине 80—90 см; растительный покров на таких пятнах не отличается от растительности, развивающейся на черноземах обыкновенных террасовых. Но необходимо все же отметить, что если черноземы обыкновенные и встречаются на депрессиях, то они имеют несколько иную морфологию, чем черноземы на окраинах депрессий или на высоких равнинных местах: они менее мощны, солонцеватость у них выражена более отчетливо.

Таким образом, Сухореченская депрессия представлена сложным солонцовским комплексом; в центральной части депрессии преобладают корковые солонцы, количество которых уменьшается к окраинам депрессии.

**Большемалышевская депрессия**, начинаясь на севере узкой полосой, веерообразно расширяется в южной части, достигая почти 4 км в ширину; в западной части она сливается с Сухореченской депрессией. Большемалышевская депрессия — это широкая пониженная равнина со слабым падением на север; с востока и запада она окаймлена широкими увалами. В центральной части депрессия прорезана двумя небольшими логами, которые, постепенно углубляясь, сливаются у линии железной дороги в один большой водоток. Микрорельеф этой депрессии выражен так же резко, как и Сухореченской, но колебания высот отдельных элементов микрорельефа здесь больше. Обособленные бугорки сменяются вытянутыми потяжками, как со стоком, так и замкнутыми; отдельные рывчики, расположенные цепочкой, как бы намечают контуры будущего оврага. На совершение ровных участках часто встречаются замкнутые блюдца разнообразной формы и различной глубины; имеются широкие плоские лощины, идущие к центральному оврагу.

В юго-западной части депрессии расположены вытянутый лиман («Моховое болото»); грунтовые воды до орошения стояли здесь выше 1 м.

По растительному покрову Большемалышевская депрессия также очень пестра, но голых пятен здесь меньше, чем на Сухореченской депрессии. На Большемалышевской депрессии часто встречаются места, густо покрытые типчаком, ковылями и кустиками австрийской полыни. Наблюдается резкая смена мелких голых пятен ковыльными и чилиговыми участками; блюдцеобразные понижения поросли куровником (*Artemisia scoparia*); одно из них (в южной части участка) имеет мелкий осинник. Почвенный покров находится также в тесной взаимосвязи с элементами микрорельефа, но здесь состав почв несколько иной, чем на Сухореченской депрессии.

Центральная часть депрессии, примыкающая к «Моховому болоту», имеет почвенный покров с преобладанием террасовых солонцеватых черноземов, с включением в них солонцов (до 15—20%); среди них значительный процент составляют солонцы глубокостолбчатые. Процесс осолождения солонцеватых черноземов здесь часто бывает выражен весьма отчетливо.

Окружающий эти места почвенный комплекс представлен преимущественно солонцами; при этом корковые солонцы занимают до 70% площади, со значительным распространением (до 20—25%) глубокостолбчатых солонцов. Глубокие солонцы вкраплены мелкими пятнами среди корковых и среднестолбчатых солонцов, а также солонцеватых осолождающих черноземов. Наличие большого количества лиманных заболоченных почв, развивающихся в округлых замкнутых понижениях Большемалышевской депрессии, также представляет характерную ее особенность.

**Солонцовые депрессии** между поселками Кутулук и Аверьяновка. Эти депрессии расположены главным образом на первой надпойменной террасе р. Кутулука и приурочены к секущим террасу оврагам.

**Кутулукская депрессия** находится около пос. Кутулук и представляет собой рассеченнную оврагами равнину с резко выраженным микрорельефом. Глубокий овраг Крутенький делит депрессию на две одинаковые по размеру части. В верхней своей части этот овраг слабо выражен, в него впадает целая сеть неглубоких задернованных лощин, а в нижней части имеет обрывистые берега и к северу становится глубже; с восточной и западной стороны овраг Крутенький принимает ряд лощинок. В настоящее время овраг безводен, и лишь в нижней его части выходят мелкие роднички; при шурфовании (в 1933 г.) грунтовые воды в отдельных лощинках обнаруживались уже на глубине 1 м. Места, занятые депрессией, не распахивались; лишь окраинная ее часть находится в настоящее время под культурой зерновых. Растительный покров, представленный типчаково-полынной формацией, очень пятнист: местами изреженная растительность сменяется голыми пятнами, и только небольшие участки имеют хороший типчаково-полынный покров. Микрорельеф, представленный микропонижениями различных величины и формы, обусловливает большую пестроту почвенного покрова.

Преобладающей почвенной разновидностью на депрессии являются корковые солонцы, занимающие на отдельных местах до 90% площади контура. Части депрессии с хорошим поверхностным стоком заняты черноземовидными луговыми почвами. Ближе к окраинам депрессии преобладают черноземы террасовые разной степени солонцеватости, а солонцы играют второстепенную роль, хотя и составляют 10—15% площади. По мере увеличения высотных отметок, количество солонцов уменьшается, по краям депрессии они встречаются только отдельными пятнами, а еще выше исчезают совсем. Осолождающие разности солонцеватых черноземов, а также солоди имеются на депрессии лишь в виде отдельных мелких пятен.

Лошины и задернованные части оврагов покрыты аллювиально-делювиальными почвами разнообразного вида. Более подробно распределение почв на этой депрессии описано ниже, в разделе «Почвы Кутулукской опытной территории».

Вторая солонцовая депрессия — Тростяинская (к северу от Тростянского Сада) представляет собой также широкое понижение; она расположена вдоль речки Тростянки, идущей с юга на север — к р. Кутулук. Речка Тростянка имеет обрывистые берега; летом верховье ее пересыхает. Впадающие в нее с обеих сторон лошины безводны, задернованы; только местами имеются небольшие овражки.

Прирусловая часть долины речки Тростянки покрыта кочеками. Наиболее злостные солонцовые комплексы приурочены к южной и юго-западной частям депрессии, представляющим собой целину с плохо развитым растительным покровом. Сплошная задернованность наблюдается только в широких лошинах. Сложность почвенных комплексов так же велика, как и на других депрессиях. Солонцы распространяются к югу примерно до 63-й горизонтали. Встреченные на участке глубокостолбчатые солонцы имеют различную мощность горизонта A; солонцовый горизонт обнаруживается на глубине от 12 до 100 см от поверхности. Глубокостолбчатые солонцы с мощным надсолонцовыми слоем чаще всего погребены под аллювиально-делювиальными отложениями. В комплексе с солонцами на слегка повышенных элементах рельефа развиваются черноземовидные луговые почвы. С своеобразен почвенный покров кочкарников: большинство кочек в разрезе имеет профиль солонца; очевидно, в прошлом это были пятна солончаков. Широкий увал, отделяющий речку Тростянку от восточной лошины, покрыт черноземами обыкновенными террасовыми.

Аверьяновские солонцовые участки находятся около пос. Аверьяновки: они представляют собой три приовражных понижения, занятых солонцовыми комплексами с преобладанием глубокостолбчатых солонцов. В нижней части второго оврага, к западу от пос. Аверьяновки, наблюдаются почвы с высоким залеганием гипса. Слабосолонцеватые разности черноземов обычно приурочены к более повышенным местам участка. В ясно выраженных замкнутых понижениях имеются солоди и черноземы террасовые осолодевающие.

Солонцовые участки южнее с. Б. Малышевка. Один из этих участков непосредственно примыкает с южной стороны к с. Б. Малышевка. В восточной его половине имеется глубокая западина, представляющая собой высохший лиман. Остальная часть обследованной площадки — слабо измятый, выровненный склон широкого спокойного увала. Большая часть участка — выгон. Прилегающая к лиману часть представлена главным образом солодиями и, частично, осолодевающими солонцеватыми черноземами, расположеными ближе к окраинам понижения. Остальная, слегка повышенная, часть территории занята слабосолонцеватыми черноземами; здесь встречаются небольшими пятнами солонцы и отдельные участки солонцеватых террасовых черноземов.

Другой участок находится примерно в 2 км на юго-юго-восток от с. Б. Малышевка. Он расположен вдоль оврага, впадающего в р. Кутулук. Участок не распахивается. Левобережье оврага выровнено, микрорельеф выражен отчетливо. В этой левобережной части солонцы, с преобладанием корковых, имеют наибольшее распространение. Корковые солонцы занимают микронижения, микроповышения же заняты глубокостолбчатыми солонцами и солонцеватыми террасовыми черноземами. Дальше от оврага с повышением местности получают преобладание солонцеватые террасовые черноземы, постепенно переходящие в черноземы

обыкновенные террасовые. В правобережной части оврага почвенные условия значительно благоприятнее — вся приовражная часть занята черноземами солонцеватыми, солонцы же встречаются изредка, мелкими пятнами.

Тургеневский солонцовый участок. Этот небольшой участок находится около сконосовхоза «Комсомолец», на первой надпойменной террасе р. Б. Кинель. Небольшая северная часть участка, прилегающая к линии железной дороги, представляет собой отчетливо выраженное понижение, остальная же его часть — система спокойных увалов, отделенных один от другого лошинами. Большая часть участка распахивается. Нижняя, северная, часть участка — целинная, с пестрой растительностью и комплексным солонцовым почвенным покровом; площадь распространения солонцов незначительна. На остальной части участка преобладают черноземы обыкновенные террасовые, солонцеватость которых усиливается по направлению к северу.

Гурьевский солонцовый участок. Участок расположен на первой надпойменной террасе р. Б. Кинель. В северной части участок имеет крутой сброс в пойму реки, в южной он захватывает часть обширной солонцовой депрессии. По рельефу участок можно разделить на две части — северную и южную. Северная часть участка занята культурой зерновых. Распределение почв соответствует рельефу местности: повышенные и выровненные места заняты черноземами обыкновенными террасовыми и их слабосолонцеватыми разновидностями, в лошинах встречаются слабосолонцеватые черноземы, при этом наиболее пониженные места заняты осолодевающими их разновидностями; на этих же пониженных местах разбросаны отдельные пятна солонцов.

Южная часть участка целинная, занята солонцовыми комплексами. Это равнина с чрезвычайно резко выраженным микрорельефом. Отдельные элементы микрорельефа имеют самую разнообразную, часто меняющуюся форму. Большие площасти занимают пересохшие лиманы; один из них порос осинником. Картина распределения почв здесь чрезвычайно пестрая: на сравнительно повышенных местах наибольшее распространение имеют корковые солонцы, в наиболее же низких частях участка, на окраинах лиманов, преобладают солонцеватые террасовые черноземы и черноземовидные луговые почвы, среди которых мелкими пятнами вкралино до 25% корково-столбчатых и до 15% глубоко- и среднестолбчатых солонцов. Отдельные компоненты комплекса следуют обычной закономерности: микроповышения заняты солонцеватыми черноземами, микронижения — корковыми солонцами, переходы между ними — глубокими и средними солонцами; в самых низких местах наблюдаются серые лиманные заболоченные почвы, окруженные кольцом солодей и осолодевающих черноземов. Под осиновым колком также развиты черноземы осолодевающие.

Арзамасовский участок. Большая часть участка расположена в пойме р. Кутулука, в настоящее время заливаемой лишь в отдельные годы. Эта часть поймы представляет собой измятую равнину: северная, прибрежная, часть ее бугристая и рассечена лошинками и множеством глубоких, вытянутых замкнутых понижений. Южная часть, примыкающая к сбросу первой надпойменной террасы р. Кутулука, выровнена и представляет собой едва заметный северный склон. Овраг, отграничивающий участок в восточной его части, глубок, имеет обрывистые берега и покрыт грубыми отложениями. Участок на 50% распахан, остальная, южная, его половина находится под залежью.

Микрорельеф на всей площади выражен хорошо. В связи с измятостью участка и специфиностью его геоморфологических условий почвенный

покров представлен разнообразными почвами. Эти условия прежде всего оказались на разнообразии механического состава отложений участка, начиная с песчаных холмов, типичных для пойменных частей рек, супесчаных и легкосуглинистых паносов и кончая тяжелосуглинистыми отложениями, приуроченными к отрицательным элементам микрорельефа.

Наиболее повышенная часть участка (южная), в настоящее время не заливаемая весенними водами, занята черноземами обыкновенными террасовыми, пониженные места имеют почвы с признаками слабой солонцеватости; к ним примыкают террасовые черноземы с небольшим аллювиально-делювиальным паносом.

Остальная часть участка (северная) занята аллювиальными почвами разнообразного вида. Здесь характер паносов даже на небольших расстояниях меняется чрезвычайно резко как по окраске и мощности, так и по механическому составу. В северных, повышенных, частях поймы, с более легким механическим составом почвы, сильной солонцеватости не наблюдается. Центральная часть участка представляет собой комплекс почв, в котором преобладают солонцеватые аллювиальные почвы с глубокостолбчатыми солонцами; корково-столбчатые солонцы в отдельных местах составляют около 5% площади; ближе к реке солонцы встречаются лишь отдельными, редкими пятнами. Блюдца и понижения заняты осолодевающими солонцеватыми разностями, по краям понижений имеются пятна глубокостолбчатых солонцов. Верхний аллювиально-делювиальный панос на солонцах иногда достигает большой мощности, но, несмотря на это, в год обследования посевы на этих площадях были пятнисты. В лощинах и верховьях овражков почвы местами имеют слабо дифференцированный профиль, чаще — это паносы различного механического состава и различной мощности; иногда они бывают резко уплотнены и имеют грубую призматическую структуру.

Притеррасная седловина занята солонцеватыми аллювиально-делювиальными почвами разной степени осолодевания.

#### Характеристика почв района

Руководствуясь изложенными ранее соображениями относительно генезиса и эволюции террасовых почв как рабочей гипотезой, мы соответственно этому и применяем номенклатуру почв, указанную в условных обозначениях на наших почвенных картах. Приведенные на картах названия почв вполне укладываются в общепринятую их номенклатуру, но вместе с тем содержат более дробные подразделения отдельных почвенных разновидностей.

На карте распределения почв района (рис. 8) нами выделяются следующие почвы:

- 1) черноземы обыкновенные средней мощности;
- 2) черноземы обыкновенные маломощные, слабо эродированные;
- 3) черноземы обыкновенные террасовые средней мощности;
- 4) черноземы обыкновенные террасовые маломощные, слабо эродированные;
- 5) черноземы степных понижений выщелоченные и слабо оподзоленные;
- 6) черноземы террасовые солончаковые;
- 7) черноземы обыкновенные террасовые слабосолонцеватые;
- 8) черноземы террасовые солонцеватые;
- 9) черноземы террасовые осолодевающие;
- 10) солончики;

- 11) такыровидные солонцы-солончаки;
- 12) солонцы корково-глыбистые и корково-столбчатые;
- 13) солонцы столбчатые (средние и глубокие);
- 14) солоди;
- 15) черноземовидные луговые почвы;
- 16) лиманные заболоченные почвы;
- 17) аллювиальные почвы;
- 18) пески;
- 19) аллювиально-делювиальные почвы.

По механическому составу почвы Кутулукского массива орошения разделены на:

- а) почвы глинистые и тяжелосуглинистые;
- б) почвы тяжело- и среднесуглинистые;
- в) почвы средне- и легкосуглинистые;
- г) почвы легкосуглинистые и супесчаные;
- д) почвы супесчаные;
- е) почвы различного механического состава.

В дальнейшем описание перечисленные здесь разновидности почв разделяются нами на две категории: незасоленные террасовые почвы черноземной полосы Заволжья и засоленные террасовые почвы черноземной полосы Заволжья.

#### Незасоленные террасовые почвы черноземной полосы Заволжья

К группе незасоленных почв нами отнесены черноземы обыкновенные, а также выщелоченные и слабо оподзоленные черноземы степных понижений.

В черноземной полосе Заволжья, на надпойменных террасах рек, положительные элементы рельефа, представляющие слабоподнятие, спокойные склоны, заняты черноземами обыкновенными с *редней мощностью*. Сюда относятся черноземы, у которых средняя мощность горизонта А составляет около 30 см, с колебаниями обычно в пределах от 25 до 45 см. Черноземы с мощностью горизонта А меньше 25 см выделяются как *маломощные*, эродированные.

**Черноземы обыкновенные средней мощности.** Рассматривая склоны водораздела как высокую надпойменную террасу, мы выделяем на ней обыкновенный чернозем, без дополнительного определения «террасовый», относя его тем самым к наиболее древним, вполне остеиненным образованиям. Для черноземов, расположенных в пределах второй надпойменной террасы, мы считаем необходимым сохранить термин «террасовые», так как в этой части массива, хотя и в слабой мере, но все же сохранились признаки, указывающие на своеобразный генезис этих черноземов, а следовательно, на соответствующую их ценность как объекта орошения.

Развивающиеся здесь черноземы обыкновенные на карте объединены по механическому составу в три группы: 1) тяжело- и среднесуглинистые, 2) средне- и легкосуглинистые, 3) легкосуглинистые и супесчаные.

**Черноземы обыкновенные тяжело- и среднесуглинистые** занимают склон водораздела от восточной границы участка до с. Тростянки; отсюда на запад почвы постепенно становятся легче по механическому составу, примерно в 2 км к востоку от р. Грачевки они переходят в легкосуглинистые и супесчаные разности. Западнее р. Грачевки почвы имеют средне- и легкосуглинистый механический состав;

однако и в западной части участка также встречаются небольшие площади с черноземами тяжелосуглинистыми.

Морфологические признаки черноземов обыкновенных тяжело- и среднесуглинистых таковы: мощность горизонта A в среднем 30 см, с колебаниями в пределах от 25 до 35 см; A + B<sub>1</sub> в среднем 50 см; вскипание обычно обнаруживается в горизонте B<sub>1</sub>, в среднем на глубине около 50 см; видимые выделения карбонатов кальция находятся ниже 70 см в виде выцветов, примазок, неярко выраженных глазков и лжегрибница, с наибольшим скоплением их на глубине 90—130 см. Приводим описание типичного разреза.

**Разрез 132 (Г. А. Маландин)** — чернозем обыкновенный суглинистый.

Широкий пологий склон на северо-восток. Разрез заложен на ровном месте склона. Пашня — посев пшеницы.

A <sub>1</sub> 0—17 см	Темносерый, рыхлый, комковатый, с большим количеством бесструктурной массы; корней много, влажный (после дождей); комки довольно прочные; суглиник средний.
A <sub>1</sub> 17—31 см	Темносерый, уплотненный, комковатый, корней много; суглиник средний.
B <sub>1</sub> 31—50 см	Темнобурый, уплотненный, комковатый, редкие кротовины, корней меньше, увлажненный; суглиник тяжелый, близкий к среднему.
B <sub>2</sub> 50—73 см	Бурый, неоднородный по окраске; темнобурые языки чередуются со светлобурыми заклинками, по трещинам потеки гумуса, комковато-призмовидный, слаботрещиноватый, редкие кротовины; увлажнен, уплотненный; суглиник средний.
B <sub>3</sub> 73—100 см	Желто-бурый, с темнобурыми языками, трещиноватый; карбонаты в виде лжегрибницы и глазков; комковато-призмовидный, довольно плотный, слегка увлажненный; суглиник средний.
B <sub>3C</sub> 100—150 см	Желто-бурый, слаботрещиноватый; по трещинам потеки органического вещества, перерыв землероями, карбонаты в виде лжегрибницы и белоглазки, с наибольшим скоплением их на глубине 95—130 см; призмовидно-угловато-комковатой структуры; плотный, слегка увлажненный; суглиник тяжелый.
D 150—360 см	Желто-бурые слоистые древесаллювиальные отложения, слой разного механического состава, с преобладанием средних суглиников; тяжелые суглиники местами чередуются с прослойками легкой супеси; влажный, плотный.

Вскипает от HCl с 50 см.

Несмотря на явно слоистое строение нижней части почвенного профиля (табл. 11), резких изменений в общем количестве физической глины (частицы меньше 0,01 мм в диаметре) по профилю в тяжелых по механическому составу слоях не наблюдается, однако в распределении отдельных фракций (больше 0,25 мм) отмечаются резкие изменения с глубиной. Почти во всех разрезах на глубине второго метра заметна смена механического состава. Иногда с глубиной механический состав становится легче, переходя в легкий суглиник и даже в песок (разр. 102, глубина 200—210 см); при этом в нижней части почвенного профиля отчетливо видно слоистое строение, указывающее на аллювиальное происхождение подстилающих пород. Следует отметить наличие в верхней полуметровой толще большого содержания илистых частиц (меньше 0,001 мм в диаметре); количество их колеблется в пределах 50—75%, но обычно составляет больше 60% от количества физической глины. Мы уже отмечали, что и в западной части машиноенной зоны орошения среди легких разностей черноземов встречаются небольшие участки тяжелосуглинистые; это подтверждается механическим анализом образцов из разрезов 10 и 24.

Физические свойства почв находятся в полном соответствии с механическим составом, но не обусловлены исключительно им.

Таблица 11  
Данные определения механического состава обыкновенных черноземов тяжело- и среднесуглинистых (в %)

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Гигроскопическая влага	Потери от обработки	Фракции (диаметр частиц в мм)							Сумма фракций (диаметр частиц в мм)						
				0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	0,001	0,01	0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	0,001	0,01	0,01—0,005	0,005—0,001
132	0—5	4,2	6,2	9,6	26,1	22,9	5,5	5,7	24,0	58,6	35,2	35,7	28,4	29,7			
	20—25	4,6	3,8	9,0	36,2	15,0	5,2	5,4	25,4	60,2	36,0	42,2	20,2	30,8			
	40—45	4,6	12,2	9,4	23,2	16,5	5,0	6,7	27,0	49,1	38,7	32,6	21,5	33,7			
	100—105	3,9	17,9	3,3	24,3	18,4	5,3	6,6	24,2	46,0	36,1	27,6	23,7	30,8			
	145—150	3,6	13,3	4,6	34,4	10,6	4,6	6,8	25,7	49,6	37,1	39,0	15,2	32,5			
	215—220	3,6	12,9	15,0	28,9	9,3	5,0	6,8	22,1	53,2	33,9	43,9	14,3	28,9			
	335—340	3,8	13,2	—	33,9	14,6	6,2	7,7	24,4	48,5	38,3	33,9	20,8	32,1			
114M	0—10	4,8	5,7	8,4	25,4	16,3	4,3	11,0	28,9	50,1	44,2	33,8	20,6	39,9			
	35—40	5,5	10,0	7,4	22,4	19,4	2,1	10,0	28,7	49,2	40,8	29,8	21,5	38,7			
	85—90	3,9	17,6	6,8	26,8	11,0	5,4	6,4	26,0	44,6	37,8	33,6	16,4	32,4			
	200—205	3,7	16,0	3,2	23,7	20,0	4,5	10,7	21,9	46,9	37,1	26,9	24,5	32,6			
10	5—10	3,7	6,0	13,4	24,5	20,0	2,2	11,3	22,6	57,9	36,1	37,9	22,2	33,9			
	35—40	4,0	5,1	16,0	21,8	21,2	4,0	8,2	23,7	59,0	35,9	37,8	25,2	31,9			
	65—70	3,7	6,5	5,1	30,1	16,3	6,1	7,6	24,3	55,5	38,0	35,2	22,4	31,9			
	120—125	2,3	15,4	14,4	28,4	19,1	1,5	6,1	15,1	61,9	22,7	42,8	20,6	21,2			
	195—200	2,8	11,0	10,1	42,4	13,0	5,0	5,5	13,0	65,5	23,5	52,5	18,0	18,5			
24	10—15	4,3	5,4	10,3	28,0	17,3	3,7	15,1	20,2	55,6	39,0	38,3	21,0	35,3			
	40—45	4,2	5,0	12,3	21,3	19,8	7,7	15,6	18,3	53,4	41,6	33,6	27,5	33,9			
	80—85	3,2	4,6	17,8	33,7	8,3	12,0	5,8	17,8	59,8	35,6	51,5	20,3	23,6			
	195—200	4,3	17,4	—	10,6	26,8	9,7	6,8	28,7	37,4	45,2	10,6	36,5	35,5			
1H	5—10	4,4	5,6	10,8	28,6	14,1	9,0	4,8	27,1	53,5	40,9	39,4	23,1	31,9			
	45—50	3,6	11,0	8,0	32,0	15,7	3,5	3,4	26,4	55,7	33,3	40,0	19,2	29,8			
	115—120	3,2	19,4	13,0	21,8	14,6	2,2	6,0	23,0	49,4	31,2	34,8	16,8	29,0			
	200—215	2,8	12,3	10,5	35,0	13,4	4,1	6,6	18,1	58,9	28,8	45,5	17,5	24,7			
102	0—10	3,5	4,7	6,0	23,1	23,8	4,7	16,7	21,0	52,9	42,4	29,1	28,5	37,7			
	30—40	4,4	4,9	7,5	19,0	20,0	7,4	11,0	30,2	46,5	48,6	26,5	27,4	41,2			
	120—130	2,5	16,0	4,2	28,1	22,4	7,3	6,5	15,5	54,7	29,3	32,3	29,7	22,0			
	200—210	1,3	6,1	40,5	30,8	9,4	4,7	4,4	4,1	80,7	13,2	71,3	14,1	8,5			
117	0—5	5,6	2,3	5,5	25,1	20,9	1,4	17,9	26,9	51,5	46,2	30,6	22,3	44,8			
	30—35	5,2	4,8	7,7	18,3	19,9	3,8	18,1	27,4	45,9	49,3	26,0	23,7	45,5			
	60—65	8,6	2,0	7,7	23,6	20,1	3,8	7,3	35,5	51,4	46,6	31,3	23,9	42,8			
	110—120	3,5	19,6	2,8	15,2	22,4	6,3	12,7	21,0	40,4	40,0	18,0	28,7	33,7			
	200—210	3,3	13,0	—	36,0	12,7	7,7	12,8	17,8	48,7	38,3	36,0	20,4	30,6			

Объемный вес (табл. 12) в пахотном слое несколько повышенный, что связано с происходящим здесь уплотнением распыленного пахотного слоя под влиянием атмосферных осадков. Книзу профиля объемный вес возрастает весьма постепенно.

Общая скважность (табл. 13) в верхнем полуметровом слое выражается величиной около 50%. Условия аэрации глубинных горизонтов здесь удовлетворительные.

Абсолютное преобладание получает капиллярная скважность в верхнем полуметре; ниже разница между капиллярной и некапиллярной скважностью уменьшается.

Таблица 12

Удельный вес твердой фазы и объемный вес ее. Разрез 132

Горизонт и глубина взятия образца, см	Исходная влажность, %	Удельный вес твердой фазы	Объемный вес почвы, г/см <sup>3</sup>
A <sub>п</sub> 1—6	10,82	2,62	1,24
10—15	11,12	2,72	1,31
A 21—26	14,46	2,63	1,31
B <sub>1</sub> 33—38	18,08	2,62	1,34
B <sub>2</sub> 50—55	16,87	2,60	1,32
B <sub>3</sub> 75—80	15,99	2,67	1,35
BC 110—115	12,22	2,68	1,40
D 160—165	9,25	2,68	1,60
250—255	9,37	2,68	1,55
300—305	13,32	2,63	1,43
360—365	9,97	2,62	1,53

Таблица 13

Скважность и воздухоемкость. Разрез 132  
(в %)

Горизонт и его мощность, см	Скважность при капиллярном насыщении почвы водой			Воздухоемкость при влажности, равной двойной максимальной гигроскопичности
	общая	поры, занятые водой	поры аэрации	
A <sub>п</sub> 0—17	52,2	33,5	18,7	31,8
A <sub>1</sub> 17—31	50,2	33,0	17,2	28,8
B <sub>1</sub> 31—50	48,1	30,8	17,3	26,9
B <sub>2</sub> 50—73	49,2	28,5	20,7	30,0
B <sub>3</sub> 73—100	49,4	28,0	21,4	28,4
BC 100—150	47,7	—	—	—
D 150—360	40,8	—	—	—

В условиях опыта общая влагоемкость установлена только для зоны 0—100 см, ниже идет недонасыщенная зона. Максимальная гигроскопическая влажность уменьшается книзу, аналогично изменению общей влагоемкости (табл. 14).

Исходная влажность (до полива) почвы приближается к величине, соответствующей влаге завядания. Запас воды, удерживаемый корнеобитаемым слоем почвы, довольно значителен, но около половины его падает на влагу завядания растений (табл. 15).

Если принять нижний предел увлажнения почвы при поливах за 60% от общей влагоемкости, то норма полива (нетто) для слоя 0—30 см выражается величиной в 400 м<sup>3</sup>/га, для слоя 0—50 см — 650 м<sup>3</sup>/га и для слоя 0—100 см — 1200 м<sup>3</sup>/га.

Оптимальная норма полива при глубине промачивания 80 см для тяжелых по механическому составу почв будет лежать в пределах 700—900 м<sup>3</sup>/га.

Таблица 14

Данные определения максимальной гигроскопической влажности и общей влагоемкости. Разрез 132

Горизонт и его мощность, см	Глубина взятия пробы, см	Общая влагоемкость		Максимальная гигроскопическая влажность		Исходная влажность в % от веса почвы
		в % от веса почвы	в % от объема почвы	в % от веса почвы	в % от объема почвы	
A <sub>п</sub> 0—17	0—5	24,80				10,32
	10—15	26,03	33,54	8,0	10,2	11,12
A <sub>1</sub> 17—31	16—21	24,98				
	25—30	25,49	33,02	8,2	10,7	14,46
B <sub>1</sub> 31—50	33—38	23,18				
	43—47	22,73	30,75	7,9	10,6	
B <sub>2</sub> 50—73	55—60	21,59				16,87
	65—70	21,53	28,46	7,8	9,6	
B <sub>3</sub> 73—100	75—80	21,28				
	90—100	20,20	28,00	7,8	10,5	15,99
BC 100—150	110—115	15,85				12,22

Таблица 15

Запас воды в почве при различной степени ее увлажнения

(в м<sup>3</sup>/га)

Глубина насыщаемого слоя, см	При насыщении почвы до					
	общей влагоемкости			60% от общей влагоемкости		
	общий запас воды	усвоимая вода	неусвоимая вода	общий запас воды	усвоимая вода	неусвоимая вода
0—30	999,9	531,1	468,8	600,0	131,0	468,8
0—50	1617,2	830,3	786,9	970,3	183,4	768,9
0—100	3027,8	1463,1	1544,7	1816,7	272,0	1544,7

Результаты анализов водных вытяжек (табл. 16) показывают, что во всех случаях сухой остаток не превышает 0,1%. Щелочность от нормальных карбонатов отсутствует; общая щелочность обусловлена главным образом бикарбонатами щелочно-земельных металлов. Хлориды и сульфаты хотя и присутствуют, но в количествах, практически не имеющих значения. На основании приведенных аналитических данных можно с полной уверенностью говорить об отсутствии сколько-нибудь заметного засоления обыкновенных черноземов на описываемой нами территории. Повидимому, здесь не засолена не только двухметровая толща, но и более глубокие слои, на что указывают данные водной вытяжки из образцов пород, взятых почты с четырехметровой глубины (разр. 132).

Максимальные количества CO<sub>2</sub> обычно обнаруживаются в местах наибольшего скопления карбонатов кальция — ниже 90 см (табл. 17).

Количество гумуса в верхнем слое обычно колеблется в пределах 5—6%, т. е. оно даже меньше, чем в террасовых черноземах. На первый взгляд это кажется маловероятным, потому что черноземы высоких водоразделенных склонов, как более древние образования, должны содержать органического

Таблица 16

Данные анализа водных вытяжек из черноземов обыкновенных тяжело- и среднесуглинистых

№ разреза	Глубина выемки образца, см	Сухой остаток, %	Остаток при прокаливании, %	CO <sub>2</sub> , %	Щелочность в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>				Раствор. гумус, %	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>				
					общая		от бикарбонатов								
					Ca + Mg	Na + K	%	м-экв.							
132	0—5	0,065	0,034	Нет	0,024	0,39	0,015	0,25	0,009	0,14	0,011	0,004	0,11	0,016	0,33
	35—40	0,078	0,038	»	0,027	0,44	0,018	0,30	0,009	0,14	0,009	0,004	0,11	0,018	0,37
	45—50	0,061	0,031	»	0,026	0,43	0,014	0,24	0,012	0,19	0,013	0,004	0,11	0,006	0,13
	100—105	0,087	0,056	»	0,032	0,52	0,025	0,41	0,007	0,11	0,007	0,004	0,11	0,021	0,45
	215—220	0,088	0,055	»	0,035	0,57	0,028	0,45	0,007	0,11	0,003	0,004	0,11	0,014	0,29
	335—340	0,055	0,034	»	0,038	0,62	0,031	0,51	0,007	0,11	0,002	0,003	0,08	0,020	0,41
114 M	0—10	0,075	0,039	»	0,040	0,65	0,028	0,46	0,012	0,19	0,011	0,004	0,11	0,012	0,25
	35—40	0,085	0,042	»	0,041	0,67	0,029	0,48	0,012	0,19	0,009	0,007	0,20	0,010	0,20
	85—90	0,092	0,074	»	0,040	0,65	0,033	0,54	0,007	0,11	0,005	0,004	0,11	0,012	0,25
	200—205	0,097	0,054	»	0,068	1,11	0,012	0,19	0,056	0,92	0,003	0,004	0,11	0,016	0,33
102	0—10	0,068	0,030	»	0,032	0,52	0,022	0,36	0,010	0,16	0,014	0,005	0,14	0,021	0,45
	30—40	0,088	0,036	»	0,046	0,75	0,033	0,54	0,013	0,21	0,005	0,004	0,11	0,011	0,22
	120—130	0,057	0,028	»	0,039	0,63	0,029	0,47	0,010	0,16	0,004	0,004	0,11	0,010	0,20
	200—210	0,071	0,041	»	0,037	0,60	0,020	0,33	0,017	0,27	0,002	0,004	0,11	0,016	0,33
10	5—10	0,074	0,054	»	0,032	0,53	0,020	0,33	0,012	0,19	0,014	0,004	0,11	0,009	0,18
	35—40	0,056	0,040	»	0,028	0,46	0,016	0,26	0,012	0,19	0,011	0,004	0,11	0,018	0,37
	120—125	0,043	0,025	»	0,035	0,57	0,025	0,41	0,010	0,16	0,005	0,004	0,11	0,012	0,25
	195—200	0,055	0,035	»	0,032	0,52	0,025	0,41	0,007	0,11	0,004	0,004	0,11	0,012	0,25

вещества больше, чем сравнительно молодые черноземы террасовые. В данном случае на величине гумуса, по нашему мнению, сказываются условия рельефа. Площадь, занятая обыкновенными черноземами на Кутулукском участке, представляет собой хорошо выраженный склон, измятый лопицами; это обстоятельство, несомненно, влияет как на величину гумуса в верхнем горизонте, так и на глубину проникновения его вниз по профилю. Условия рельефа и интенсивное использование земель под зерновые культуры при трехпольной системе севооборота привели к развитию здесь эрозионных процессов — смыву и сдуванию наиболее цепкой мелкоземистой части поверхностного слоя почвы; вместе с тонкими минеральными частицами была потеряна (иснесена) также и органическая часть почвы. Наличие здесь маломощных разностей черноземов с укороченным горизонтом А (22—24 см) подтверждает эти соображения; при этом даже в самых верхних слоях указанных почв имеются небольшие количества углекислого кальция, что свидетельствует об устойчивости их коллоидной части.

Почвенный поглощающий комплекс насыщен щелочно-земельными катионами — сумма поглощенных кальция и магния обычно находится в пределах 50—58 м-экв. (табл. 18), при этом на долю натрия приходится около 1%. Большая величина поглощающего комплекса указывает на большую производительную способность черноземов обыкновенных.

Таблица 17

Данные определения гумуса и CO<sub>2</sub> в обыкновенных черноземах тяжело- и среднесуглинистых

№ разреза	Глубина выемки образца, см	Гумус, %	CO <sub>2</sub> , %
24	10—15	5,40	0,25
	25—30	5,30	0,25
114 M	0—10	4,58	0,20
	22—27	4,46	—
	35—40	3,94	—
	50—55	2,82	5,40
	60—65	2,10	—
	135—140	—	6,10
	200—205	—	6,85
102	0—10	5,41	—
	30—40	5,12	—
	53—63	1,28	—
1 H	5—10	6,17	0,20
	20—25	5,30	0,26
	35—40	3,75	0,30
	45—50	3,00	5,80
	60—65	1,48	—
	75—80	0,71	—
	115—120	—	6,80
	200—205	—	7,0
10	5—10	4,80	—
	25—30	4,22	—
132	0—5	5,24	—
	20—25	5,06	—
	35—40	4,13	—
	45—50	3,25	0,31
	60—65	0,86	4,00
	75—80	0,50	—
	100—105	—	6,85
	210—220	—	6,58
	335—340	—	6,65

Приводимые ниже данные по определению общего азота и фосфорной кислоты (табл. 19) до некоторой степени характеризуют эти почвы в отношении обеспеченности их питательными веществами. Большое количество общего азота (около 0,5%) и усвоемой фосфорной кислоты (около 50 мг на 100 г почвы), величина поглощающего комплекса и благоприятные физические свойства могут обеспечивать получение высоких урожаев; необходимо лишь проведение соответствующих противоэрозионных мероприятий.

В условиях орошаемого хозяйства борьба с эрозионными процессами приобретает особенно важное значение, так как наблюдающиеся уже в настоящее время смыв и сдувание верхнего горизонта в дальнейшем, если при орошении не будут приняты необходимые противоэрозионные меры, усилятся и повлекут за собой большие потери наиболее цепкой части почвы.

Таблица 18

Данные определения поглощенных оснований в черноземах обыкновенных тяжело- и среднесуглинистых

№ раз- реза	Глубина взятия образца, см	Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>		Na <sup>+</sup>		Ca <sup>++</sup> +Mg <sup>++</sup> , м-экв.
		%	м-экв.	%	м-экв.	%	м-экв.	
132	0—5	0,90	44,9	0,12	9,8	0,013	0,56	54,7
	20—25	0,80	39,9	0,104	8,5	0,013	0,56	48,4
24	10—15	0,89	44,4	0,161	13,2	—	—	57,6
	25—30	0,80	39,9	0,111	9,1	—	—	49,0
3069	0—5	0,76	38,0	0,17	14,17	—	—	52,17
	20—25	0,76	38,0	0,18	15,0	—	—	53,0
	40—45	0,72	36,0	0,19	15,83	—	—	51,83
	55—60	0,65	32,5	0,16	13,33	—	—	45,83

Таблица 19

Содержание питательных веществ в черноземах обыкновенных тяжело- и среднесуглинистых (в %)

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Азот общий	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (общ.) %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (рас- твор.) %
132	0—5	0,468	0,193	0,054
	20—25	0,236	0,154	0,042
24	10—15	0,489	0,103	0,048

Черноземы обыкновенные легкосуглинистые распространены в южной части зоны машинного орошения. Среди них встречаются как более легкие — супесчаные, так и более тяжелые по механическому составу среднесуглинистые разности; последние здесь преобладают, причем приурочены обычно к слегка пониженным или же выровненным местам склона; при этом суглинистой является иногда только самая верхняя толща в пределах 20—40 см; ниже механический состав становится значительно легче, переходя в супеси и пески.

Легкосуглинистые черноземы имеют непрочную комковатую структуру; вскипание обычно наблюдается на глубине 70—100 см; ниже 100 см — значительные скопления углекислого кальция в виде корочки на гранях структурных единиц, иногда в виде распыльчатых белесых потоков, реже — в виде лжегрибница. Скопление карбонатов отмечается в различных слоях: первый максимум на глубине 85—120 см; после некоторого перерыва на глубине конца второго или начала третьего метра от поверхности наблюдается снова нарастание карбонатов.

Приводим описание наиболее типичного для этой территории разреза. Разрез 131 (П. М. Новиков) — чернозем обыкновенный легкосуглинистый.

Широкий выровненный склон на юго-юго-запад. Заложка.

Л<sub>0</sub> 0—18 см Темносорый с буроватым оттенком, комковатый, слегка увлажненный, корней много; суглиник легкий.  
Л<sub>1</sub> 18—33 см Темносорый с буроватым оттенком, комковатый, с намечающейся призмовидностью; увлажненный, слабо уплотненный; суглиник легкий.

B<sub>1</sub> 33—53 см

Темнобурый, книзу слегка светлее, комковато-призмовидный, мелкокористый, уплотненный; суглиник легкий.

B<sub>2</sub> 53—71 см

Бурый; неоднородной окраски: по темнобуроватому фону темные потеки гумуса, редкие кротовины, влажный, уплотненный, комковато-призмовидный; суглиник легкий.

B<sub>3</sub> 71—95 см

Желто-бурый с бледнокоричневато-бурыми потеками гумуса, рыхло-комковато-бесструктурный, уплотненный, увлажненный, супесчаный.

B<sub>3</sub> 95—140 см

Желто-бурый, очень плотный, увлажненный, слоистый, песок с прослойками супеси и легкого суглинка, бесструктурный, с небольшим количеством комковатых единиц; карбонаты проникают вглубь, скопления их в виде пленок по границам слоев и по тонким трещинам.

D<sub>1</sub> 140—205 см

Желто-бурый, слоистый, прослойки крупнозернистого песка чередуются с прослойками супеси и легкого суглинка, скопления карбонатов по границам слоев, слабо увлажненный; со 170 см проходит более тяжелого механического состава; довольно плотный.

D<sub>2</sub> 205—255 см

Желто-бурый, влажный, плотный, бесструктурный, с намечающейся комковатостью, тонкокористый; суглиник тяжелый.

Слой I 255—270 см

Темнобурый (погребенный), влажный, уплотненный, бесструктурный, вскипает бурно; суглиник средний.

Слой II 270—290 см

Неоднородный по окраске; серо-бурый со светлобурыми участками и темными потеками гумуса, комковато-призмовидный, тонкокористый, имеется старая землеройка ( $d=9$  см); суглиник средний, близкий к легкому.

Слой III 290—315 см

Желто-бурый с падевым оттенком, бесструктурный, комковатый, влажный, тонкокористый; суглиник легкий, пылеватый.

Слой IV 315—350 см

Палевый, скопление извести в виде грязно-палевых пленок; опесчанившийся легкий суглиник, слабо уплотненный, влажный; старые ходы землероев.

Слой V 350—410 см

Желто-бурый, рыхлый, бесструктурный; пятна карбонатов; песок.

Вскипание от HCl с 90 см.

Таблица 20

Механический состав чернозема обыкновенного легкосуглинистого.

Разрез 131

(в %)

Глубина взятия образца, см	Гипроскопия, влага	Потери при сбра- ботке кислотой	Фракции (диаметр частиц в мм)							Сумма частиц (диаметр частиц в мм)			
			>0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	>0,01	<0,01	>0,05	0,05—0,005	<0,005
0—10	2,8	3,0	7,0	52,2	12,0	5,3	7,2	13,3	71,2	25,8	59,2	17,3	20,5
23—28	3,0	3,5	7,5	46,5	13,8	4,2	7,7	16,8	67,8	28,7	54,0	18,0	24,5
46—51	3,1	4,3	6,7	44,9	13,3	3,4	7,8	19,6	64,9	30,8	51,6	16,7	27,4
64—69	2,3	2,8	13,8	49,9	12,3	3,1	4,7	13,4	76,0	21,2	63,7	15,4	18,0
85—90	2,5	9,6	4,6	42,8	14,0	6,4	6,6	16,0	61,4	29,0	47,4	20,4	22,6
125—130	2,0	0,3	26,6	47,7	4,3	3,9	4,5	12,7	78,6	21,1	74,3	8,2	17,2
170—175	1,7	1,3	23,0	56,0	4,5	1,9	5,0	8,3	83,5	15,2	79,0	6,4	13,3
235—240	5,0	5,7	2,5	12,9	29,6	9,6	19,5	20,2	45,0	49,3	15,4	39,2	39,7
265—270	3,1	4,4	14,0	38,9	12,1	4,7	7,1	18,8	65,0	30,6	52,9	16,8	25,9
295—300	2,6	11,0	9,0	51,6	5,7	4,1	5,4	13,2	66,3	22,7	60,6	9,8	18,6
400—405	1,2	5,6	13,7	70,6	1,2	1,2	1,1	6,6	85,5	8,9	84,3	2,4	7,7

Верхняя, примерно метровая, толща довольно однородна по механическому составу (табл. 20); преобладает песчаная пыль. Вся нижняя толща состоит из отдельных слоев, крайне разнообразных по механическому составу; здесь, наряду с песчаными горизонтально расположенным слоями, встречаются слои почти глинистого состава. Эти данные заставляют предполагать, что описываемые склоны водораздела представляют высокую надпойменную террасу, сложенную слоистыми древнеаллювиальными отложениями.

Следует отметить резкое уменьшение выхода илестой фракции при анализе образцов, не обработанных предварительно кислотой, по сравнению с величиной этой фракции, полученной после такой обработки, что указывает на большую устойчивость микроагрегатов.

Таблица 21

Удельный вес твердой фазы почвы и объемный вес. Чернозем обыкновенный легкосуглинистый. Разрез 131

Горизонт и его мощность, см	Глубина взятия образца, см	Исходная влажн. в % от веса	Удельный вес твердой фазы	Объемный вес, г/см <sup>3</sup>
A <sub>п</sub> 0—18	1—6	9,56	2,59	1,27
	10—15	13,77	2,55	1,29
A <sub>1</sub> 18—33	21—26	14,18	2,61	1,26
B <sub>1</sub> 33—53	35—40	13,85	2,67	1,36
	45—50	13,29	2,68	1,36
B <sub>2</sub> 53—71	55—60	14,06	2,65	1,41
B <sub>3</sub> 71—95	75—80	8,95	2,69	1,51
B <sub>3</sub> /D <sub>1</sub> 95—140	105—110	4,46	2,63	1,66
	125—130	6,47	2,65	1,61
D <sub>1</sub> 140—205	150—155	6,22	2,67	1,68
	190—195	6,36	2,67	1,70
D <sub>2</sub> 205—255	235—240	—	2,65	1,49
I—III 255—315	295—300	15,10	2,72	1,51
IV 315—350	318—323	14,97	2,67	1,48
V 350—410	350—355	6,34	2,65	1,64
	405—410	5,34	2,62	1,72

Объемный вес указывает на невысокую гумусность этой почвы и уплотненность верхнего ее горизонта (залежь).

Минимум скважности (36,2%) наблюдается в наиболее легком, опесченном слое на глубине 4 м (табл. 22); максимальная скважность отмечается в горизонте A.

Систематические поливы вызовут уменьшение общей скважности. Структура легкосуглинистых черноземов не отличается большой водоустойчивостью; пахотный их горизонт уже в настоящее время достаточно сильно распылен. При орошении можно ожидать уменьшения аэрируемости почв.

Общая влагоемкость (табл. 23) невелика, что обусловлено легким механическим составом этой почвы.

Как видно из приведенных выше данных, естественная влажность почвы в момент исследования была несколько выше двойной максимальной гигроскопической влажности (около 2,5 максимальной гигроскопичности), т. е. немногого превосходила влагу завидания растений. При значительном общем запасе воды (табл. 24) в почве (корнеобитаемая зона) влага завидания составляет 44% этого запаса. Если мы примем для всей корнеобита-

Таблица 22

Скважность по генетическим горизонтам почвы. Разрез 131

Горизонт и его мощность, см	Скважность почвы (в %) при капиллярном насыщении ее водой			Воздухоемкость при влажности, равной двойной максимальной гигроскопичности, %
	общая	поры, заполненные водой	поры аэрации	
A <sub>п</sub> 0—18	50,2	25,6	24,6	36,4
A <sub>1</sub> 18—33	51,7	23,4	23,3	37,1
B <sub>1</sub> 33—53	49,2	24,2	25,0	33,2
B <sub>2</sub> 53—71	46,8	23,6	23,2	33,8
B <sub>3</sub> 71—95	43,8	25,7	18,1	30,0
B <sub>3</sub> /D <sub>1</sub> 95—140	38,1	20,0	18,1	—
D <sub>1</sub> 140—205	37,2	—	—	—
D <sub>2</sub> 205—255	43,7	—	—	—
I—III 255—315	44,5	—	—	—
IV 315—350	44,4	—	—	—
V 350—410	36,2	—	—	—

Таблица 23

Данные определения общей влагоемкости и максимальной гигроскопической влажности. Разрез 131

Горизонт и его мощность, см	Глубина взятия образца, см	Общая влагоемкость		Максимальная гигроскопическая влажность		Исходная влажность почвы в % от веса
		% от веса		% от объема	% от веса	
		по глубине	по горизонтали	по горизонтали	по объему	
A <sub>п</sub> 0—13	0—5	19,93	20,01	25,61	5,4	6,9
	10—15	20,09	—	—	—	9,56
A 13—33	20—25	18,52	18,58	23,41	5,8	7,3
	27—32	18,64	—	—	—	13,77
B <sub>1</sub> 33—53	35—40	17,89	—	—	—	14,18
	45—50	17,62	17,76	24,15	5,9	8,0
B <sub>2</sub> 53—71	55—60	16,93	16,71	23,56	6,4	6,5
	65—70	16,50	—	—	—	13,29
B <sub>3</sub> 71—95	75—80	16,67	17,00	25,67	4,6	6,9
	85—90	17,33	—	—	—	8,95
B <sub>3</sub> D <sub>1</sub> 95—140	100—105	12,21	12,21	20,02	—	—

мой зоны за нижний предел увлажнения 60% от предельной полевой влагоемкости, то получим следующие нормы полива:

Глубина, см	Норма полива, м <sup>3</sup> /га
0—30	300
0—50	500
0—100	970

Считая желательным промачивание почвы на глубину 80 см при предполивной влажности в заданном слое в 60% от общей влагоемкости, мы получаем норму полива порядка 500—600 м<sup>3</sup>/га. Эта норма должна быть изменена в зависимости от степени увлажнения почвы в момент полива.

Таблица 24

Запас воды в почве при различной степени ее увлажнения. Разрез 131  
(в м<sup>3</sup>/га)

Глубина насыщ- ния, см.	При насыщении почвы водой до					
	общей влагоемкости			60% от общей влагоемкости		
	общий запас воды	усвоемая	неусвоемая	общий запас воды	усвоемая	неусвоемая
0—30	741,9	424,2	317,7	445,1	127,4	317,7
0—50	1222,7	668,1	554,6	733,6	179,0	554,6
0—100	2435,5	1369,2	1066,3	1461,3	395,0	1066,3

Если принять среднее значение скорости фильтрации для верхнего двухметрового слоя 0,001 см/сек, то при наличии подстилающих супесей или песков потери на фильтрацию составят 0,9 м/сутки. Для канала западной части орошающего участка, где преобладают легкие почво-грунты, следует предусмотреть меры борьбы с потерями воды вследствие фильтрации. Химическое воздействие (хлористый натрий) здесь вряд ли может быть эффективным, так как активно действующая высокодисперсная часть в этих грунтах невелика; искусственное заливание стенок каналов для борьбы с инфильтрацией воды оказалось бы в данном случае наиболее эффективным.

Результаты анализа водных вытяжек (табл. 25) из образцов чернозема обыкновенного легкосуглинистого свидетельствуют об отсутствии засоленности этих почв: во всей четырехметровой толще щелочность от нормальных карбонатов отсутствует, хлориды и сульфаты улавливаются в количе-

Таблица 25

Данные анализа водных вытяжек из образцов чернозема обыкновенного легкосуглинистого. Разрез 131

Глубина взятия образца, см	Единица измерения	Долигорасторимый гумус	Сухой стакан	Остаток при промывании	СНО <sup>*</sup>	Щелочность в НСО <sub>3</sub>				Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
						общая	от бикарбонатов	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>		
0—10	%	0,010	0,067	0,033	Нет	0,040	0,005	0,005	0,003	0,017	
64—69	%	0,005	0,065	0,031	»	0,014	0,007	0,007	0,003	0,040	
125—130	%	0,004	0,042	0,022	»	0,024	0,017	0,007	0,004	0,011	
235—240	%	0,007	0,044	0,028	»	0,029	0,023	0,006	0,004	0,004	
295—300	%	0,003	0,046	0,020	»	0,027	0,020	0,007	0,003	0,009	
400—405	%	0,002	0,051	0,027	»	0,030	0,023	0,007	0,004	0,014	
	м-экв.					0,49	0,38	0,11	0,11	0,29	

ствах, практически незначимых, сухой остаток ии в одном случае не превышает сотых долей процента, общая щелочность невелика (от 0,01 до 0,03%); при этом щелочность обусловлена преимущественно бикарбонатами щелочно-земельных металлов.

Таблица 26

Содержание гумуса CO<sub>2</sub> в черноземах обыкновенных легкосуглинистых

(в %)

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Гигроскопическая вода	Гумус	CO <sub>2</sub>
131	0—10	2,8	5,12	0,20
	23—28	3,0	4,58	0,20
	35—40	3,0	3,85	—
	46—51	3,1	3,40	0,30
	55—60	2,6	0,99	—
	64—69	2,3	0,61	—
	75—80	2,2	0,42	0,74
	125—130	—	—	0,78
	235—240	—	—	0,35
	—	—	—	—
134	0—5	—	4,88	—
	0—5	—	4,55	—
	30—35	—	2,99	—
	49—54	—	2,10	—
	55—60	—	—	0,49
	62—67	—	—	0,50
	140—145	—	—	9,80

Легкосуглинистые черноземы обыкновенные, благодаря сравнительно большому количеству в них илистой фракций, довольно богаты органическим веществом (табл. 26), по количеству которого они мало уступают разностям более тяжелого механического состава, слабо затронутым процессами эрозии.

Углокислый кальций обычно опущен за пределы полуметровой толщи.

Несмотря на легкий механический состав, легкосуглинистые черноземы обыкновенные имеют достаточно мощный почвенный поглощающий комплекс — сумма поглощенных кальция и магния в верхнем слое этих почв достигает 38 м-экв. (табл. 27); паряду с этим в них содержится также

Таблица 27

Поглощенные основания в черноземе обыкновенном легкосуглинистом. Разрез 131

Глубина взятия образца, см	Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>		Na <sup>+</sup>	
	%	м-экв.	%	м-экв.	%	м-экв.
0—10	0,62	30,9	0,087	7,15	0,013	0,56
23—28	0,59	29,4	0,090	7,14	0,013	0,56
46—51	0,50	25,0	0,069	5,67	0,013	0,56

и поглощенный натрий, правда, в весьма ограниченном количестве (1,5%). Величина поглащающего комплекса обусловлена здесь не только сравнительно большим количеством тонкой илистых фракций, но и содержанием коллоидной органической части почвы.

По содержанию азота и фосфора легкосуглинистые черноземы обыкновенно мало уступают разностям, более тяжелым по механическому составу (табл. 28).

Таблица 28

Содержание азота и фосфора. Разрез 131  
(в %)

Глубина взятия образца, см	Азот общий	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
		общая	усвояемая
0—10	0,342	0,193	0,036
23—28	0,275	0,103	0,020

На основании приведенных выше морфологических признаков, физических свойств и химического состава, черноземы обыкновенные легкосуглинистые могут быть охарактеризованы как почвы, безусловно, высокопроизводительные. В орошаемом хозяйстве при правильной агротехнике они, несомненно, дадут богатые урожаи.

Черноземы обыкновенные супесчаные не занимают больших площадей, а встречаются отдельными мелкими участками среди легкосуглинистых разностей. Морфологически они близки к легкосуглинистым черноземам, но видимые выделения карбонатов кальция в супесчаных разностях опущены несколько ниже. Приводим морфологическое описание разреза 4145.

Разрез 4145 (Н. Н. Никанорова) — чернозем обыкновенный супесчаный.

Водораздельный склон северной экспозиции. Разрез заложен на шлейфе водораздельного склона. Пашня — пар.

Ап 0—18 см	Серовато-черный, равномерно окрашенный, рыхлый, комковато-пороховидный, редкие кротовины; переход в следующий горизонт ясный; тяжелая супесь.
А1 18—35 см	Серовато-черный, окрашен равномерно, уплотненный, редкие крупные кротовины, переход в подгоризонт B <sub>1</sub> постепенный; тяжелая супесь.
B <sub>1</sub> 35—58 см	Неоднородной окраски, серовато-черный с темнобурыми пятнами, слабовлажный; плотнее предыдущего, перерывистый; супесчаный; переход в подгоризонт B <sub>2</sub> постепенный.
B <sub>2</sub> 58—80 см	Темносерый, неоднородной окраски, бурые пятна; довольно плотный, слегка увлажненный; супесчаный.
B <sub>3</sub> 80—110 см	Серый, неоднородной окраски, языки желто-буровой породы; сильно перерывистый, влажноватый, плотный; легкая супесь.
C <sub>1</sub> 110—160 см	Желто-бурый песок с крупными белесоватыми пятнами выцветов карбонатов, плотный; переход по механическому составу ясный.
C <sub>2</sub> 160—200 см	Желто-бурый, увлажненный, тонкопористый; карбонаты в виде мелких пятен, уплотненный; суглинок легкий.

Как видно из данных табл. 29, в супесчаных черноземах преобладают частицы от 0,25 до 0,05 мм; при этом обращает на себя внимание сравнительно большое содержание самых тонких частиц — илистых, которые, обладая

Таблица 29

Механический состав чернозема обыкновенного супесчаного. Разрез 4145

Глубина взятия образца, см	Гигроскопичная влага	Потери от обработки HCl	Фракции (диаметры частиц в мм)	Сумма фракций (диаметры частиц в мм)			
				>0,01	<0,01	>0,05	<0,005
0—5	1,29	2,14	4,38	6,20	5,16	16,0	70,50
50—58	1,41	2,41	65,50	71,89	4,21	2,50	13,70
100—105	2,12	—	—	74,48	2,51	18,55	—
155—160	0,97	—	—	73,81	6,54	2,73	5,04
160—165	1,94	4,44	40,79	13,77	1,43	3,75	3,06
195—200	1,63	15,12	44,89	9,22	2,29	2,70	2,70

Таблица 30

Данные определения водных вытяжек из образцов чернозема обыкновенного супесчаного. Разрез 4145

Глубина взятия образца, см	Щелочность	Ca <sup>++</sup>				Mg <sup>++</sup>			
		общий в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	от бикарбонатов в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Na + K	Ca + Mg	SiO <sub>4</sub> <sup>4-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	SiO <sub>4</sub> <sup>4-</sup>
0—5	0,004	0,080	0,058	0,96	0,017	0,28	0,003	0,08	0,003
73—80	0,003	0,082	0,105	1,72	0,49	0,80	0,056	0,08	0,097
195—200	—	0,088	0,112	1,83	0,015	0,26	0,097	1,60	1,60

клеющей способностью, и обусловливают образование комковатой структуры.

Самый верхний слой — более тяжелого механического состава, чем ниже лежащая толща; возможно, что это произошло в результате процесса выветривания (дробления), который в поверхностном слое идет наиболее интенсивно. На глубине 1,5 м встречаются песчаные слои, которые ниже сменяются легкосуглинистыми отложениями.

Результаты определения водной вытяжки (табл. 30) показывают, что черноземы обыкновенные супесчаные являются почвами незасоленными: сухой остаток не достигает в них даже десятой доли процента; щелочность обусловлена главным образом присутствием бикарбонатов щелочноzemельных металлов; хлориды и сульфаты почти отсутствуют. Опасаться каких-либо изменений солевого режима в отрицательную сторону, при орошении этих почв не приходится; к тому же грунтовые воды слабо минерализованы и находятся обычно ниже 10 м, что исключает возможность засоления путем капиллярно-пленочного поднятия солей в поверхностный слой почвы.

Гумуса в пахотном слое (табл. 31) черноземов обыкновенных содержится около 3%. Благодаря легкому механическому составу и связанной с ним большой водопроницаемости органическое вещество проникает на большую глубину: даже на глубине 100—105 см гумуса еще содержится более 0,5%. Судя по распределению  $\text{CO}_2$ , углекислый кальций вымыт за пределы метровой толщи; наибольшее его количество находится на глубине 160—165 см.

Таблица 31

Содержание гумуса и  $\text{CO}_2$  в черноземах  
обыкновенных супесчаных  
(в %)

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Гумус	$\text{CO}_2$
4145	0—5	2,99	0,03
	15—20	1,63	—
	35—40	1,12	—
	50—58	1,02	0,05
	58—63	0,96	—
	73—80	0,84	0,05
	100—105	0,59	0,66
	160—165	—	5,91
	195—200	—	5,60
	4117	0—5	2,98
	30—35	2,45	—

В соответствии с более легким механическим составом и меньшим содержанием гумуса черноземы обыкновенные супесчаные имеют и меньшую емкость поглощения по сравнению с разностями более тяжелого механического состава: в рассматриваемом супесчаном черноземе сумма поглощенных кальция и магния составляет 25—27 м-экв. (табл. 32).

По запасу питательных веществ эти черноземы стоят значительно ниже легкосуглинистых; в пахотном слое разреза 4145 содержится: азота общего 0,13%, валовое количество  $\text{P}_2\text{O}_5$  — 0,097%, усвоемого фосфора — 0,013%.

Таблица 32

Содержание поглощенных кальция и магния в черноземе обыкновенном супесчаном. Разрез 4145

Глубина взятия образца, см	Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>		Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> м-экв.
	%	м-экв.	%	м-экв.	
0—5	0,452	22,60	0,052	4,33	26,93
50—58	0,406	20,30	0,074	6,17	26,47
73—80	0,425	21,25	0,046	3,83	25,08

При орошении черноземы обыкновенные супесчаные будут, несомненно, давать высокие урожаи; никаких дополнительных мероприятий не требуется, необходимы только внесение удобрений, правильная организация севооборотов и хорошая обработка полей.

Черноземы обыкновенные маломощные, слабо эродированные. Среди черноземов обыкновенных средней мощности встречаются черноземы маломощные, слабо эродированные; располагаются они преимущественно на склонах третьей надпойменной террасы, которая, как уже указывалось, имеет довольно большие уклоны. Морфологически черноземы эти близки к описанным выше черноземам, но имеют значительно меньшую мощность горизонта A, в среднем равную 22,8 см. В отдельных местах поверхностный слой почвы настолько сильно смыт, что при вспашке на глубину 19—20 см на поверхность выворачивается часть подгоризонта B<sub>1</sub>. Средняя мощность A + B<sub>1</sub> равна 48,2 см; иногда мощность A + B<sub>1</sub> составляет всего 40 см, в отдельных же местах она снижается даже до 34 см. Линия вскипания находится в среднем на глубине 37 см, колеблясь в пределах от 19 до 65 см; в сильно перерытых местах вскипание обнаруживается с самой поверхности почвы.

Приводим описание типичного разреза.

Разрез 102 (П. М. Новиков) — чернозем обыкновенный, слабо эродированный, тяжело суглинистый.

Третья надпойменная терраса р. Кутулуга; слабоподзолистый северный склон. Ровное место. Пашия — посев пшеницы.

A <sub>1</sub> 0—17 см	Темносерый, комковатый, с бесструктурной массой, рыхлый, влажный (после дождей); пронизан корнями растений; суглинок тяжелый.
A <sub>1</sub> 17—21 см	Темносерый, комковатый, с небольшим количеством бесструктурной массы, слегка уплотнен; много корней, влажный; суглинок тяжелый.
B <sub>1</sub> 21—45 см	Темносерый, с хорошо заметной буроватостью; комковатый, с неясно выраженной призмовидностью; хорошо уплотнен, вскипает бурно с 21 см; местами в нижней части подгоризонта выделения лжегрибниц; редкие кротовины, корней немного; суглинок тяжелый.
B <sub>2</sub> 45—70 см	Бурый, окраска неоднородная; комковатый с призмовидностью, хорошо уплотненный, слегка влажный; редкие корни растений; местами перерыв; выделения углекислых солей в виде лжегрибниц; суглинок тяжелый.
B <sub>3</sub> C 70—145 см	Неоднороден по окраске: желто-бурый, с темнобурymi языками, постепенно теряющимися книзу подгоризонта; комковато-призмовидный, слабый глянец по граям структурных отдельностей; много карбонатов и виде распыльчатых пятен и белоглазки; почти сухой, очень плотный.

- C 145—185 см Желто-бурый, комковато-призмовидный, хорошо уплотненный, слегка влажный; изредка выделения карбонатов в виде белоглазки; суглиник тяжелый, книзу горизонта механический состав становится легче.
- D Co 185 см Желто-бурый, слегка уплотненный песок до конца разреза — 210 см.

Выше указывалось, что черноземы, сформировавшиеся на делювии третьей надпойменной террасы, как правило, имеют более легкий механический состав, чем черноземы второй и первой надпойменных террас; в табл. 33 приводятся данные механического анализа чернозема третьей надпойменной террасы (разр. 102). Почва эта, согласно классификации Н. А. Качинского, относится к тяжелосуглинистым песчано-пылеватым, с довольно большим содержанием илистой фракции. Здесь фракция ила составляет 50—60% от общего количества физической глины.

Таблица 33

Механический состав обыкновенного чернозема террасового, слабо эродированного. Разрез 102

(в %, в пересчете на высушеннную при 100—105° павеску)

Глубина взятия образца, см	Гигроскопич. влага	Потери от обработки HCl	Фракции (диаметры частиц в мм)							Сумма фракций (диаметры частиц в мм)		
			>0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	<0,01	0,01—0,001 мм от потерь от обраб. HCl	>0,01 мм	
0—10	3,5	4,7	6,0	23,1	23,8	4,7	16,7	21,0	42,4	47,1	52,9	
30—40	4,4	4,9	7,5	19,0	20,0	7,4	11,0	30,2	48,6	53,5	46,5	
120—130	2,5	16,0	4,2	28,1	22,4	7,3	6,5	15,5	29,3	45,3	54,7	
200—210	1,3	6,1	40,5	30,8	9,4	4,7	4,4	4,1	13,2	19,3	80,7	

Следует отметить, что делювиальный чехол третьей надпойменной террасы в отношении механического состава неодинаков на всем массиве орошения: в восточной части механический состав делювиальных отложений тяжелее, чем в западной, особенно в районе правобережья р. Грачевки. Количество ила в черноземах западной части массива составляет иногда не более 10% от общего количества физической глины.

Из приведенных данных видно, что наибольшая потеря от обработки кислотой (16%) обнаружена в образце, взятом с глубины 120—130 см; она обусловлена, несомненно, присутствием углекислого кальция, так как при описании этого разреза здесь было отмечено наибольшее скопление известня. Ниже 185 см начинается толща слоистых древнесаллювиальных отложений.

Результаты водных вытяжек (табл. 34) показывают, что сухой остаток во всей двухметровой толще не достигает даже одной десятой доли процента. Щелочность от нормальных карбонатов отсутствует; общая щелочность невелика и обусловлена главным образом бикарбонатами щелочноземельных металлов. Хлориды и сульфаты обнаружены в количествах, практически незначительных. Можно с полной уверенностью констатировать отсутствие сколько-нибудь заметного засоления обыкновенных черноземов третьей террасы р. Кутулук.

Таблица 34

Данные анализа водных вытяжек из обыкновенного чернозема маломощного, слабо эродированного. Разрез 102

Глубина взятия образца, см	Единица измерения	Сухой остаток	Остаток при прокаливании	Щелочность				Растворимый гумус	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
				в CO <sub>2</sub> *	общая в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	от бикарбонатов в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca+Mg Na+K			
A 0—10	% м-экв.	0,068 0,52	0,030 0,046	Нет »	0,032 0,75	0,022 0,54	0,010 0,21	0,014 0,005	0,005 0,14	0,021 0,43
B <sub>1</sub> 30—40	% м-экв.	0,088 0,057	0,036 0,028	»	0,046 0,039	0,033 0,029	0,013 0,010	0,005 0,004	0,004 0,011	0,011 0,010
BC 120—130	% м-экв.	0,071 0,071	0,041 0,041	»	0,037 0,63	0,020 0,47	0,017 0,16	0,004 0,11	0,004 0,11	0,016 0,20
D 200—210	% м-экв.	0,071 0,60	0,041 0,33	»	0,037 0,60	0,020 0,33	0,017 0,27	0,002 0,11	0,004 0,33	0,016 0,33

Следует отметить, что среди черноземов обыкновенных часто встречаются разности, в той или иной мере затронутые процессом эрозии. Необходимость борьбы с этим явлением должна быть соответственно учтена при освоении земель зоны машинного орошения Кутулукского массива и, в частности, при разбивке оросительной сети. Введение правильных травопольных севооборотов с организацией постоянных травяных полос — буферов, бороздование крутых склонов приостановят дальнейшее развитие эрозионных процессов и улучшат агрономические свойства этих почв. Борьба с эрозией здесь должна быть начата немедленно, независимо от того, будут ли эти земли осваиваться в орошающем хозяйстве или останутся в богарных условиях, так как уже теперь имеется большая площадь, состоящая, правда, из отдельных мелких пятен, занятая маломощными черноземами с укороченным гумусовым горизонтом (в отдельных местах мощность горизонта A около 15 см). Без применения соответствующих агромероприятий и введения правильных севооборотов агрономические свойства маломощных черноземов (эродированных) будут еще снижаться.

**Черноземы обыкновенные террасовые.** Хотя черноземы обыкновенные, развивающиеся на второй надпойменной террасе, а также на высоких выровненных участках первой надпойменной террасы, как мы уже указывали, и обладают всеми признаками обыкновенных черноземов водораздельных пространств, но мы считаем необходимым выделить их в группу «террасовых», так как некоторые признаки, связанные с генезисом этих почв, сохраняются у них и по настоящему времени. Террасовые черноземы обыкновенные более перерыты, чем черноземы водораздельных пространств; этим объясняется некоторая сероватость их окраски. Наблюдается более глубокое проникновение гумуса по профилю, обусловленное, повидимому, не только деятельностью землероев, но и большей засоленностью террас в прошлом.

Черноземы обыкновенные террасовые являются основой, наиболее распространенной почвенной разновидностью на массиве орошения; среди этих черноземов отрицательные элементы рельефа заняты черноземами степных понижений — выщелоченными и слабо оподзоленными; характеристика их дается ниже.

По мощности гумусового горизонта мы разделяем черноземы обыкновенные террасовые на: 1) черноземы средней мощности, с горизонтом А более 25 см, и 2) маломощные, эродированные — с мощностью горизонта А меньше 25 см.

В зоне, отведенной под машинное орошение, черноземы обыкновенные террасовые имеются только в восточной части участка. Здесь преобладают черноземы средней мощности; однако среди них на наиболее крутых местах встречаются маломощные разности, в которых перегнойно-аккумулятивный горизонт в результате эрозионных процессов (смыт и сдувание верхнего слоя) укорочен (22—24 см). Маломощные разности не имеют здесь большого распространения.

В зоне самотечного орошения преобладают черноземы обыкновенные террасовые средней мощности.

Черноземы террас рек Кутулука и Б. Кинеля по механическому составу подразделяются на: а) тяжелосуглинистые, б) среднесуглинистые, в) легко-суглинистые, г) супесчаные.

Черноземы обыкновенные террасовые средней мощности, тяжелосуглинистые черноземы обыкновенные террасовые занимают большую часть территории самотечной зоны орошения. Среди тяжелосуглинистых черноземов встречаются небольшими участками также и глинистые разности. Почвообразующими породами для этих черноземов служат преимущественно делювиальные (изредка древнеаллювиальные) суглинки и глины.

Морфологические признаки чернозема обыкновенного террасового:

1) темносерая равномерная окраска гумусового горизонта А; в подгоризонте  $B_1$  появляются буроватые тона и неравномерность окраски;

2) средняя мощность горизонта А — 33 см, варьирует от 25 до 45 см;

3) распыленная структура в пахотном слое, зернисто-комковатая в подпахотном и часто угловато-комковатая структура в подгоризонте  $B_1$ ;

4) уплотнение замечается обычно с подгоризонта  $B_1$ ; наибольшее уплотнение в большинстве случаев совпадает с горизонтом накопления карбонатов кальция;

5) вскипание обнаруживается в среднем с 45 см, с отклонениями от 0 до 60 см; вскипание с поверхности встречается в исключительно редких случаях;

6) начало видимых выделений карбонатов колеблется в пределах 40—95 см, чаще на 80—85 см; обычна форма выделений — примазки и выцветы, реже лжегрибница и белоглазка; максимальное скопление карбонатов в форме пятен и выцветов находится на глубине 50—125 см и в форме лжегрибницы — на глубине 100—130 см;

7) выделений сульфатов в двухметровой толще в западной части массива не наблюдалось; в восточной гипс обнаруживается в некоторых разрезах с половиной второго метра.

Площади, занятые черноземами обыкновенными террасовыми, используются преимущественно под зерновые культуры.

Приводим описание наиболее типичных разрезов в восточной половине участка (разр. 1058) и в западной (разр. 4101).

Разрез 1058 (В. П. Глуховцев) — чернозем обыкновенный террасовый тяжелосуглинистый.

Надпойменная терраса р. Кутулука. Слабоволнистая равнина с едва заметным падением к северу. Разрез заложен на ровном месте, абс. высота 60 м. Посев пшеницы; сорняки — молочай, выночок.

A <sub>0</sub> 0—19 см	Темносерый, комковато-пороховидный, с бесструктурной массой, сухой, рыхлый, густо пронизан корнями; суглинок тяжелый.
A <sub>1</sub> 19—32 см	Темносерый, сухой, уплотненный, слаботрециноватый, выламывается неясно выраженным призмовидным отдельностями, распадающимися на комочки и зерна, перерыт; суглинок тяжелый; переход в подгоризонт $B_1$ постепенный.
$B_1$ 32—57 см	Темносерый с бурым оттенком, призмовидный; перерыт, сухой, плотный, тяжелый суглинок.
$B_2$ 57—88 см	Сервато-бурый с желто-бурыми заклиниками; призмовидно-глыбистый, сухой, плотный, сильно перерыт; суглинок тяжелый.
$B_3$ 88—134 см	Желто-бурый, темные тонкие гумусовые потеки, распыленные карбонаты, редкая белоглазка, перерыт; призмовидно-глыбистый; глинистый.
C 134—200 см	Желто-бурый, глыбистый, со 143 см жилки гипса, на 156 см гипс друзами, влажноватый, уплотненный; суглинок средний.
Вскипание от HCl с 17 см.	

Разрез 4101 (В. Н. Овчинников) — чернозем обыкновенный террасовый тяжелосуглинистый.

Первая надпойменная терраса р. Б. Кинеля. Равнина с микронаправлениями, абс. высота 46 м. Разрез заложен на ровном месте. Многолетняя залежь.

A <sub>0</sub> 0—17 см	Темносерый, комковатый; до 6 см густо пронизан корнями растений, ниже корней растений несколько меньше; слегка уплотненный; суглинок тяжелый.
A <sub>1</sub> 17—34 см	Темносерый; комковатый с зернами, корней меньше, слегка уплотнен, слабо трещиноват; суглинок тяжелый.
$B_1$ 34—60 см	Темносерый с буроватым оттенком, окрашен неравномерно, удлинено-комковатый; корней меньше, плотнее предыдущего, влажноватый; редкие кротовины; суглинок тяжелый.
$B_2$ 60—85 см	Бурый, неравномерно окрашенный, угловато-комковатый, влажный, плотнее предыдущего; редкие кротовины; суглинок тяжелый.
$B_3$ 85—115 см	Желто-бурый, потеки гумуса, уплотненный, комковато-глыбистый; выцветы карбонатов и белоглазки; суглинок тяжелый.
C 115—180 см	Светло-желто-бурый, комковатый; карбонаты в виде белоглазки и лжемицелия; плотный; глинистый.

Вскипание от HCl с 34 см.

Как на отклонение от типа обыкновенного чернозема террасового, следует указать на кротовинный террасовый чернозем, особенно распространенный в западной части массива. Наиболее характерный признак этого варианта — перерывность горизонтов землероев, выражаяющаяся в чисто механическом перемешивании верхних и нижних слоев почвы. Благодаря этому обстоятельству профиль кротовинного чернозема своим внешним видом заметно отличается от обыкновенного чернозема террасового, а именно:

1) более светлой окраской гумусового слоя и прокрашенностью профиля на большую глубину;

2) крайне условными границами между подгоризонтами в горизонтах А и В;

3) нарушенной рыхло-комковатой структурой;

4) повышенным вскипанием — с 16—18 см, местами и с поверхности;

5) неясно выраженным горизонтом видимых выделений карбонатов вследствие механического распыления их по всему профилю; это обстоятельство, повидимому, и обуславливает более светлую окраску гумусового горизонта;

6) видимые выделения карбонатов наблюдаются обычно в более глубоких горизонтах, где менее выражена деятельность землероев;

7) слабой уплотненностью верхней полутораметровой толщи, где обычно сосредоточено наибольшее количество кротовин.

Приводим описание наиболее типичного разреза.

Разрез 25 (Н. Н. Никанорова) — чернозем обыкновенный террасовый, перерытый.

Первая надпойменная терраса р. Б. Кинеля. Разрез заложен на ровном месте. Пашня.

$A_{II}$  0—18 см Темносерый, пылевато-комковатый, рыхлый, тонкие корешки, слабо вскипают от HCl с поверхности; суглиник тяжелый, переход в подгоризонт  $A_1$  постепенный.

$A_1$  18—37 см Темносерый, комковатый, слабо уплотнен; много экскрементов червей, корешки растений, кротовины, вскипают бурно до дна разреза; суглиник тяжелый; переход в подгоризонт  $B_1$  постепенный.

$B_1$  37—52 см Темносерый с буроватым оттенком, комковатый, с большим количеством экскрементов червей; уплотнен слабо, много тонких корешков, сильно перерыт землероями; суглиник тяжелый.

$B_2$  52—72 см Буровато-серый, с желто-серыми заклинками; комковатый, с пылеватой массой; много экскрементов червей, слабо уплотнен, сильно перерыт землероями; суглиник тяжелый.

$B_3$  72—105 см Желтовато-серый, пестрый от темных затеков гумуса, желто-бурых заклинков и пятен кротовин; слабо уплотнен, сильно перерыт; бесструктурно-комковатый.

$C_1$  105—170 см Желто-бурая глина.

Эти почвы относятся к тяжелосуглинистым и глинистым, со значительным преобладанием первых (табл. 35). Выделить на почвенной карте в самостоятельные контуры небольшие участки глинистого механического состава затруднительно. Можно лишь отметить, что сле заметные понижения.

Таблица 35

Механический состав черноземов террасовых обыкновенных тяжелосуглинистых  
(в %)

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Гигроскопич. пластика	Потеря от обработки ПС1	Фракции (диаметры частиц в мм)						Сумма фракций (диаметры частиц в мм)					
				>0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	>0,01	<0,01	>0,05	<0,05	>0,005	<0,005
4101	0—5	3,35	5,16	0,35	20,48	26,34	12,59	4,35	30,73	47,17	47,67	20,83	38,93	35,08	
110—115	2,44	19,35	0,22	15,10	22,57	5,77	7,99	29,00	37,89	42,76	15,32	28,34	36,99		
175—180	1,97	15,57	0,29	20,72	24,72	15,54	14,59	8,57	45,73	38,70	21,01	40,26	23,16		
4135	0—5	3,86	5,03	0,21	13,52	19,22	23,32	16,03	22,67	32,95	62,02	13,73	42,54	38,70	
25	0—5	3,74	4,23	0,09	15,31	36,39	22,18	5,92	15,48	52,19	43,58	15,40	58,97	21,40	
1058	0—5	5,94	Без обр.	1,82	19,94	35,21	29,32	2,46	11,25	56,97	43,03	21,76	64,53	13,71	
	92—97	3,82	»	»	3,52	22,70	34,84	24,04	4,72	10,18	61,06	38,94	26,22	58,88	14,90
	185—190	3,32	»	»	9,42	21,92	40,34	24,99	0,11	3,22	71,68	28,32	31,34	65,33	3,33
1	3—13	4,90	»	»	0,70	13,10	29,70	22,60	21,70	12,20	43,50	56,50	13,80	52,30	33,90
	20—30	5,00	»	»	0,80	12,90	38,60	12,10	20,20	20,15	40,52	30,47	70,13	70,50	35,60
	60—70	4,10	»	»	0,90	16,40	42,30	10,30	17,00	13,10	59,60	40,40	17,30	52,60	30,40
	100—110	2,80	»	»	1,10	12,20	37,80	10,90	22,70	15,30	51,10	48,90	13,30	48,70	38,00
	145—155	3,00	»	»	1,00	5,80	42,10	15,70	21,00	13,50	48,90	51,10	6,80	57,80	35,40
	200—210	3,30	»	»	0,70	10,80	45,30	8,40	20,40	14,40	56,80	43,20	11,50	53,70	34,80
	270—280	3,20	»	»	1,70	17,10	46,30	7,00	14,50	13,40	65,10	34,90	18,80	53,30	27,90

ния, а также равнинные части, как правило, занятые черноземами обыкновенными террасовыми более тяжелого механического состава, чем окружающие их разности положительных элементов рельефа. Так, в разрезе 4135 количество глинистых частиц (частицы — диаметром меньше 0,01 мм) достигает 62%, при этом на долю наиболее высокодисперсной фракции — илистой (частицы диаметром меньше 0,001 мм) приходится 22,67%. Еще большим содержанием илистой фракции выделяется разрез 4101; здесь на эту фракцию приходится более 30%, что составляет около 65% от общего количества глинистых частиц. Оба эти разреза расположены в равнинной части надпойменной террасы р. Б. Кинеля, где местность испещрена едва уловимыми понижениями и микробугорками. Почти во всех случаях механический состав книзу профиля, с глубины второго метра, становится легче.

В 1934 г. на территории зоны самотечного орошения Кутулукского участка велись полустационарные наблюдения над влагоемкостью и водопроницаемостью обыкновенных террасовых черноземов (разр. 1). Приводим описание типичного разреза.

Разрез 1 (Н. Н. Никанорова) — чернозем обыкновенный террасовый тяжелосуглинистый.

Расположен на равнине, имеющей хорошо выраженный микрорельеф. Посов яровой пшеницы.

$A_{II}$  0—15 см Темносерый, непрочная комковатая структура с пылеватой массой; рыхлый; глинистый.

$A_1$  15—30 см Темный предыдущего. Зернисто-комковатый; пронизан густо корнями; тяжелый суглиник.

$B_1$  30—50 см Темносерый с бурыми участками, количество которых увеличивается книзу; комковатый, с призмовидными отдельностями; уплотненный; тяжелосуглинистый.

$B_2$  50—70 см Желто-бурый, с темнобурыми гумусовыми потеками; призмовидно-ореховатый; в темнобурых участках структура комковато-призмовидная; плотный, единичные корни; тяжелосуглинистый; кротовины; вскипают на границе с  $B_1$  (50 см).

$B_3$  70—95 см Желто-бурый с тонкими гумусовыми затеками, тяжелосуглинистый; грубо-призматический; редко — белоглазка, кротовины.

$BC$  95—125 см Желто-бурый, с красноватым оттенком, много белоглазки, максимум ее на 100—115 см; плотный; глинистый; крупноглыбистый, отдельные более темные пятна.

$C$  125—300 см Желто-бурый с красноватым оттенком; глинистый, книзу механический состав становится легче; со 180 см встречаются тонкие прослойки более легкого механического состава — супеси; крупноглыбистый.

В пределах гумусовых горизонтов  $A_{II}$  —  $B_1$ , книзу, наблюдается постепенное нарастание объемного веса. Наибольшая величина его приходится на горизонт максимального уплотнения и наибольшего скопления карбонатов. Довольно однородный механический состав, за исключением отдельных участков, объясняет малые колебания в величинах объемного веса в пределах горизонтов  $BC$  и  $C$ .

Скважность почвы довольно большая (табл. 36). Начиная с подгоризонта  $B_3$ , видно снижение как общей скважности, так и пор аэрации.

Поры почвы представлены главным образом капиллярами. Поэтому в момент насыщения почв до общей влагоемкости воздухоемкость в горизонтах  $BC$  и  $C$  приближается к минимуму для зерновых культур. Структура пахотного горизонта непрочная. Под действием воды поверхность «заплывает». Это значительно затрудняет процесс газообмена. Надо сказать, что в литературе имеются лишь самые общие указания

Таблица 36

Скважность чернозема обыкновенного террасового тяжелосуглинистого.  
Разрез 1

Горизонт и его мощность, см	Объемный вес почвы, г/см <sup>3</sup>	Скважность почвы при капиллярном насыщении ее водой, %		
		общая	поры, занятые водой	поры аэрации
A <sub>п</sub> 0—15	1,07	57,5	41,6	15,9
A <sub>1</sub> 15—30	1,18	53,9	37,2	16,7
B <sub>1</sub> 30—50	1,22	53,5	35,1	18,4
B <sub>2</sub> 50—70	1,29	51,3	34,5	16,8
B <sub>3</sub> 70—95	1,41	47,4	34,5	12,9
BC 95—125	1,59	41,9	32,4	9,5
C <sub>1</sub> 125—300	1,55	43,5	36,4	7,1

Примечание. Поры, занятые водой, определены по данным общей влагоемкости на площадке после 30-суточного непрерывного полива.

относительно динамики газового режима в определенных почвенных условиях. Точно так же отсутствует количественная характеристика оптимальных условий для отдельных растений.

Во всяком случае, отрицательные условия для газообмена могут существовать лишь в первое время (1—2 суток) после полива. Далее, по мере испарения воды, как это видно из табл. 37, воздухоемкость быстро увеличивается.

Таблица 37

Воздухоемкость чернозема обыкновенного террасового. Разрез 1

Горизонт и его мощность, см	Максимум при влажности, равной коэффициенту завидания	Минимум при насыщении почв до общей влагоемкости	Оптимум при влажности, равной 60% от общей скважности
A <sub>п</sub> 0—15	41,5	15,9	28,8
A <sub>1</sub> 15—30	36,2	16,7	26,9
B <sub>1</sub> 30—50	—	18,4	26,8
B <sub>2</sub> 50—70	35,4	16,8	25,6
B <sub>3</sub> 70—95	—	12,9	23,7
BC 95—125	27,6	9,5	20,9
C <sub>1</sub> 125—300	—	7,1	

Примечание. Так как максимальная гигроскопическая влажность не определялась, то коэффициент завидания мы вычислили по гигроскопической влажности, принимая коэффициент завидания равным 1,5 максимальной гигроскопической влажности (гигроскопическая влажность  $\times 2 \times 1,5$ ).

Тяжелый механический состав и преобладание капиллярной скважности в почве являются причиной ее высокой водоудерживающей способности.

Общий запас воды в почве при увлажнении до общей влагоемкости в слое 0—50 см равняется 1884 м<sup>3</sup>/га, в слое 0—100 см — 3598,5 м<sup>3</sup>/га. Значительная доля общего запаса почвенной воды не может быть

усвоена корнями растений вследствие разницы осмотических сил растение— почва и составляет «мертвый» запас. Приняв максимальную гигроскопическую влажность за равную удвоенной гигроскопической влажности и введя коэффициент 1,5, получаем следующий коэффициент завидания по генетическим горизонтам (в процентах от объема почвы): A<sub>п</sub>—16%, A<sub>1</sub>—17,7%, B<sub>2</sub>—15,9%, BC—14,3%.

Общая полевая влагоемкость практически может считаться не зависящей от способа полива (табл. 38).

Приблизительно на глубине 100—125 см, где имеет место смена механического состава, наблюдаются наибольшее колебание и снижение средней величины общей полевой влагоемкости.

Большая водоудерживающая способность почв обеспечивает удержание в метровом слое почвы любой практической приемлемой нормы полива, порядка 1000—1200 м<sup>3</sup>/га.

Расчета максимальной нормы полива мы не приводим, так как величина ее будет зависеть от степени исходного увлажнения. Принимая нижнюю границу увлажнения для метрового слоя равной 50% от общей скважности, получаем норму полива для слоя почвы в 0,5 м — 508 м<sup>3</sup>/га и в 1 м — 993 м<sup>3</sup>/га.

Таблица 38

Общая влагоемкость по генетическим горизонтам. Чернозем обыкновенный террасовый тяжелосуглинистый. Разрез 1

Горизонт и его глубина, см	На изолированной площадке. Длительность непрекращающе- гося полива 30 суток. Напор h на поверхности почвы 10 см. Прием № 1			На изолированной площадке (изоляция до глубины 3 м). Напор h на поверхности почвы 10 см. Прием № 1			На изолированной площадке (изоляция до глубины 3 м). Напор h на поверхности почвы 10 см. Прием № 2		
	в % от песка	в % от объема	в % от общей скваж- ности	в % от песка	в % от объема	в % от общей скваж- ности	в % от песка	в % от объема	в % от общей скваж- ности
A <sub>п</sub> 0—15	38,88	41,59	72,30	41,18	42,87	74,53	38,22	40,89	71,08
A <sub>1</sub> 15—30	31,51	37,20	69,01	32,40	38,10	70,68	32,76	38,55	71,52
B <sub>1</sub> 30—50	28,67	35,10	65,59	28,11	34,49	64,45	30,36	37,65	70,36
B <sub>2</sub> 50—70	26,72	34,45	67,12	27,97	36,01	70,16	29,16	38,49	75,00
B <sub>3</sub> 70—95	24,39	34,50	72,75	24,37	34,32	72,37	27,29	38,48	81,14
BC 95—125	20,25	32,40	77,34	20,80	32,86	78,44	20,45	32,72	78,10
C 125—300	23,56	36,40	83,65	24,76	38,48	88,43	24,15	37,26	85,68

Устойчивые величины скорости впитывания в первом периоде [промачивание горизонтов с максимальной скважностью аэрации ( $A_{\text{п}} - B_1$ )] лежат в пределах 0,005—0,003 см/сек.

Практически это означает, что норма полива 1200 м<sup>3</sup>/га впитывается в 35—40 мин. при бороздном поливе и в 50—70 мин. при поливе затоплением.

Выше нами указывалось, что распределение исходной влажности в почве подтверждает наличие капиллярного поднятия в конце второго метра от поверхности. Для характеристики скорости капиллярного поднятия приводим данные опытов с двумя трехметровыми монолитами. Опыт начал 15 января 1935 г., закончен 1 мая того же года. За 3,5 месяца максимум поднятия от водной поверхности составил 125 см.

## Средние величины капиллярного поднятия (в см):

Дата наблюдения	Монолит № 1	Монолит № 2
15. I	Исходная точка	0
20. I	47,0	30,0
25. I	59,3	44,0
30. I	69,0	57,0 (на трещине)
15. II	82,0	81,0
20. II	94,0	88,5
15. III	104,5	94,5
30. III	111,0	97,5
15. IV	118,0	102,0
1. V	123,0	—

Учитывая, что капиллярное поднятие, происходящее в воздушно-сухом грунте, замедлялось вертикальными трещинами, следует скорость поднятия считать довольно значительной. Этим объясняется высокий уровень капиллярного поднятия в естественных условиях.

Переходя к химической характеристике, остановимся прежде всего на степени засоленности этих почв (табл. 39). В большинстве случаев хлориды и сульфаты обнаруживаются в количествах, практически незначимых; щелочность, как правило, бывает обусловлена присутствием бикарбонатов щелочно-земельных металлов и не превышает сотых долей процента. Небольшая величина сухого остатка (0,1—0,2%) и отсутствие щелочности от нормальных карбонатов характеризуют эти почвы как незасоленные.

Однако в отдельных пунктах первой надпойменной террасы р. Кутулуга, где уровень грунтовых вод подходит к поверхности близко (ближе 6 м), на глубине второго метра встречаются видимые скопления сульфатов (гипса). В разрезе 1053 водная вытяжка обнаруживает на глубине конца второго метра больше 0,4% аниона серной кислоты; в этом случае также и величина сухого остатка, состоящая главным образом из минеральной части, достигает уже выше 0,7%.

Произведенное в этом разрезе определение сульфатов показало, что на глубине 134—139 см  $\text{SO}_4$  содержится 0,224%, или 4,66 м-экв., а на глубине 185—190 см — 0,722%, или 15,01 м-экв.

Обыкновенные черноземы террасовые обычно беднее гумусом, чем черноземы водораздельных пространств; это объясняется и условиями рельефа, и, несомненно, возрастом этих почв, как более молодых образований по сравнению с черноземами водоразделов. Количество гумуса в террасовых черноземах Кутулукского участка лишь в отдельных случаях превышает 7%; обычно же количество гумуса здесь для тяжелых по механическому составу разностей колеблется в пределах 5—6%, падая иногда до 4,5%, в зависимости от характера рельефа (большая расчлененность местности и заметная крутизна склонов).

Для черноземов обыкновенных характерно постепенное уменьшение гумуса книзу профиля (табл. 40); эта картина — постепенное убывание гумуса вниз по профилю — также четко выдерживается и в черноземах обыкновенных террасовых (разрезы 1058, 1).

Карбонаты сосредоточены в наибольшем количестве на глубине 90—125 см; из верхней же 30-см толщи они вымыты. Исключения составляют небольшие пятна, где наблюдается сильная перерывость почвы землеройками; в таких местах карбонаты подняты близко к поверхности (см. описание разр. 25) или же обнаруживаются на самой поверхности.

Таблица 39

Данные определения водной вытяжки из черноземов обыкновенных террасовых тяжелосуглинистых

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Единица измерения	Щелочность			Cl'	$\text{SO}_4^{2-}$	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сухой остаток
			от норм. карбонатов $\text{CO}_3^{2-}$	общая $\text{HCO}_3^-$	от бикарбонатов в $\text{HCO}_3^-$					
					Са+Мг					
4101	0—5	%	Нет	0,122	0,064	0,058	Следы	—	0,018	0,007
	80—85	м-экв.	2,00	1,05	0,95	—	0,90	0,58	—	0,080
	175—180	%	»	0,037	0,025	0,012	0,045	0,024	0,010	0,116
	92—97	м-экв.	0,61	0,41	0,20	—	0,94	0,20	0,83	0,057
	185—190	%	»	0,049	0,035	0,014	0,003	Следы	0,008	Следы
	3—13	м-экв.	0,80	0,57	0,23	0,08	0,40	—	—	—
	20—30	%	»	0,089	0,049	0,040	0,002	0,101	0,040	0,012
	60—70	м-экв.	1,46	0,80	0,66	0,06	2,40	2,00	1,00	0,220
	100—110	%	»	0,059	0,032	0,027	0,002	0,431	0,033	0,051
	145—155	м-экв.	0,97	0,52	0,44	0,06	8,98	1,65	4,25	0,780
1058	175—180	%	»	0,041	0,034	0,007	Следы	0,015	0,019	0,003
	20—30	м-экв.	0,67	0,57	0,10	—	0,33	0,96	0,25	0,080
	60—70	%	»	0,046	0,038	0,008	»	0,064	0,016	0,002
	100—110	м-экв.	0,70	0,62	0,10	—	1,30	0,80	0,16	0,124
	145—155	%	»	0,061	0,039	0,022	»	0,025	0,022	0,002
	200—210	м-экв.	1,00	0,60	0,40	—	0,50	1,10	0,16	0,080
	3—13	%	»	0,089	0,025	0,064	0,008	0,038	—	0,157
	175—180	м-экв.	1,46	0,41	1,05	0,22	0,80	—	—	0,165
	92—97	%	»	0,098	0,010	0,088	0,008	0,028	—	0,138
	20—30	м-экв.	1,60	0,16	1,44	0,22	0,60	—	—	—

Таблица 40

Содержание гумуса и  $\text{CO}_2$  в черноземах обыкновенных террасовых тяжелосуглинистых

(в %)

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Гумус	$\text{CO}_2$	№ разреза	Глубина взятия образца, см	Гумус	$\text{CO}_2$
4101	0—5	7,20	0,10	23	0—5	6,37	0,23
	35—40	4,37	2,20		13—18	—	2,80
	55—60	2,86	—		25—30	4,11	—
	80—85	1,59	—		120—125	—	9,00
	110—115	—	6,73		165—170	—	6,01
	145—150	—	5,70		3—13	7,76	0,13
	175—180	—	5,41		20—30	5,35	0,03
	0—5	5,92	—		40—50	3,41	—
	25	5,59	—		60—70	2,09	—
	36	5,50	—		80—90	1,14	7,58
1058	0—5	5,39	—		100—110	0,36	10,07
	19—24	4,06	0,47		120—125	0,23	8,91
	35—40	3,66	—		175—180	—	5,34
	60—65	2,21	—		200—210	—	6,19
	92—97	1,06	6,94		270—280	—	4,93
	185—190	—	4,93		—	—	—

Черноземы обыкновенные террасовые в отношении обеспеченности питательными веществами характеризуются такими показателями: в разрезе 4101 на глубине 0—5 см фосфорной кислоты (валовой) содержится 0,24%, что составляет около 6 т ее в 20-см слое на гектар; усвоемой же фосфорной кислоты — 15 мг на 100 г почвы, что составляет 6,7% от общего ее запаса; в разрезе 1058 на глубине 0—5 см общего фосфора 0,16%, усвоемой формы — 10,5 мг на 100 г почвы. Азота на глубине 3—13 см (разр. 1) содержится 0,474%, на глубине 20—30 см — 0,410%.

Почвенный поглощающий комплекс черноземов обыкновенных террасовых тяжелосуглинистых насыщен щелочно-земельными катионами — сумма поглощенных кальция и магния выражается 50—60 м-экв. (табл. 41).

Таблица 41

Поглощенные основания в черноземах обыкновенных террасовых тяжелосуглинистых

№ разреза	Глубина, см	Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>	
		%	м-экв.	%	м-экв.
4101	0—5	0,913	45,65	0,096	8,00
1058	0—5	0,89	44,50	0,18	15,00
1	3—13	0,880	44,00	0,095	7,91
	20—30	0,829	41,45	0,095	7,91

Значительное содержание гумуса (5—7%) и глубокое проникновение его, комковатая с зернистостью структура, достаточный запас питательных веществ, насыщенность почвенного поглощающего комплекса щелочно-земельными катионами, большая влагоемкость — все это указывает на хорошие свойства черноземов обыкновенных террасовых в смысле их плодородия.

Черноземы обыкновенные террасовые среднесуглинистые. Среднесуглинистые черноземы обыкновенные террасовые имеются на всей территории Кутулукского участка; они расположены обычно на более приподнятых местах среди тяжелосуглинистых разностей.

Приводим морфологическое описание наиболее типичных разрезов — разреза 42, заложенного на террасе Кутулука, и разреза 140 — на террасе Б. Кинеля.

Разрез 42 (В. Ткаченко) — чернозем обыкновенный террасовый среднесуглинистый.

Пологий склон надпойменной террасы р. Кутулука. Экспозиция северная. Залежь.

A <sub>0</sub> 0—14 см	Темносерый, комковатый с пылеватой массой; уплотненный, сухой; корней много; суглинок средний.
A <sub>1</sub> 14—32 см	Темносерый, комковатый, с зернами; уплотненный, влажный; корней меньше; суглинок средний.
B <sub>1</sub> 32—60 см	Темносерый с буроватым оттенком, комковато-призморовидный, плотнее предыдущего; корней меньше; суглинок средний.
B <sub>2</sub> 60—81 см	Темносерый с буроватыми языками, неоднородно окрашенный, комковато-призморовидный; плотный, корней мало, распыленные карбонаты; суглинок средний.
B <sub>3</sub> 81—107 см	Желто-бурый с серыми и темносерыми пятнами, комковато-призморовидный, плотный, слегка влажный, карбонаты в виде ликенцизии; суглинок средний, близкий к тяжелому.

BC 107—147 см

Желто-бурый с очень редкими небольшими серыми пятнами, влажный, очень плотный; корней мало; скопление карбонатов в виде ликенцизии; суглинок средний, близок к тяжелому.

C<sub>1</sub> 147—178 см

Темнобурый, комковато-бесструктурный, очень плотный, влажный; редкий ликенцизий карбонатов; суглинок средний, опесчанивший.

C<sub>2</sub> 178—200 см

Темнобурый, очень плотный, влажный, опесчанивший; средний суглинок.

Вскапывание от HCl с 67 см.

Разрез 140 (М. И. Симакина) — чернозем обыкновенный террасовый среднесуглинистый.

Первая надпойменная терраса Б. Кинеля. Разрез заложен на ровном месте. Пашня — пар.

A<sub>п</sub> 0—15 см

Темносерый, влажный сверху, слегка уплотнен; пороховато-комковатый с большим количеством бесструктурной массы; корней много; переход по плотности и структуре в следующий подгоризонт ясный; суглинок средний.

A<sub>1</sub> 15—34 см

Темносерый, слегка уплотненный, зернисто-комковатый; корней много; суглинок средний.

B<sub>1</sub> 34—55 см

Темносерый с коричневыми заклинками; окрашен неравномерно, зернисто-комковатый; корней меньше, уплотнен; суглинок средний.

B<sub>2</sub> 55—81 см

Неоднородно окрашенный: темнокоричневый с серыми и желто-бурыми пятнами; угловато-комковатый; корней мало; плотнее предыдущего, перерыт землероями; суглинок средний.

B<sub>2</sub> 81—104 см

Желто-коричневый, угловато-комковатый, плотный, много темных кротовин; суглинок средний.

BC 104—132 см

Окрашен неоднородно, желто-бурый, перерытый, неясные пятна и жилки карбонатов; суглинок средний.

C<sub>1</sub> 132—170 см

Желто-бурый; средний суглинок с включениями песка; уплотнен, влажный, угловато-комковатый.

D<sub>1</sub> 170—200 см

Желто-бурый, слоистый, влажный; песок и слои суглинка чередуются.

Вскапывание от HCl с 50 см.

В среднесуглинистых разностях террасовых черноземов преобладает лессовидная фракция (0,05—0,005 мм; табл. 42).

Хотя порода на глубине 195—200 см по содержанию физической глины также относится к средним суглинкам, но соотношение отдельных фракций здесь иное, резко отличающееся от соотношений фракций в верхнем слое. В нижнем слое больше 50% его составляет фракция 0,25—0,05 мм, лессовидная же фракция составляет всего 11,67%; кроме того, илистая фракция в верхнем слое составляет 9,58%, а в породе на указанной глубине она превышает 21%. Эти особенности механического состава указывают на отсутствие генетической связи между верхней толщей (делювиальной), на которой развивается почва, и нижними слоями породы, представляющими древнеаллювиальные отложения. Данные механического анализа полностью подтверждают полевые определения (описание разрезов).

Рассматривая данные анализа водной вытяжки для нижней части профиля разреза 42, приведенные в табл. 43, можно утверждать, что профиль этой почвы не засолен. Сухой остаток даже на глубине 2 м составляет 0,11%; щелочность обусловлена преимущественно бикарбонатами щелочно-земельных металлов; хлор улавливается лишь в 0,002% (величина эта не выходит за пределы допустимой ошибки опыта), поэтому можно считать, что хлор практически отсутствует; сульфатов не обнаружено.

Таблица 42

Механический состав чернозема террасового обыкновенного среднесуглинистого.  
Разрез 140

(в %; анализы в пересчете на высушеннюю при 100—105° павеску)

Глубина взятия образца, см	Гипроскопич. влага	Потери от обработки HCl	Фракции (диаметры частиц в мм)						Сумма фракций (диаметры частиц в мм)					
			0,25	0,5	0,01	0,005	0,001	0,0005	0,01	0,005	0,001	0,0005	0,0001	0,00005
0—5	5,02	2,54	0,32	35,36	24,32	12,93	14,95	9,58	60,00	37,46	35,68	37,25	24,53	
195—200	1,69	8,70	2,29	51,51	8,19	3,48	4,37	21,46	61,99	29,31	53,80	11,67	25,83	

Таблица 43

Данные определения водной вытяжки чернозема обыкновенного террасового, среднесуглинистого. Разрез 42

Глубина взятия образца, см	Единица измерения	Сухой остаток	Щелочность				Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	
			CO <sub>2</sub>		общий в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	от бикарбонатов в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>					
			CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		Ca+Mg					
90—95	% м-экв.	0,116	Нет	0,057	0,035	0,022	0,002	Нет	0,006	0,001	
				0,93	0,57	0,36	0,06		0,30	0,08	
195—200	% м-экв.	0,110	»	0,051	0,024	0,027	0,002	»	0,002	0,011	
				0,84	0,40	0,44	0,06		0,10	0,932	

Как видно из табл. 44, среднесуглинистые черноземы обыкновенные террасовые по количеству гумуса стоят несколько ниже разностей, тяжелых по механическому составу. В среднесуглинистых разностях колебания в содержании гумуса можно принять в пределах 4,5—5%. Постепенное уменьшение гумуса вниз по профилю также хорошо выдерживается (разр. 42, табл. 44).

Верхняя полуметровая толща обычно освобождена от углекислого кальция; этому, очевидно, способствует более легкий механический состав.

Более легким механическим составом обусловлено также и меньшее содержание фосфора, по сравнению с тяжелыми разностями. В разрезе 42 на глубине 0—5 см общее содержание фосфора равняется 0,13%, усвоенного фосфора — 10,5 мг на 100 г почвы. Таким образом, запас всего фосфора составляет только 3,38 т на гектар в 20-см слое, тогда как в тяжелых разностях содержится общего фосфора около 6 т.

Меньшая гумусность и более легкий механический состав оказались и на мощности почвенного поглощающего комплекса (см. табл. 43). Так, в разрезе 42 на глубине 0—5 см поглощенного кальция содержится 0,54%,

Таблица 44

Содержание гумуса и CO<sub>2</sub> в черноземах обыкновенных террасовых среднесуглинистых

(в %)

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Гумус	CO <sub>2</sub>
42	0—5	4,58	Нет
	25—30	4,46	—
	50—55	3,92	Следы
	70—75	1,28	—
	160—165	—	4,47
	195—200	—	2,23
	0—5	5,14	—
140	25—30	4,60	—
	50—55	—	0,08
	65—70	—	2,56
	115—120	—	6,95
	195—200	—	2,33
	0—5	—	—

или 27 м-экв., магния — 0,11%, или 9,16 м-экв.; сумма поглощенных кальция и магния составляет 36,16 м-экв., тогда как в ранее описанной наименее тяжелосуглинистой разности сумма поглощенных кальция и магния находится в пределах 50—60 м-экв. Сравнительно малое количество поглощенных оснований в разрезе 42 объясняется возможным наличием здесь в поглощенном состоянии водородного иона, показателем чего до некоторой степени служит отсутствие в первом полуметре углекислого кальция.

Таким образом, среднесуглинистые террасовые черноземы по запасу питательных веществ стоят несколько ниже, чем разности более тяжелого механического состава. Однако в орошаемом хозяйстве, при травопольной системе с применением минеральных удобрений, на этих почвах несомненно можно получать высокие устойчивые урожаи.

Черноземы обыкновенные террасовые легкосуглинистые. Черноземы обыкновенные террасовые легкосуглинистые занимают пространства надпойменных террас Б. Кинеля вдоль р. Грачевки, по обеим сторонам последней; легкосуглинистые разности встречаются небольшими пятнами среди среднесуглинистых на первой и второй надпойменных террасах Кутулука. Материнскими породами служат легкие суглинки и супеси, местами переходящие в пески.

Следует отметить, что и среди легкосуглинистых черноземов обыкновенных террасовых не наблюдается строго выдержанного однородного механического состава; здесь также встречаются небольшие площадки как более легкого, так и более тяжелого состава; положительные элементы рельефа заняты обычно супесями, в то время как на незначительных понижениях или более выровненных местах залегают среднесуглинистые черноземы.

Для черноземов обыкновенных террасовых легкосуглинистых характерно следующее:

1) темносерая с коричневатым оттенком окраска гумусового горизонта, преобладание в подгоризонте B<sub>1</sub> коричневатых тонов и появление снизу буроватых заклинков;

2) мощность горизонта А колеблется от 25 до 40 см, в среднем 34 см; мощность А + В<sub>1</sub> колеблется в пределах от 49 до 70 см, в среднем 55 см;  
3) комковатая структура в горизонте А и угловато-комковатая в горизонте В;

4) уплотнение по профилю наблюдается на глубине от 50 до 120 см;  
5) характер перехода от одного горизонта в другой весьма постепенный;

6) начало вскипания — в среднем на глубине 60 см, колебания в широких пределах — от 20 до 100 см;

7) выделения карбонатов кальция обычно отмечаются в пределах 70—150 см, причем более или менее равномерного распределения этих солей не наблюдается; форма выделений — примазки, выцветы, реже — лигногрибница;

8) видимых выделений сульфатов не обнаружено;

9) книзу почвенного профиля обычно наблюдается увеличение содержания крупных песчаных частиц.

В восточной части участка, на террасе Кутулуга, наблюдается несколько большая мощность гумусового горизонта.

Приводим описание типичного разреза.

Разрез 152 (М. И. Симакина) — чернозем обыкновенный террасовый легкосуглинистый.

Вторая надпойменная терраса р. Б. Кинелья. Разрез заложен на ровном месте. Пастья — пшеница.

A <sub>1</sub> 0—15 см	Темносерый с коричневатым оттенком, распыленный, рыхлый, корней много; суглиник легкий, близкий к среднему.
A <sub>1</sub> 15—33 см	Темносерый, с коричневатым оттенком, слегка уплотнен, комковатый; слабо трещиноват; суглиник легкий.
B <sub>1</sub> 33—53 см	Темносерый, с ясно заметной коричневатостью, неравномерно окрашен; уплотнен, угловато-комковатый, корней много; суглиник легкий.
B <sub>2</sub> 53—101 см	Пестрый: коричнево-бурый с черно-коричневыми пятнами кротовин; угловато-комковатый, уплотненный, неясные распыленные карбонатные точки с 90 см; вскипает с 70 см; суглиник средний.
B <sub>2</sub> 101—132 см	Пестрый: темнобурый с коричневыми пятнами кротовин; угловато-комковатый, менее плотный; супесь с пятнами среднего суглиника, карбонаты в виде лигногрибница.
C 132—163 см	Темнобурый, уплотненный, бесструктурный, редкие кротовины, карбонаты в виде лигногрибница; суглиник средний.

Таблица 45

Механический состав чернозема обыкновенного террасового легкосуглинистого.  
Разрез 152

(в %; анализы в пересчете на высушеннную при 100—105° плавку)

Глубина взятия образца, см	Гигроскопия, влага	Фракции (диаметры частиц в мм)						Сумма фракций (диаметры частиц в мм)					
		>0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	>0,01	<0,01	>0,01	<0,01	>0,05	<0,05
0—5	2,45	1,50	45,30	12,80	9,14	6,40	20,70	59,60	36,24	46,80	21,94	27,10	
90—95	1,74	1,88	50,57	8,31	2,84	3,48	19,70	60,76	26,02	52,45	11,15	23,18	
110—115	1,33	2,95	61,46	5,80	3,74	1,10	13,00	70,21	17,84	64,41	9,54	14,10	
195—200	1,51	1,11	34,44	19,11	6,02	3,86	20,51	54,36	30,39	35,25	25,13	24,37	

Таблица 46

Определения водной вытяжки из образцов черноземов обыкновенных террасовых легкосуглинистых

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Единица измерения	Сухой остаток	Щелочность			Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
				CO <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	общая в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	частная в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>				
3080	90—95	%	0,116	Нет	0,057	0,039	0,018	0,004	Следы	—
	160—165	%	0,076	»	0,038	0,020	0,018	0,001	0,005	0,002
	195—200	%	0,124	»	0,051	0,038	0,013	0,001	0,010	1,08
	0—5	%	0,088	»	0,019	0,016	0,003	0,003	Нет	0,010
	90—95	%	0,090	»	0,079	0,072	0,007	Следы	»	0,024
	195—200	%	0,086	»	0,039	0,034	0,005	0,003	»	0,006

Приведенные в табл. 45 данные механического анализа указывают на неоднородность почвенного профиля и на наличие большого количества мелкого песка. Несмотря на небольшую величину содержания фракции физической глины, эти почвы все же достаточно богаты илистыми частицами: в верхних горизонтах количество наиболее мелких частиц (илистых) достигает 20%.

Результаты водной вытяжки характеризуют солевой профиль черноземов обыкновенных террасовых легкосуглинистых (табл. 46).

Величина сухого остатка обычно не превышает десятой доли процента; щелочность от нормальных карбонатов отсутствует; общая щелочность обусловлена преимущественно бикарбонатами щелочно-земельных металлов; хлориды и сульфаты имеются в весьма малых количествах или же вовсе отсутствуют.

Приведенные данные анализа водных вытяжек указывают на то, что двухметровая толща этих почв не засолена.

С изменением механического состава террасовых черноземов, естественно, изменяются и химические их свойства. Количество гумуса в легкосуглинистых разностях меньше, чем в ранее описанных цами разностях, более тяжелых по механическому составу. В легкосуглинистых черноземах величина гумуса в верхних слоях колеблется от 3,0 до 4,0%; при этом также замечается весьма постепенное уменьшение его книзу профиля, при еще более глубоком проникновении — даже на глубине второго полуметра гумус оказывается больше 2% (табл. 47, разр. 152).

Благодаря легкому механическому составу и большой водопроницаемости углекислый кальций вымыт на большую глубину по сравнению с разностями тяжелого механического состава.

В верхнем слое разреза 152, на глубине 0—5 см, общего азота содержится 0,14%, валовое количество фосфорной кислоты — 0,15%, усвоенной ее формой — 43,5 мг на 100 г почвы, что составляет 9% от всего запаса фосфора.

Таблица 47

Содержание гумуса и  $\text{CO}_2$  в черноземах обыкновенных террасовых легкосуглинистых (в %)

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Гумус	$\text{CO}_2$
3080	0—5	3,87	—
	20—25	2,84	0,03
	28—31	2,11	—
	40—45	2,06	0,03
	55—60	2,02	—
	90—95	—	5,56
	140—145	—	5,07
	195—200	—	0,65
	0—5	3,74	0,08
	25—30	3,49	0,19
152	42—47	2,79	—
	55—60	2,29	0,04
	125—130	—	7,80
	195—200	—	5,80
	0—5	3,48	—
4120	15—20	3,09	—
	42—50	—	0,29
	65—70	—	5,44
	105—119	—	3,53
	140—145	—	6,60

В разрезе 3080 на глубине 0—5 см общего фосфора содержится 0,12%, усвоемого — 0,009%.

Таким образом, легкосуглинистые черноземы обыкновенные террасовые и по запасу питательных веществ значительно беднее черноземов тяжелосуглинистых — здесь на 20-см слой гектара приходится общего фосфора 3,75 т, т. е. примерно такое же количество, как и в черноземах среднесуглинистых.

Легкосуглинистые разности обладают и меньшей емкостью поглощения благодаря меньшему содержанию органического вещества и более легкому механическому составу по сравнению с ранее описанными тяжелосуглинистыми черноземами. Сумма поглощенных кальция и магния колеблется здесь в пределах 35—48 м-экв. (табл. 47а).

Мы видим, что и в этом отношении легкосуглинистые разности весьма близки к среднесуглинистым. В условиях орошения, с применением надлежащей агротехники и необходимых удобрений, и при травопольном севообороте такие черноземы могут быть высокопроизводительными почвами.

Черноземы обыкновенные террасовые супесчаные располагаются на надпойменной террасе Б. Кинеля, близ с. Покровки. Супесчаные черноземы здесь занимают склоны большого возвышения, простирающегося с юга на север. Самые высокие точки на этом возвышении сложены слабо задернованными (местами даже развеянными) песками; ниже за ними следуют слабо гумусированные песчаные образования и еще ниже по склону располагаются уже распахиваемые

Таблица 47а

Поглощенные основания в черноземах обыкновенных террасовых легкосуглинистых

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>	
		%	м-экв.	%	м-экв.
3080	0—5	0,680	34,00	0,150	12,50
	20—25	0,710	35,50	0,150	12,50
152	0—5	0,567	28,35	0,079	6,58
	25—30	0,729	36,45	0,082	6,83

участки супесчаных черноземов, переходящих в шлейфовой части в легкосуглинистые разности.

Ввиду того, что описываемая территория супесчаных террасовых черноземов обследовалась только рекогносцировочно и к орошению не предназначается, химической характеристики этих почв не дано. Имеется только определение гумуса в одном образце с глубины 0—5 см, где количество его равно 2,99%. Несомненно, что эти более легкие по механическому составу разности черноземов еще беднее питательными веществами, чем черноземы легкосуглинистые.

Качественные реакции показывают, что почвы эти не засолены: в пределах двухметровой толщи обнаружены лишь следы хлоридов и сульфатов, чаще же всего они отсутствуют.

Чтобы дать более полное представление о строении песчаных слабогумусированных и супесчаных черноземов, приводим описание двух почвенных разрезов, из которых один заложен на самом высоком месте, а другой на склоне возвышения.

Разрез 6 (Н. Н. Алмаев) — чернозем обыкновенный террасовый песчаный.

Холмообразная вершина на первой надпойменной террасе р. Б. Кинеля; останец древнего аллювия. Характер рельефа — озера, вытянутые гребнеобразные возвышения, старицы — ярко отражает характер действия реки.

Разрез заложен на вершине возвышения. Экспозиция — южная, абсолютная высота 70 м. Поверхность покрыта редкой растительностью — кустики ковыля, полынок. Местами ямы и развеянные пески.

A <sub>0</sub> 0—3 см	Дерновый, буровато-серый, связан корнями трав, рыхлый бесструктурный, сухой, с ясным переходом; песчаный.
A <sub>1</sub> 3—28 см	Буровато-серый, бесструктурный, сухой, слабо уплотненный, с редкими кротовинами и корнями трав; равномерно окрашенный с очень постепенным переходом; песчаный.
B <sub>1</sub> 28—51 см	Светлее предыдущего, бесструктурный, с постепенно светлеющей книзу окраской, влажный, уплотненный, песчаный, с очень постепенным переходом в подгоризонт B <sub>2</sub> .
B <sub>2</sub> 51—80 см	Серо-коричневый с пямятыми буровато-красноватыми заклинками, книзу постепенно светлеющий, уплотненный, влажный, песчаный, с постепенным переходом в следующий горизонт.
B <sub>3</sub> 80—110 см	Розовато-светло-серый с белесовато-розовыми сплошными выделениями карбонатов, плотный, потеки гумуса бледно-серыми языками; песчаный, переход в следующий горизонт неясный.
C 110—200 см	Красно-бурый песок до 130 см, со сплошной белесовато-розовой прокраской выделений карбонатов, которые опускаются ниже, плотный, сырой.

Вскапывание от HCl с 82 см.

Разрез 7 (Н. Н. Никанорова) — чернозем обыкновенный террасовый супесчаний.

Надпойменная терраса р. Б. Кинеля. Песчаный холм — останец древнеаллювиальных отложений на первой надпойменной террасе. Южный склон, абс. высота 52 м. Пашия, стерня ржи.

A <sub>1</sub> 0—12 см	Пахотный, буровато-серый, рыхлый, сухой, бесструктурный; супесчаний.
A <sub>1</sub> 12—32 см	Буровато-серый, слабо уплотненный, равномерно окрашенный, редкие корни трав; супесчаний, переход в следующий горизонт постепенный.
B <sub>1</sub> 32—57 см	Буро-серый с едва заметными более светло окрашенными за-клиниками, довольно равномерно окрашенный гумусом, уплотнен-ный, бесструктурный; супесчаний, с очень постепенным переходом в следующий горизонт.
B <sub>2</sub> 57—94 см	Слегка светлее предыдущего, с более ясно выраженными за-клиниками, уплотненный; супесчаний, влажный, редкие кротовины, редкие корни, бесструктурный; переход в следующий горизонт постепенный.
B <sub>3</sub> , C 97—142 см	Пестрый по окраске: бледносерые потеки гумуса смешиваются красновато-бурыми заклиниками породы; редкие кротовины; пото-ки гумуса опускаются даже ниже 142 см.
D 142—200 см	Желто-бурый тяжелый суглинок, с большим количеством вы-делений карбонатов в виде белых потеков и пятен.

Вскапание от HCl со 128 см.

Черноземы обыкновенные террасовые маломощные, слабо эродиро-ванные. При рекогносцировочном почвенном обследовании в части первой надпойменной террасы р. Б. Кинеля западнее с. Георгиевки выделены в особый контур черноземы обыкновенные террасовые маломощные средне- и легкосуглинистые.

От описанных выше средне- и легкосуглинистых черноземов выделен-ные здесь маломощные разности отличаются:

- 1) меньшей мощностью гумусового горизонта A<sub>1</sub> — меньше 25 см; мощность A + B<sub>1</sub> в среднем 35 см;
- 2) более светлой окраской гумусового слоя;
- 3) резкой сменой на втором метре суглинистой толщи песчаными древ-неаллювиальными отложениями.

По данным механического анализа, почва, вскрытая разр. 4158, отно-сится к среднесуглинистым; она содержит в верхнем горизонте 38,41% физи-ческой глины. На долю иллистой фракции приходится 9,75%, или 25% от общего количества физической глины. В нижней части профиля количе-ство тонких частиц резко уменьшается за счет увеличения частиц больше 0,05 мм; на глубине 2 м физической глины содержится всего 3,62% (табл. 48).

Обращает на себя внимание большой процент потери при обработке соляной кислотой образца с глубины 50—55 см; эта потеря, повидимому, должна быть отнесена в основное за счет удаленного углекислого кальция.

Наличие большого количества фракции 0,25—0,05 мм придает этим почвам характер легкосуглинистых. (При полевом определении описываемый нами маломощный террасовый чернозем был отнесен к легкосуглинистым.) Механический состав двухметровой толщи здесь особенно отчетливо подчеркивает слоистый характер этих отложений.

По содержанию гумуса черноземы террасовые маломощные близки к описанным нами ранее черноземам средней мощности, но характер распределения гумуса в них иной: в маломощных черноземах на глубине

Таблица 48

Механический состав маломощного чернозема обыкновенного террасового.  
Разрез 4158

(в %; анализы в пересчете на высушеннную при 100—105° павеску)

Глубина залегания образцов, см	Гигроскопич. влага	Потери от обработки HCl	Фракции (диаметры частиц в мм)						Сумма фракций (диаметры частиц в мм)					
			>0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	>0,01	0,01—0,05	0,05—0,25	0,25—0,50	0,50—0,005	<0,005
0—5	2,53	5,08	0,51	47,22	8,78	14,59	14,07	9,75	38,41	56,51	47,73	23,37	23,82	
50—55	4,13	27,30	—	22,95	16,7	6,87	3,23	22,95	33,05	39,65	22,95	23,57	26,18	
195—200	0,50	Без обр.	0,20	73,57	22,61	3,62	—	—	3,62	96,38	73,77	26,23	—	

0—5 см гумуса содержится 4,38%, на глубине 25—30 см — 2,28% и на глубине 35—40 см — 2,19%.

Таким образом, здесь уже не наблюдается постепенного уменьшения гумуса книзу профиля; наоборот, даже в самой верхней части подгоризонта B<sub>1</sub> отмечается довольно резкий скачок в содержании гумуса в сторону уменьшения.

Более детально химические свойства маломощных черноземов не изу-чались, так как площади, занимаемые ими, находятся в пределах терри-тории, обследованной только рекогносцировочно, поскольку она для оро-шения не предназначена. Кроме описанного контура, маломощные черно-земы террасовые встречаются небольшими пятнами также на первой и второй террасах р. Кутулуга.

Черноземы степных понижений выщелоченные и слабо оподзоленные. Среди обыкновенных черноземов, как тяжелосуглинистых, так и более легких разностей, значительные площади заняты почвами, в которых в той или иной степени выражен процесс разрушения алюмосиликатной части. Нами в свое время указывалось (1937), что почвы эти распространены в значительной части Куйбышевской и Чкаловской областей. Они не встречаются на участках в плакорных условиях, а всегда приурочены к отрицательным элементам рельефа: черноземы степных понижений выщелоченные встречаются в широких мелких лощинах и едва заметных замкнутых понижениях; в более глубоких лощинах со слабо выраженным уклоном и в глубоких замкнутых понижениях с большой водосборной пло-щадью развиваются черноземы степных понижений слабо оподзоленные.

В выщелоченных и слабо оподзоленных черноземах более северных тер-риторий — в лесостепи — процесс разрушения коллоидной части почвы наибольше ярко выражен в подгоризонтах A<sub>3</sub> и B<sub>1</sub>, тогда как в аналогичных черноземах степных понижений наибольшему разрушению подвергаются подгоризонты B<sub>2</sub> и B<sub>3</sub>; подгоризонт B<sub>1</sub> обычно лишь слабо окрашен гуму-сом, а подгоризонт A<sub>2</sub> имеет интенсивно темную с сизоватым оттенком окраску. Характерные особенности профиля этих почв следующие:

- 1) серо-черная или же темносерая окраска горизонта A;
- 2) мощность горизонта A обычно колеблется в пределах от 25 до 45 см; составляя в среднем 40 см, мощность A + B<sub>1</sub> — около 55—60 см;
- 3) появление красноватых оттенков в иллювиальном горизонте как результат передвижения окислов железа из верхних горизонтов книзу;

4) заметное уплотнение иллювиального горизонта;  
5) пониженная линия вскипания, в среднем около 100 см, для разностей, слабо затронутых процессом выщелачивания; там же, где процесс разрушения заходит глубоко, вскипания в пределах двухметровой толщи обычно не наблюдается;

6) видимые карбонаты встречаются на глубине около 100 см или находятся ниже двухметровой толщи;

7) еще заметная седоватость при переходе к горизонту В; у оподзоленного чернозема наблюдается уже значительное количество кремнекислоты по граям структурных отдельностей не только в подгоризонтах А<sub>2</sub> и В<sub>1</sub>, но и нижняя часть иллювиального горизонта (В<sub>2</sub> и В<sub>3</sub>) имеет белесую присыпку;

8) структура горизонта А зернисто-комковатая, подгоризонтов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> — ореховатая.

Приводим описание наиболее типичных разрезов.

**Разрез 34 (Н. Н. Никандрова)** — выщелоченный чернозем степных понижений.

Надпойменная терраса р. Б. Кинель, Едва заметная депрессия среди слабо измятой равнины. Пашня — посев ржи.

A <sub>1</sub> 0—20 см	Серовато-черный, рыхлый, сухой, цылевато-комковатый; суглиник тяжелый, близкий к глине.
A <sub>1</sub> 20—43 см	Серо-черный, сизоватый, слабо уплотненный, комковато-зернистый, корней много; суглиник тяжелый.
B <sub>1</sub> 43—66 см	Серо-черный с хорошо заметной буроватостью, зернисто-ореховатый, уплотненный; суглиник тяжелый.
B <sub>2</sub> 66—88 см	Красновато-темнобурый, с серыми потеками гумуса и слабым, едва уловимым седоватым налетом, ореховатый с мелкими глыбками, плотный; суглиник тяжелый.
B <sub>3</sub> 88—120 см	Красновато-желто-бурый, сырой, плотный, глыбистый, бледные потеки гумуса, редкие кротовины; глинистый.
C <sub>1</sub> 120—170 см	Желто-бурая глина с выделениями карбонатов в виде лжемицелия. Вскапает от HCl со 120 см.

**Разрез 159 (П. М. Новиков)** — слабо оподзоленный чернозем степных понижений.

Первая надпойменная терраса р. Б. Кинеля. Дно лощины. Пашня — стерня пшеницы.

A <sub>1</sub> 0—20 см	Темносерый, рыхлый, комковатый, с бесструктурной массой; много корней; глинистый.
A <sub>1</sub> 20—41 см	Темносерый, седоватый налет, слегка уплотненный, зернисто-комковатый, много тонких корней; глинистый.
B <sub>1</sub> 41—59 см	Окрашен неравномерно: серо-коричневый с красноватым оттенком, уплотнен, зернисто-ореховатый; корней меньше; присыпка SiO <sub>2</sub> по граям структурных отдельностей; глинистый.
B <sub>2</sub> 59—91 см	Желтовато-бурый с красноватым оттенком, редкие потеки гумуса, довольно плотный, слабо трещиноватый, ореховато-мелкоглыбистый; присыпка SiO <sub>2</sub> по граям структурных отдельностей; глинистый.
B <sub>3</sub> 91—114 см	Желто-бурый с красноватым оттенком, плотный, ореховато-глыбистый, с присыпкой SiO <sub>2</sub> по граям отдельностей; редкие кротовины, выполненные супесью, глинистый.
D <sub>1</sub> 114—125 см	Желто-бурый, бесструктурный; суглиник средний.
D <sub>2</sub> 125—175 см	Коричневато-бурый, плашнистый, плотный; тяжелый суглиник.
D <sub>3</sub> 175—200 см	Темноожелтый, плотный, бесструктурный, супесчаный. От HCl не вскипает.

По механическому составу эти почвы относятся преимущественно к глинистым или же к тяжелосуглинистым.

Заслуживает внимания характер распределения по профилю самой мелкой илистей фракции: во всех случаях, обычно на глубину второго полуметра, отмечается увеличение содержания илистей фракции по сравнению с верхними горизонтами. Это является следствием выноса тончайших частиц из верхнего слоя под влиянием преобладающих исходящих токов воды.

Смена механического состава в нижней части профиля разреза 159 (табл. 49) указывает на приближение к дневной поверхности древнеаллювиальных отложений, что соответствует и полевому описанию данного разреза.

Таблица 49  
Механический состав выщелоченных и слабо оподзоленных черноземов степных понижений  
(в %)

разрез	Глубина взятия образца, см	Гипсометрическая влага	Потери от сортировки HCl	Фракции (диаметры частиц в мм)							Сумма фракций (диаметры частиц в мм)						
				>0,25	0,25—0,01	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	0,01	0,001	0,05	0,005	0,001	0,0005	<0,005	
159	0—5	3,51	4,66	0,60	15,63	21,62	26,81	8,60	22,08	37,85	57,49	16,23	48,43	30,68			
	75—80	5,12	2,99	0,27	16,15	22,23	13,05	13,90	31,41	38,65	58,36	16,42	35,28	45,31			
	117—122	1,01	2,70	0,12	57,24	6,84	5,20	5,30	22,60	64,20	33,10	57,36	12,04	27,90			
	165—170	3,51	4,66	0,51	28,64	25,68	13,61	5,42	21,48	54,83	40,51	29,15	39,29	26,90			
	195—200	1,24	8,31	0,48	69,93	5,00	7,68	3,00	5,60	75,41	16,28	70,41	12,68	8,60			
141	0—5	3,45	6,57	0,29	21,66	25,57	23,32	10,27	12,32	47,52	45,91	21,95	48,89	22,59			
	95—100	2,72	4,74	0,10	16,45	28,78	11,07	5,76	33,10	45,33	49,93	16,55	39,85	38,86			
34	0—5	3,26	3,16	0,13	15,04	22,50	24,44	19,12	15,61	37,67	59,17	15,17	46,94	34,73			
	165—170	2,56	5,03	0,15	19,36	26,39	16,43	1,85	30,79	45,90	49,07	19,51	42,82	32,64			

Черноземы степных понижений выщелоченные и слабо оподзоленные представляют собой незасоленные почвы. Получая значительно больше влаги, чем окружающие их почвы положительных элементов рельефа, они характеризуются преобладанием исходящих токов воды.

Результаты анализа водной вытяжки для разрезов 159 и 34 (табл. 50) указывают, что сухой остаток по всей глубине профиля этих почв не достигает десятой доли процента; только в самом верхнем слое он составляет 0,14%. Сода отсутствует; общая щелочность в основном обусловлена присутствием бикарбонатов щелочно-земельных металлов. Сульфаты отсутствуют; хлориды имеются только в виде «следов», т. е. практически также отсутствуют. О сколько-нибудь заметном засолении этих почв не может быть и речи.

Выщелоченные и слабо оподзоленные черноземы богаты органическим веществом. По имеющимся у нас данным, эти почвы в отдельных местах долин рек Среднего Заволжья содержат в верхнем слое до 11—12% гумуса. Обогащение органическим веществом происходит здесь не только за счет интенсивного развития растительного покрова на данном месте, как вполне достаточно увлажнением, но также и за счет приноса органических остатков с более повышенных мест.

Таблица 50

Анализ водной вытяжки из образцов черноземов степных понижений  
выщелоченного и слабо оподзоленного

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Единица измерения	Опосляемость	Сухой остаток	Щелочность				Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	
					от норм. карбоната CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		общая HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	частная: в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>					
					K+Na		Ca+Mg						
34	0—5	%	0,008	0,052	Нет	0,022	0,010	0,012	0,003	Нет	0,009	Следы	
	70—75	%	0,005	0,040	»	0,058	0,019	0,039	»	Следы	0,010	0,007	
	120—125	%	0,082	»	0,082	0,009	0,073	»	»	0,020	0,007		
159	0—5	%	0,009	0,140	Нет	0,061	0,010	0,051	Следы	Следы	0,028	Следы	
	70—75	%	0,006	0,087	»	0,063	0,020	0,043	»	Нет	0,010	»	
	125—200	%	0,004	0,084	»	0,068	0,009	0,059	0,003	»	0,014	0,007	
						1,34	0,15	1,20			0,70	0,50	
						1,00	0,16	0,84			1,40		
						1,03	0,33	0,70			0,50		
						1,11	0,15	0,96	0,08		0,70	0,50	

Характер распределения гумуса по профилю в этих почвах несколько иной, чем в черноземах обыкновенных; здесь обычно наблюдается резкий скачок в сторону уменьшения гумуса, особенно в верхней части подгоризонта  $B_2$  (табл. 51). Это резкое падение содержания гумуса книзу профиля, несомненно, связано с процессом распада органической части почвы. Безусловно, и минеральная часть почвы при этом также подвергается глубоким изменениям.

Углекислый кальций обычно находится ниже 100 см, а в оподзоленных разностях — передко за пределами двухметровой толщи.

Большое накопление гумуса приводит к образованию значительных запасов азота и фосфора в этих почвах. В разрезе 34 на глубине 0—5 см общее количество азота составляет 0,17%; валовое количество фосфора ( $P_2O_5$ ) — 0,165%, усвояемой его формы — 12,7 мг на 100 г почвы, или 7,7% от всего запаса фосфора.

Приведенные в табл. 52 данные с достаточной очевидностью характеризуют состояние почвенного поглощающего комплекса. В верхнем слое почвы сумма поглощенных кальция и магния (разрез 34) больше 50 м-экв., а в иллювиальном горизонте сумма их составляет только 28,1 м-экв.; ниже, на глубине 95—100 см, сумма поглощенных кальция и магния снова несколько возрастает и достигает 32,6 м-экв. Таким образом, на глубине 60—65 см наблюдается минимальное количество поглощенных кальция и магния. Такое распределение по профилю — прямое следствие процесса разрушения органической и минеральной, коллоидной частей почвы. На этой глубине собственно коллоидных частиц значительно меньше, чем в материнской породе. Несомненно, известная часть почвенных коллоидов содержит адсорбированный алюминий (Чериков, 1947), и pH этих почв иногда снижается до 5.

Приводимые нами результаты анализа кремнекислоты и алюминия (табл. 53) подтверждают, что в черноземах степных понижений проис-

Таблица 51

Содержание гумуса и  $CO_2$  в черноземах степных понижений выщелоченных и слабо оподзоленных  
(в %)

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Гумус	$CO_2$		
				0—5	30—35
34	0—5	6,62	—	—	—
	30—35	5,00	—	—	—
	60—65	4,24	—	—	—
	159	7,14	—	—	—
141	0—5	5,94	—	—	—
	25—30	—	—	—	—
	100—105	0,09	—	—	—
	110—115	4,46	—	—	—
141	150—155	1,90	—	—	—
	195—200	2,60	—	—	—
	0—5	7,12	0,06	—	—
	30—35	5,31	0,05	—	—
34	60—65	2,30	—	—	—
	83—88	1,46	—	—	—
	95—100	—	0,09	—	—
	120—125	3,73	—	—	—
127	145—150	6,75	—	—	—
	165—170	6,30	—	—	—
	0—5	7,17	—	—	—
	30—35	—	—	—	—

Таблица 52

Содержание поглощенных кальция и магния в выщелоченном и слабо оподзоленном черноземах степных понижений

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>		Ca + Mg, м-экв.
		%	м-экв.	%	м-экв.	
34	0—5	0,850	42,50	0,096	8,00	50,50
	60—65	0,450	22,50	0,065	5,60	28,10
	95—100	0,538	26,90	0,066	5,70	32,60
159	0—5	0,758	38,40	0,091	7,60	46,00
	60—65	0,562	28,10	0,069	5,75	33,85

ходит процесс подзолообразования, а не осолождения, так как заметного накопления аморфной кремнекислоты в горизонтах разрушения почв не наблюдалось.

Таблица 53

Содержание кремнекислоты и алюминия в 5%-ной КОН-вытяжке из выщелоченных черноземов степных понижений

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Аморфная $\text{SiO}_2$		$\text{Al}_2\text{O}_3$		$\text{Al}_2\text{O}_2\text{SiO}_2$	Избыток, %	
		%	м-экв.	%	м-экв.		$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$
34	15—20	1,928	64,3	1,149	33,38	2,512	0,565	—
	70—75	2,143	71,4	4,348	127,8	3,849	—	2,642
	95—100	1,748	58,2	1,470	43,2	3,213	0,005	—
141	85—90	1,606	53,5	1,360	40,0	2,960	—	0,006

Таким образом, в выщелоченных и оподзоленных черноземах наблюдается разрушение — обеднение наиболее цениой коллоидной части почвы. Возможно, что при орошении разрушение коллоидной части этих почв пойдет более интенсивно, поэтому вопрос об известковании таких черноземов является одним из актуальных.

Небольшие площади понижений (среди обыкновенных черноземов террасовых), занятые выщелоченными и слабо оподзоленными черноземами, при орошении могут быть спивелированы, и тогда дальнейшее разрушение коллоидной части почв, очевидно, будет приостановлено. Нередко эти почвы сплошь покрывают участки в 200—400—600 га и более (участок Троицкий, участок на р. М. Уране и др.). В западной части зоны самотечного орошения Кутулукского участка также имеются довольно большие площади (100—200 га), где преобладают почвы, в той или иной степени затронутые процессом оподзоливания. В таких случаях планировка местности должна быть проведена внутри самого контура; весь контур может составить отдельную поливную карту, более пониженную по сравнению с окружающей местностью.

Известкование таких отдельных поливных карт мы считаем обязательным.

#### Засоленные террасовые почвы черноземной полосы Заволжья

Засоленные террасовые почвы в черноземной полосе Заволжья встречаются главным образом на первых, а также на вторых надпойменных террасах рек.

Засоленные почвы занимают либо чащевидные бессточные впадины, либо впадины с затрудненным поверхностным стоком атмосферных вод.

Диаметр впадин (депрессий) нередко измеряется несколькими километрами. Из наиболее крупных впадин следует отметить Большую и Малую Майтугу, находящиеся на второй надпойменной террасе Волги (риссская терраса) в пределах Приволжского района Куйбышевской области. В долине р. Б. Урана имеется впадина Болейская; на междуречье Самарка — Б. Кинель — впадины севернее с. Боровки и южнее пос. Лугового; в пределах Кутулукского орошаемого массива — впадина Сухоречанская, Большемалышевская, Кутулукская и ряд впадин на тер-

расах других рек. Все такие впадины — депрессии — выполнены тяжелыми суглинистыми и глинистыми отложениями, подстилаемыми чередующимися слоями песков, супесей, суглиников и глин древнеаллювиального происхождения.

Засоленные почвы занимают также пониженные устьевые участки некоторых крупных долин и долинки мелких речек, пересекающих террасы; многие из таких речек к концу лета пересыхают. Засоленные территории, занятые очень сложным почвенным покровом, можно встретить: а) на Крижском массиве орошения (под г. Куйбышевом) в долине речки Подстепиновки, б) на Троицком массиве орошения на террасах р. М. Кинеля, в долинах речек Сокарки, Чесноковки, Хлебной и в устье доли Елшанки, в) на Якутинском участке орошения на террасах р. Боровки, между поселками Бельским и Орловским, а также у пос. Лоховского, г) на Свердловском участке орошения на террасах р. М. Урана — дол Восковский, долины речек Солоновки, Куриночки, Роднички, д) на террасах р. Тока — дол у пос. Юлты, дол западнее пос. Пролетарского, в долине речки Сухой Чесноковки; на террасах р. Б. Урана у поселков Н.-Губовского, Логачевского, Судьбодаровки. На других речных долинах, изувечившихся в связи с орошением на местном стоке, также имеются засоленные почвы, которые занимают иногда значительные площади (долины рек Ветляники, Съезжей, Черновки).

Все засоленные устьевые части секущих долин, засоленные долинки мелких речек и ключей, так же как и более крупные депрессии, имеют весьма слабые уклоны местности, порядка 0,001—0,003, и сток атмосферных вод в таких местах крайне затруднен.

Формирование и развитие почв в таких местах разнообразны, в зависимости от многих условий, к числу которых прежде всего следует отнести минерализацию грунтов и грунтовых вод, степень обеспеченности стока поверхностных вод, характер микрорельефа, растительный покров.

Прежде чем рассматривать значение отдельных условий в формировании и развитии засоленных почв, считаем необходимым охарактеризовать эти почвы со стороны их строения, химизма и физических особенностей.

При составлении почвенных карт мы выделяем на засоленных участках надпойменных террас рек среднего Заволжья следующие почвы: а) солончаки, б) такыровидные солонцы-солончаки, в) солонцы корково-глыбистые, г) солонцы корково-столбчатые, д) солонцы столбчатые, е) солонцы глубоко-столбчатые, ж) солонцы осолондевающие, з) солоди, и) лиманные заболоченные почвы, к) луговые почвы, л) черноземовидные луговые почвы, м) черноземы солонцеватые и солончаковые.

Солончаки. В настоящее время на объектах местного стока в среднем Заволжье солончаки не имеют большого распространения. Не занимая сплошных площадей, солончаки встречаются здесь только в виде небольших пятен среди солонцов, причем составляют обычно <5% от общей площади солонцов. В местах распространения солонцов находятся также и пятна такыровидных солонцов-солончаков; с поверхности они светло-серые и совершенно лишены растительности. Поверхность солонцовых комплексов в отдельных местах пестрит светлыми, почти белыми пятнами солончаков и такыровидных солонцов-солончаков; площадь таких пятен иногда составляет около 10% от площади солонцового комплекса. Такой солонцовый комплекс достаточно отчетливо представлен на приводимом здесь рис. 9.

Поверхность солончаков в сухую погоду обычно рыхлая, «пухлая», покрыта налетом белых солей. Во время дождей пятна солончаков представляют вязкую киселеобразную массу. В замкнутых понижениях эта

вязкая масса при испарении влаги постепенно превращается в корку, которая при подсыхании растрескивается на множество многогранных отдельностей и покрывается налетом белых солей. Толщина отдельностей — корок, количество граней на них и величина трещин на разных пятнах неодинаковы и зависят, повидимому, от многих условий: от количества коллоидной фракции, соотношения в ней органической и минеральной частей, качественного и количественного состава солей, интенсивности высыхания и пр. На рис. 10 видны размеры и формы отдельностей, образующихся на поверхности при подсыхании солончаковых пятен после дождя.

Даем полевое описание солончака глинистого.

Разрез 2034 (П. М. Новиков) — солончак глинистый.

Терраса р. М. Урана. Правый берег речки Курноска. Слабопологий склон на северо-запад с хорошо выраженным микрорельефом. Разрез заложен в наиболее пониженной части выровненной площадки, лишней растительности; лишь по краям площадки изредка чахлые карликовые экземпляры *Kochia sedoides*. Поверхность рыхлая, с налетом белых солей.

I слой 0—5 см Верхняя часть, 1—1,5 см, рыхлая, вспущенная, представляет скопление белесовато-серых солей; ниже — слой желто-бурый, с красноватым оттенком; в отдельных местах под верхним слоем солей заметна тонкая слоистость; сырой, почти мокрый; глинистый.

II слой 5—62 см Желто-бурый с хорошо заметным красноватым оттенком; сероватые расплывчатые пятна; очень сырой, липкий; глинистый.

III слой 62—78 см По окраске близок к вышеизложенному, но здесь хорошо видны следы оглеения; сырой, липкий; появляется образование глыбок; глинистый.

IV слой 78—120 см Желто-бурый с красноватым оттенком, глыбистый, глинистый. Влажный, но к лопате уже не липнет.

Большая влажность верхней части профиля, повидимому, объясняется прошедшими сильными дождями.

Описанное выше строение солончакового профиля встречается наиболее часто. Однако оно далеко не охватывает всего многообразия внешних форм солончаков на различных объектах местного стока; даже в пределах одного объекта встречаются солончаки, весьма различные по внешним признакам. Часто можно встретить солончаки с характерной для них пятнистой окраской в толще первого метра, обусловленной перавномерным распределением органических веществ и солей. Наряду с этим встречаются разновидности, в которых верхняя часть профиля (до 50—80 см) сравнительно равномерно окрашена в темный цвет. Обычно верхняя часть профиля солончаков в сухом виде имеет рыхлую комковато-зернистую структуру; комковатые отдельности даже при легком сотрясении рассыпаются на мелкозернистую и пороховидную массу; эта рыхлая толща прикрыта с поверхности пухлым слоем сероватых солей или тонкими многогранными корочками с выцветами белых солей.

Так как пятна солончаков в большинстве случаев лишены растительного покрова, то, естественно, в них не происходит большого накопления органического вещества. Только отдельные пятна, имеющие желтовато-серую поверхность, содержат 3—4% гумуса. Солончаки обычно залегают на отрицательных элементах микрорельефа; такое расположение солончаковых пятен в отношении микрорельефа указывает, что имеющийся в них гумус не образовался на месте, а в большей своей части принесен сюда с окружающих повышенных мест. Обычно же содержание гумуса в солончаках колеблется в пределах 0,5—1,5%. Так, в приведении выше разрезе 2034 гумуса содержится: на глубине 0—5 см — 0,91%, на глубине 5—15 см —

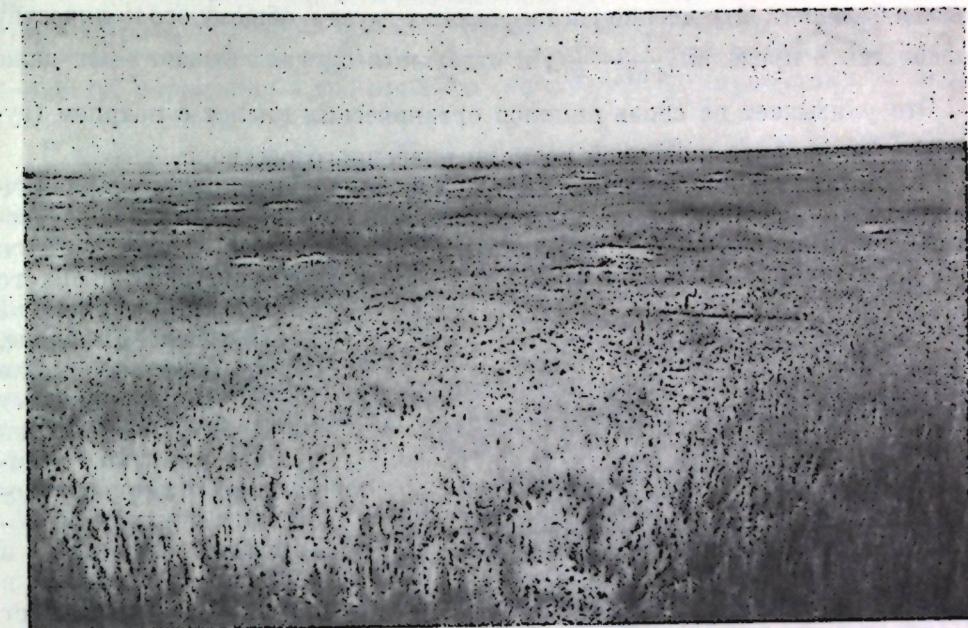


Рис. 9. Пятна солончаков и тэкрыовидных солонцов-солончаков в долине речки Солоновки на террасе р. Б. Урана (Чкаловская область).



Рис. 10. Солончаковое пятно при высыхании после дождя. Долина речки Солоновки на террасе р. Б. Урана (Чкаловская область).

0,54% и на глубине 30—35 см — 0,41%. Растворимость органического вещества большая. Отношение растворимого гумуса к общему его количеству колеблется в пределах  $\frac{1}{140}$  —  $\frac{1}{40}$ ; в отдельных случаях бывает  $\frac{1}{20}$  и даже  $\frac{1}{15}$ . Это указывает на связь анионов органических кислот с натрием (гуматы) и на наличие щелочной реакции почвенного раствора.

Результаты анализов водных вытяжек из солончаков, взятых с различных объектов местного стока, показывают, что больше всего легкорастворимых солей находится в поверхностном слое этих почв. Сухой остаток водной вытяжки колеблется в пределах 1—3,5%; при прокаливании сухого остатка, полученного из верхних слоев почвы, теряется лишь около 10—15%, что указывает на минеральный состав сухого остатка.

Наибольший процент составляют сульфаты, содержание которых в верхнем слое обычно в 2 или 3 раза превышает содержание хлоридов. Почвенный раствор имеет резко выраженную щелочную реакцию — pH (водный) 9 и 10. Общая щелочность большая (0,15—0,25%), при этом щелочность от щелочных металлов в 8—12 раз превышает щелочность, обусловленную щелочно-земельными металлами. Почти

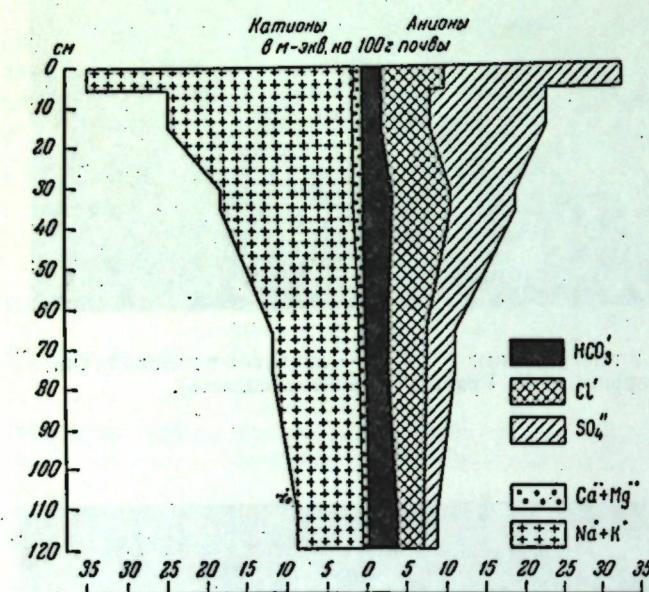


Рис. 11. Солевой профиль солончака, разрез 2034.

всегда в заметных количествах (1—3 м-экв.) присутствует сода. Солончаки на террасах рек среднего Заволжья следует отнести к группе содово-хлоридно-сульфатных. Приводимые в табл. 54 результаты анализа водной вытяжки из разреза 2034 с достаточной полнотой характеризуют солевой состав солончаков. Следует отметить, что сумма кальция и магния составляет крайне незначительный процент от суммы катионов — от 4 до 6,5%, а для верхнего слоя — всего 2,2%; таким образом, на долю щелочных металлов приходится более 90% от общей суммы катионов. Поэтому можно считать, что не только хлор, но и анионы серной кислоты связаны преимущественно с натрием, что наглядно изображено на графике солевого профиля (рис. 11).

**Такыровидные солонцы-солончаки<sup>1</sup>.** Небольшие пятна этих почв с совершенно голой поверхностью желтовато-белесого цвета резко выделяются на фоне растительности. С поверхности такыровидные солонцы-солончаки имеют тонкую (1—3 мм) белесую опесчаненную корочку. Более или менее ясно в этих почвах выделяются только подгоризонты  $B_1$  и  $B_2$ ; ниже толща дифференцирована настолько слабо, что подразделить ее

<sup>1</sup> «Такыр» — по-казахски: голый, плешивый.

на генетические подгоризонты невозможно; здесь имеются большое количество видимых выделений солей грязновато-рыжего цвета, потеки и пятна органических веществ, признаки раскислительных процессов и другие особенности, характерные для профиля солончаков. Такыровидные солонцы-солончаки вскипают с поверхности.

Внешний вид профиля такыровидного солонца-солончака достаточно отчетливо обрисовывается полевым описанием разреза 2013, заложенного на Кутулукском массиве орошения.

Разрез 2013 (П. М. Новиков) — солонец-солончак такыровидный.

Выгон у пос. Кутулук. Едва заметный склон на северо-восток. Микрорельеф представлен большим количеством мелких бугорков, понижений и повышений самой разнообразной формы. Разрез заложен в чуть заметном понижении, центральная часть которого совершенно лишена растительности; по краям этого голого пятна растут низкорослые красновато-фиолетовые экземпляры *Kochia Sedoides* и зеленые сочные *Kochia prostrata*.

Слой I ( $B_1$ ) 0—10 см Темносерый с хорошо заметной буроватостью; с поверхности покрыт белесоватой опесчаненной тонкой корочкой в 1—1,5 мм толщиной, с очень мелкими интевидными трещинами. Глыбистый; глыбы при надавливании распадаются на орешки и мелкие глыбки. Сухой, хорошо уплотнен, вскипает с поверхности; суглиник средний, близкий к тяжелому.

Слой II 10—38 см Неоднороден по окраске: темнобурый, с более светлыми пятнами, местами белесоватые скопления солей в виде распыльчатых пятен; бурио вскипает; комковато-мелкозернистый; комки непрочны — легко распадаются на мелкие зернышки и пороховидную массу; сухой, слабо уплотнен — значительно рыхлее вышележащего; суглиник тяжелый.

Слой III 38—56 см Окраска неравномерная: бурый, с желто-бурыми и белесоватыми пятнами, темные затеки; вскипание бурио; призматично-глыбистый, отдельности дробятся на мелкие глыбки и орешки; сухой, плотный; суглиник тяжелый.

Слой IV 56—107 см Желто-бурый с темнобурыми пятнами и затеками органического вещества; много карбонатов в виде распыльчатых пятен и лжемицелия, особенно в нижней части слоя. Зеленовато-серые и ржавые пятна, черные точки марганца, слегка влажный, плотный; глыбисто-призматический, разламывается на мелкие глыбки и орешки. Желто-бурый, слоистый: супесчаные и песчаные слои чередуются со слоями глины и тяжелого суглиника. Ржавые и зеленовато-серые пятна, черные точки и примазки марганца. Влажный, со 130 см — мокрый; установленный уровень грунтовой воды на 6 июля 1946 г. — 160 см.

**Примечание.** Левый угол передней стенки разреза захватывает площадку, покрытую морской полынью и редкими кустиками типчака, ниже, к средней части разреза, с левой же стороны, *Kochia sedoides*; правая часть разреза проходит по площадке, лишенной растительности; соответственно этому вся правая сторона разреза (без растительности) занята солонцом-солончаком, левая — под *Kochia sedoides* — корково-глыбистым солонцом и, наконец, в левой, наиболее приподнятой части, покрытой морской полынью и кустиками типчака, — хорошо выраженный корково-столбчатый солонец.

В солонцах-солончаках, как и в солончаках, наибольшее скопление солей находится у поверхности. Различие заключается лишь в том, что в солончаках преобладающее количество солей сосредоточено в самом поверхностном слое или же на поверхности почвы; в солонцах-солончаках (здесь имеется в виду солонец-солончак как первичное образование, формирующееся из солончака) максимальное количество солей обнаруживается на той или иной глубине, но тоже близко от поверхности почвы;

## Анализ водной вытяжки по про-

Глубина залегания образца, см	Единица измерения	Опосительность	Сухой остаток	Остаток при прокаливании	Щелочность				
					от норм. карбонатов $\text{CO}_3^{2-}$	общая $\text{HCO}_3^-$	частная в $\text{HCO}_3^-$		
							K+Na	Ca+Mg	
0—5	% м-экв.	0,024	2,348	2,177	0,078 2,60	0,176 2,88	0,164 2,68	0,012 0,20	
5—15	% м-экв.	0,023	1,685	1,523	0,053 1,77	0,179 2,93	0,155 2,54	0,024 0,39	
30—35	% м-экв.	0,027	1,295	1,139	0,066 2,20	0,254 4,16	0,225 3,69	0,029 0,47	
65—75	% м-экв.	0,021	0,787	0,691	0,060 2,00	0,206 3,37	0,180 2,95	0,026 0,42	
110—120	% м-экв.	0,034	0,529	0,435	0,061 2,03	0,250 4,10	0,228 3,73	0,022 0,37	

самый же верхний горизонт солонца-солончака обычно несколько беднее солями, чем нижележащий, так как в этом горизонте в периоды исходящих токов (осенне-зимне-весенний периоды) значительная часть солей опускается книзу, способствуя тем самым началу формирования солонцового горизонта.

О наличии здесь исходящих токов воды говорят и данные табл. 55.

Таблица 55

Содержание гумуса и  $\text{CO}_2$  в такировидном солонце-солончаке. Разрез 2013  
(в %)

Глубина, см	Гумус по Киппу	$\text{CO}_2$
Корочка 0—0,15 . . . . .	0,58	0,18
Слой I (B <sub>1</sub> ) 0—10 . . . . .	1,20	1,94
Слой II 10—20 . . . . .	0,75	2,30
Слой II 30—38 . . . . .	0,52	10,17
Слой III (BC) 50—55 . . . . .	0,37	9,71

При крайне малом содержании гумуса в верхнем горизонте (1,2% на глубине 0—10 см) он довольно глубоко проникает вниз профиля — на глубине 50—55 см гумуса содержится 0,37%. Кроме того, распределение карбонатов кальция, о количестве которых можно судить по  $\text{CO}_2$ , также показывает, что большая часть извести опустилась из верхних слоев за пределы 20-см толщины.

Результаты анализа водной вытяжки из образцов разреза 2013 (табл. 56) показывают, что и в самом поверхностном слое (0—10 см) легкорастворимые соли находятся в большом количестве — сухой остаток здесь со-

## филию солончака. Разрез 2034

Таблица 54

Cl'	$\text{SO}_4^{2-}$	Ca <sup>++</sup>	Mg	Сумма катионов	Сумма катионов	K+Na по разности	pH		Гумус
							H <sub>2</sub> O	KCl	
0,293 8,26	4,121 23,31	0,012 0,59	0,002 0,16	34,45	0,75	33,70	9,76	9,15	0,91
0,226 6,37	0,737 15,33	0,018 0,89	0,003 0,24	24,63	1,13	23,50	9,78	8,73	0,54
0,268 7,65	0,416 8,62	0,013 0,64	0,003 0,24	20,36	0,88	19,48	9,94	8,81	0,41
0,168 4,73	0,179 3,72	0,007 0,34	0,003 0,24	11,82	0,58	11,24	9,92	8,54	
0,108 3,04	0,084 1,72	0,010 0,49	0,001 0,08	8,86	0,57	8,29	9,92	8,22	

ставляет больше 0,9%; наибольшее же количество солей (сухой остаток больше 1%) обнаруживается на глубине 20—30 см от поверхности, где и щелочность имеет самую большую величину — 0,223%, или выше 3,5 м-экв. Щелочность обусловлена главным образом бикарбонатами щелочных металлов; почти по всему почвенному профилю улавливается сода.

О характере водорастворимых солей и их количественном распределении по отдельным глубинам достаточно отчетливое представление дает график солевого профиля для разреза 2013 (рис. 12). Наибольшие величины здесь составляют сульфаты, за ними следуют бикарбонаты; хлориды же составляют небольшие величины, их содержание не достигает даже и 0,01%. Очевидно, такой тип засоления надлежит отнести к содово-сульфатному. Следует отметить, что в составе грунтовой воды, как это видно на графике, бикарбонаты преобладают над сульфатами.

**Солонцы.** В долинах рек среднего Заволжья солонцы, как правило, располагаются на территориях с близким залеганием грунтовых вод. Грунтовые воды в таких местах обычно находятся выше 3 м, и почвообразовательный процесс здесь протекает при том или ином влиянии грунтовых вод. По этому признаку (глубина грунтовых вод) почти все солонцы, развивающиеся в долинах рек, относятся к одному и тому же ряду, а именно к ряду луговых солончаковых солонцов (Иванова, 1939; Ковда, 1937). Имея высокую щелочность, обусловленную преимущественно присутствием бикарбонатов щелочных металлов, солонцы эти содержат небольшие количества соды; сульфаты всегда преобладают над бикарбонатами и хлоридами. Таким образом, и по соотношениям между легкорастворимыми солями (сода, хлориды, сульфаты), согласно классификации, предложенной В. А. Ковда (1937), солонцы эти относятся к одной стадии — к стадии содово-сульфатных солонцов. Однако по целому ряду свойств и особенностей солонцы эти различны и разделять их совершенно необходимо.

В своих работах мы разделяем солонцы на три группы:

- солонцы корковые — начало уплотненного горизонта от 0 до 5 см;
- солонцы средние — начало уплотненного горизонта между 5 и 10 см;

Анализ водной вытяжки по профилю такыровидного солонца-солончака. Разрез 2013

Глубина погружения образца, см	Единица измерения	Оригинальное число отбора	Щелочность											
			частная в $\text{HCO}_3^-$		$\text{Ca}^{++}$		$\text{Mg}^{++}$							
			$\text{K}^+ + \text{Na}^+$	$\text{Ca} + \text{Mg}$	$\text{SO}_4^{--}$	$\text{Cl}^-$	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$						
0—10	% м-экв.	0,044	0,960	—	0,177 2,90	0,174 2,85	0,003 0,04	0,009 0,47	0,002 0,47	0,64	11,99			
20—30	% м-экв.	0,027	1,070	0,010	0,223 0,32	0,199 3,66	0,024 0,39	0,004 0,10	0,542 11,29	0,007 0,37	0,001 0,08	15,05	0,45	14,60
40—50	% м-экв.	0,021	0,656	0,008	0,242 0,28	0,195 3,48	0,017 0,28	0,007 0,20	0,286 5,96	0,004 0,22	0,002 0,17	9,64	0,39	9,25
60—70	% м-экв.	0,014	0,388	0,010	0,205 0,32	0,182 3,36	0,023 0,38	0,002 0,05	0,124 2,58	0,004 0,22	0,004 0,25	5,99	0,47	5,52
80—90	% м-экв.	0,012	0,338	0,013	0,211 0,44	0,182 3,46	0,029 0,48	0,002 0,05	0,112 2,33	0,004 0,22	0,004 0,08	5,84	0,30	5,54
100—110	% м-экв.	0,011	0,247	0,012	0,195 0,40	0,168 3,20	0,027 0,44	0,002 0,05	0,032 0,67	0,003 0,16	0,002 0,17	3,92	0,33	3,59
180—190	% м-экв.	0,010	0,088	—	0,073 1,20	0,045 0,74	0,028 0,46	Следы 0,42	0,020 0,36	0,007 0,25	0,003 0,25	1,62	0,64	1,01

в) солонцы глубокие — начало уплотненного горизонта глубже 10 см.

В каждой группе нами указывается структура уплотненного горизонта, например: солонцы корково-столбчатые, солонцы корково-глыбистые и т. д.

И. Ф. Садовников и А. А. Зайцев в сводной работе по Заволжью (1937) приводят многочисленные данные, свидетельствующие о различии этих трех групп солонцов по химическому составу и физическим свойствам. Полученные нами данные по химическому составу солонцов, взятых из различных пунктов на террасах рек среднего Заволжья, также указывают на существенные различия между этими тремя группами солонцов, несомненно, имеющих между собой генетическую связь.

Корковые солонцы в сухом земледелии под пашню не используются, так как без предварительного удаления высоко залегающих легкорастворимых солей они не дают урожая. Средние солонцы также почти никогда не используются при переворачивании земледелии под пашню, но как выгонные угодья они стоят несравненно выше, чем корковые солонцы. Корковые солонцы имеют весьма разреженный и чахлый растительный покров или же совсем лишены растительности, средние солонцы имеют обычно сравнительно густой, в отдельные годы даже хороший травостой и представляют собой неплохие пастбищные угодья, глубокие же солонцы, особенно такие, у которых мощность горизонта А больше 20 см, в богарных условиях легко поддаются обработке сельскохозяйственными орудиями; они богаты питательными веществами и при достаточном количестве атмосферных осадков обеспечивают получение высоких урожаев. Целинные участки с глубокостолбчатыми солонцами представляют собой ценные пастбищные угодья. Таким образом, необходимость выделения отдельных групп солонцов по глубине залегания уплотненного горизонта диктуется уже самой практикой.

Правильнее было бы выделять из глубокостолбчатых солонцов еще одну группу — с мощностью горизонта А больше 20 см. Однако крайне небольшое распространение на Кутулукском массиве глубокостолбчатых солонцов с мощностью горизонта А больше 20 см не позволяет выделить эту группу в самостоятельные контуры. Наоборот, ввиду малых размеров площадей, занятых второй (средние) и третьей (глубокие) группами солонцов, и весьма частых смен — переходов одной группы в другую, мы вынуждены вторую и третью группы объединять в общие контуры солонцов столбчатых (средние и глубокие).

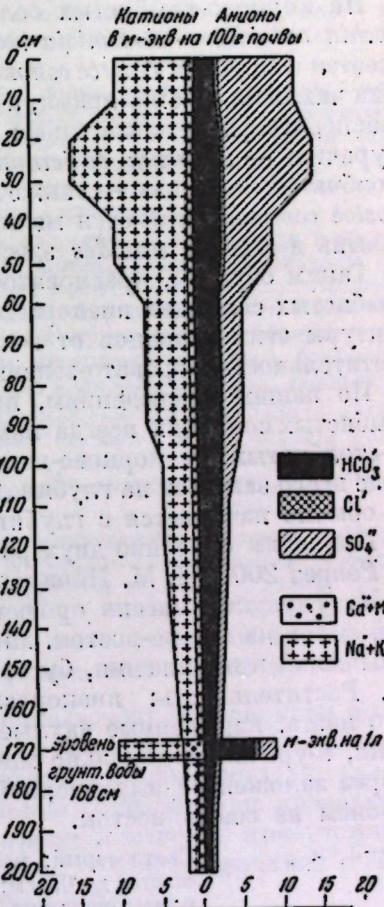


Рис. 12. Солевой профиль такыровидного солонца-солончака (разр. 2013).

Солонцы корковые делятся по структуре уплотненного горизонта на корково-глыбистые и корково-столбчатые. Солонцы эти занимают пониженные элементы микрорельефа, причем на ровных площадках, с едва уловимым уклоном местности, находятся корково-глыбистые солонцы; такие же выровненные площадки, но с несколько большими абсолютными отметками (на 2—7 см), заняты солонцами корково-столбчатыми.

На корково-глыбистых солонцах растительной ассоциацией является *Kochia sedoides* — *Artemisia maritima*, в очень большом количестве здесь имеется водоросль *Nostoc commune*; при этом *Artemisia maritima* представлена чахлыми экземплярами, а *Kochia sedoides* широкослая (3—7 см) и имеет красновато-фиолетовый цвет; изредка встречаются светлосерые пятна «бурачка» — *Alyssum calycinum*. Растительная ассоциация на корково-столбчатых солонцах — также *Kochia sedoides* — *Artemisia maritima*, много *Nostoc commune*; имеются мелкие кустики *Festuca sulcata*, причем морская полынь и *Kochia sedoides* здесь более развиты и имеют зеленый цвет.

Таким образом, красновато-фиолетовый тон, создаваемый на корково-глыбистых солонцах низкорослой *Kochia sedoides*, резко отличается в натуре контуры этих солонцов от солонцов корково-столбчатых, где общий фон растительности серовато-зеленый.

По нашим наблюдениям, начало уплотненного горизонта в корково-глыбистых солонцах всегда находится ближе к поверхности, чем в корково-столбчатых: в корково-глыбистых солонцах уплотненный горизонт чаще всего залегает на глубине 0,5—2,5 см, в корково-столбчатых солонцах он обычно начинается с глубины 3—3,5 см и выше 2 см не встречается.

Приводим описание двух разрезов корковых солонцов.

Разрез 2009 (П. М. Новиков) — солонец корково-глыбистый.

Кутулукский массив орошения; выгон у пос. Кутулук. Едва уловимый склон на северо-восток. Микрорельеф выражен хорошо — небольшие повышения и понижения, бугорки и мелкие ложинки разнообразной формы. Растительность: низкорослая *Kochia sedoides* красновато-фиолетового цвета, изреженные чахлые кустики *Artemisia maritima*, *Kochia prostrata*, «бурачок» и довольно много высокой водоросли *Nostoc commune*. Разрез заложен на выровненной пониженной площадке с крайне слабым уклоном на северо-восток.

A 0—2 см	Светлосерый; мощность горизонта в отдельных местах уменьшается до 0,5 см; при разламывании легко распадается на мелкие плиты, чешуйки, пороховидную и бесструктурную (пылеватую) массу; слабо уплотненный, сухой; суглинок пылеватый.
B <sub>1</sub> 2—7 см	Серовато-бурый; глыбистый плотный, сухой; вскипает с 7 см; корни изредка прощупают по трещинам; суглинок тяжелый.
B <sub>2</sub> 7—18 см	Желтовато-бурый с серыми потеками и пятнами; буро вскипает, заметны прожилки белых солей; слегка влажный, слабо уплотненный; комковато-мелкотворожистая структура, бесструктурной массы нет; при высыхании комки легко распадаются на мелкозернистые пороховидные отдельности; суглинок тяжелый.
B <sub>3</sub> 18—40 см	Желто-бурый, с редкими сероватыми пятнами и коричневатыми застеклами органического вещества по трещинкам; в нижней части наблюдаются следы оглеения — мелкие голубовато-серые пятнышки; уплотненный, влажный, призморовидно-комковатый; тяжелый суглинок.
B <sub>4</sub> C 40—97 см	Желто-бурый, влажный, местами отчетливые признаки оглеения; призморовидно-глыбистый с бурой корочкой по граям структурных отдельностей; тяжелый суглинок.
D 97—130 см	Желто-бурый, очень влажный, книзу мокрый; суглинок средний, перемежается со слоями супеси и глины.

Установившийся уровень грунтовой воды на 29 июня 1946 г. — 125 см.

Разрез 2008 (П. М. Новиков) — солонец корково-столбчатый.

Кутулукский массив орошения. Выгон у пос. Кутулук. Разрез заложен на выровненном слабопологом склоне в 12 м на северо-запад от разреза 2009. Растительность: *Artemisia maritima*, *Kochia sedoides*, *Festuca sulcata*, водоросль *Nostoc commune*, *Kochia prostrata*.

A 0—4 см

Дернина; коричневато-серый, нижняя часть белесоватая; сухой, комковатый, с пороховидной и пылеватой массой; комочки в горизонтальном направлении разламываются на пластинки с неодинаково окрашенными плоскостями; суглинок, близкий к тяжелому.

B<sub>1</sub> 4—17 см

Плотный, столбчатый, столбики очень прочные; нижняя часть столбиков разламывается на глыбки; темносерый; с поверхности столбики покрыты белесой присыпкой  $\text{SiO}_2$ , внутренняя часть столбиков несколько светлее — темнокоричневого цвета; корней мало; на глубине 12 см обнаруживается вскипание от кислоты; с 17 см вскипает очень бурно; глинистый.

B<sub>2</sub> 17—45 см

Коричнево-бурый, книзу окраска ослабевает, переходя в желто-бурую; по всему слою темносерые потеки, книзу интенсивность окраски потеков, а также ширина их уменьшаются; переход в нижележащий слой постепенный; вскипает бурно; встречаются точечные известковые образования; темная кротовина; единичные корни достигают глубины 20—25 см; ореховато-глыбистый, блестящая корочка по граям отдельностей; влажный, плотный; глинистый. Желто-бурый. Единичные тонкие потеки буроватого цвета; легкая корочка, по граям структурных отдельностей; в нижней части, с 80 см, — мелкие темные точки марганца и голубовато-серые пятнышки; ореховато-глыбистый; очень влажный; глинистый; переход к следующему резкий.

B<sub>3</sub> 45—95 см

Желто-бурый, с отчетливо выделяющимися глеевыми пятнами; много черных точек ( $\text{Mn}$ ); по механическому составу неоднороден; супесь с участками тяжелого и легкого суглинка; очень влажный, довольно плотный.

D<sub>1</sub> 95—110 см

Желто-бурый; легкая супесь; слабо уплотненный, мокрый.

Установившийся уровень грунтовой воды на 29 июня 1946 г. — 142 см.

Результаты водных вытяжек (табл. 57) показывают, что верхняя полуметровая толща профиля корковых солонцов сильно засолена легкорастворимыми солями, преимущественно сульфатами щелочных металлов. Общая щелочность большая — в иллювиальном горизонте она колеблется в пределах 0,153—0,297% и обусловлена преимущественно присутствием бикарбонатов щелочных металлов. В корковых солонцах, начиная с глубины 20—30 см, почти всегда обнаруживается сода.

Графики солевого профиля корково-глыбистого и корково-столбчатого солонцов (рис. 13 и 14) дают наглядное представление о характере и расположении легкорастворимых солей в профиле корковых солонцов. Солей в корково-столбчатом солонце даже несколько больше, чем в корково-глыбистом. Однако это не является постоянным, характерным признаком, так как имеется не меньше случаев и обратного соотношения — преобладания солей в корково-глыбистых солонцах. Поэтому можно утверждать, что как по количеству, так и по составу легкорастворимых солей эти две разновидности солонцов близки между собой.

Следует отметить, что корково-глыбистые солонцы, как правило, в горизонте B<sub>1</sub> содержат обычно больше легкорастворимых солей, чем солонцы корково-столбчатые. Кроме того, величина обменного натрия в них также больше. Из табл. 58 видно, что даже в самом верхнем слое (A) корково-глыбистого солонца, на глубине 0—2 см, поглощенного натрия содержится больше 26% от емкости поглощения, тогда как в поверхностном горизонте (A) корково-столбчатого солонца, на глубине 0—4 см,

Таблица 57

## Анализ подовых вытяжек корковых солонцов

№ разреза	Глубина выемки образцов, см	Единица измерения	Очертание разреза	Щелочность				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K + Na на поглощении	
				от NaOH, мкг/д	от Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , мкг/д	частная в HCO <sub>3</sub>	Ca + Mg				
2009 (солонец корково-глыбистый)	0—2	%	0,024	0,183	0,105	Нет	0,090	0,078	0,012	0,006	0,005
	2—7	м-экв.	0,037	0,340	0,200	*	1,47	1,27	0,20	0,16	0,41
	7—15	м-экв.	0,028	0,724	0,524	*	0,249	0,140	0,045	0,034	0,002
	15—25	м-экв.	0,036	0,978	0,715	0,015	0,258	0,254	0,007	0,011	0,005
	25—45	м-экв.	0,016	0,533	0,383	0,017	0,49	0,23	4,11	0,12	0,31
	45—75	м-экв.	0,020	0,295	0,208	0,015	0,269	0,245	0,024	0,008	0,144
	75—100	м-экв.	0,005	0,128	0,093	Следы	0,41	4,01	0,40	0,22	2,37
	100—110	м-экв.					0,400	0,093	0,007	0,013	0,006
	0—4	%	0,026	0,109	0,054	Нет	0,040	0,032	0,008	0,029	0,003
	4—9	м-экв.	0,049	0,357	0,204	*	0,65	0,52	0,13	0,08	0,35
2008 (солонец корково-столбчатый)	9—15	м-экв.	0,053	0,935	0,647	*	0,453	0,048	0,105	0,037	0,009
	15—35	м-экв.	0,029	1,109	0,990	0,002	0,134	2,01	1,72	1,04	1,06
	35—40	м-экв.	0,009	0,341	0,277	0,005	2,19	1,91	0,28	0,16	12,54
	40—90	м-экв.					0,157	0,143	0,014	0,006	0,077
	90—110	м-экв.					2,57	2,34	0,23	0,16	0,25

поглощенный натрий составляет 9% от емкости. На глубине 8—15 см в корково-глыбистом солонце поглощенный натрий составляет 75%, в корково-столбчатом же солонце содержание поглощенного натрия примерно на той же глубине достигает около 40% от общей емкости поглощения.

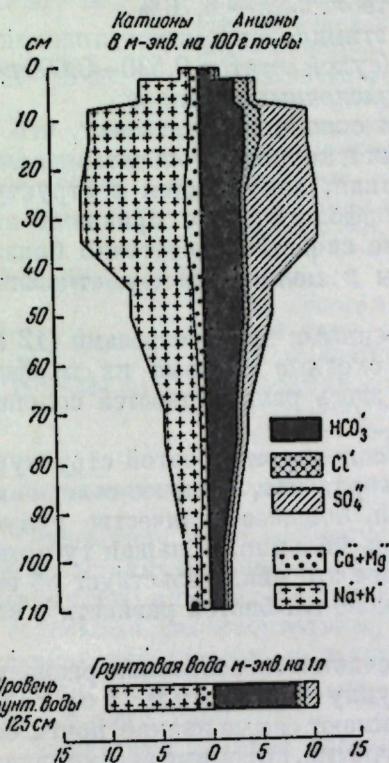


Рис. 13. Солевой профиль солонца корково-глыбистого (разр. 2009).

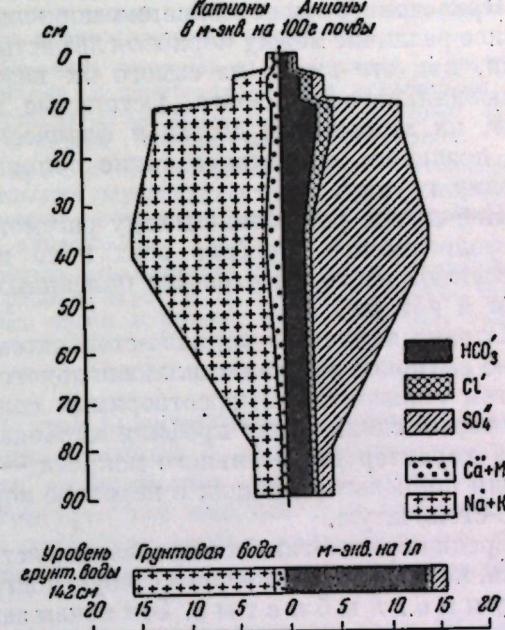


Рис. 14. Солевой профиль солонца корково-столбчатого (разр. 2008).

Таблица 58

Содержание гумуса, CO<sub>2</sub> и поглощенного натрия в корковых солонцах

№ разреза	Глубина выемки образца, см	Гумус по Кипору, %	CO <sub>2</sub> , %	Поглощенный Na		Емкость поглощения		Na в % от емкости поглощения
				%	м-экв.	%	м-экв.	
2009 (солонец корково-глыбистый)	0—2	3,86	0,09	0,074	3,21	0,287	12,47	26,54
	2—7	3,15	1,39	0,216	9,37	0,499	21,69	43,20
	8—15	2,44	6,76	0,344	13,04	0,400	17,39	74,99
	15—35	0,95	6,85	0,352	15,30	0,394	17,13	89,32
	35—50	—	8,16	—	—	—	—	—
	50—75	—	8,28	—	—	—	—	—
2008 (солонец корково-столбчатый)	75—100	—	1,78	—	—	—	—	—
	0—4	4,38	Нет	0,026	1,33	0,332	14,43	9,22
	4—9	3,33	0,04	0,221	9,59	0,500	21,73	44,13
	9—15	3,00	2,21	0,259	11,24	0,633	27,52	40,84
	15—25	1,70	6,34	0,246	10,68	0,517	22,48	47,51
	25—35	0,85	7,30	—	—	—	—	—
	35—40	—	8,21	—	—	—	—	—
	40—65	—	7,62	—	—	—	—	—

В корково-столбчатых солонцах (разр. 2008) по сравнению с солонцами корково-глыбистыми (разр. 2009) наблюдается несколько больший сдвиг карбонатов кальция в глубину профиля; содержание  $\text{CO}_2$  в корково-столбчатом солонце на глубине 10—15 см составляет 2,21%, а в корково-глыбистом, на той же примерно глубине (см. табл. 58), — 6,76%.

Состав современных грунтовых вод под этими солонцами почти одинаков; воды хотя и крайне слабо минерализованы (сухой остаток 0,530—0,600 г/л), но в составе их преобладают бикарбонаты щелочных металлов.

Приведенное выше описание корковых солонцов показывает, что основное различие между корково-глыбистыми и корково-столбчатыми солонцами, как это видно из самого их названия, заключается в структуре иллювиального горизонта. Остальные морфологические признаки этих почв, их химический состав и физические свойства достаточно близки, что позволяет объединять такие солонцы в мелиоративном отношении в одну группу.

Небольшое расстояние между рассмотренными нами разрезами (12 м), морфологическое строение этих почв и сходные солевые их профили указывают на то, что генезис описанных здесь разновидностей солонцов один и тот же.

Однако наличие в корково-столбчатом солонце столбчатой структуры, более глубокое залегание иллювиального горизонта, меньшее содержание в этом горизонте легкорастворимых солей, большее количество гумуса, некоторый сдвиг книзу профиля карбонатов кальция, большая густота и иной характер растительного покрова — все это свидетельствует об эволюции корковых солонцов, о переходе корково-глыбистой разности в корково-столбчатую.

Среди корково-глыбистых солонцов встречается своеобразная разновидность, которую мы выделяем в особую подгруппу — солонцы корково-крупноглыбистые. Эти почвы занимают самые низкие, почти беспочвенные места, довольно густо заселенные сочными, высокими экземплярами *Artemisia maritima*; много *Statice Gmelinae*; водоросль *Nostoc comtissime* имеет здесь наилучшее развитие; набухая, распластавшись и разрастаясь, водоросль *Nostoc comtissime* на этих солонцах в сырую погоду сплошь закрывает поверхность почвы. При высыхании корково-крупноглыбистые солонцы дают широкие (5—7 см) трещины, проникающие до 50—70 см в глубину. Уплотненный слой начинается почти с самой поверхности или прикрыт толкой (0,5—2,0 см) белесоватой корочкой, представляющей горизонт А. Верхняя полуметровая толщина солонцов чрезвычайно плотна — только при помощи лома выворачиваются большие глыбы слитого сложения; эти глыбы с трудом разбиваются на более мелкие глыбки и крупные ореховатые отдельности. Даже в сильный дождь солонцы эти сначала имеют провальную водопроницаемость, затем трещины сплачиваются и атмосферная вода долго держится на поверхности. Линия вскипания в солонцах корково-крупноглыбистых близка к поверхности; она варьирует в пределах первых 10 см, лишь в редких случаях опускаясь до глубины 20 см; передко бурное вскипание обнаруживается с самой поверхности. Приводим описание типичного профиля этих солонцов.

**Разрез 2011 (П. М. Новиков)** — солонец корково-крупноглыбистый. Кутулукский массив орошения. Выгон у пос. Кутулук. Разрез заложен в 175 м на юг от разреза 2008 на выровненном понижении, почти лишенном поверхностного стока. Растительность: высокие сочные экземпляры *Artemisia maritima*, изредка *Statice Gmelinae*, в большом количестве водоросль *Nostoc comtissime*. Поверхность почвы покрыта сетью глубоких трещин, ширина некоторых трещин достигает 5—7 см.

A <sub>0</sub> 0—2 см	Серый, почти светлосерый; в отдельных местах мощность этого слоя меньше 1 см; комковатый, с пылеватой и пороховидной массой; слабоуплотненный; бурно вскипает с поверхности; суглиник тяжелый.
B <sub>1</sub> 2—20 см	Серый, трещиноватый, крупноглыбистый, отдельные глыбы достигают в ширину и в глубину более 20 см; корни растений проходят по старым трещинам; чрезвычайно плотный; глинистый. Несколько темнее предыдущего, окраска неоднородная; буроватые пятна и темносерые полосы; очень плотный, влажный, глыбистый; глыбы распадаются на крупные орехи и глыбки; в отдельных трещинах встречаются корни (немного); глинистый.
B <sub>2</sub> 20—45 см	Желто-бурый, с белесыми примазками карбонатов, с темными, почти черными точками и голубовато-серыми оглеснеными пятнами; влажный; ореховато-глыбистый; плотный; тяжелый суглиник; ниже 70 см — резкая смена механического состава.
B <sub>3</sub> 45—70 см	Желто-бурый, с красноватым оттенком; серые и голубоватые пятна, темные пятнышки марганца; влажный; сильно сцепленный; очень плотный; глыбистый, глыбки горизонтально делятся на плитки; супесчаный.
D <sub>1</sub> 70—110 см	Желто-бурый, с хорошо выраженным оттенком; серые и голубоватые пятна, темные пятнышки марганца; влажный, вязкий, прожилки солей, плотный; глинистый.
D <sub>2</sub> 110—220 см	Установившийся уровень грунтовой воды на 30 августа 1945 г. — 142 см.

Отмеченная нами особенность этой разновидности солонцов — давать при высыхании большие и глубокие трещины с образованием крупных, чрезвычайно плотных слитых глыб — заставляет выделять такие солонцы в отдельные самостоятельные контуры, так как они для освоения под сельскохозяйственные культуры потребуют особых мелиоративных мероприятий, направленных на повышение водопроницаемости мощного уплотненного слоя.

Результаты анализа водных вытяжек, приведенные в табл. 59, указывают, что эта разновидность солонцов содержит легкорастворимых солей меньше, чем рассмотренные ранее корковые солонцы. В пределах верхней 20-см толщи сухой остаток не достигает и 0,3%. На глубине 30—40 см сухой остаток составляет 0,672%; здесь содержание всех анионов — бикарбонатов, хлоридов и сульфатов наибольшее, хотя сумма их все же не превышает 10 м-экв. (рис. 15). Некоторое накопление хлора в самом верхнем слое, повидимому, следует отнести на счет биологического фактора — жизнедеятельности *Artemisia maritima*, водная вытяжка из которой, по данным В. А. Францессона и И. Г. Галкина (1932), извлекает большое количество веществ (сухого остатка более 15%).

Соответственно увеличению общей щелочности увеличивается также и растворимость гумуса. Так, отношение растворимого гумуса к общему его содержанию в самом верхнем слое составляет  $\frac{1}{271}$ , ниже —  $\frac{1}{118}$ ; на

глубине 30—40 см это отношение доходит до  $\frac{1}{54}$ , а на 55—63 см — до  $\frac{1}{34}$ .

Так как корково-крупноглыбистые солонцы занимают пониженные места с затрудненным поверхностным стоком, причем получают дополнительно влагу с окружающих повышенных участков, то, несмотря на ничтожную водопроницаемость, в почвах этих следует ожидать несколько большую промывость, искажи в ранее рассмотренных разновидностях корковых солонцов. Максимум солей в корково-крупноглыбистых солонцах находится на глубине 30—40 см. На этой же глубине выражена и наибольшая солонцеватость (табл. 61): поглощенный натрий здесь составляет 78% от емкости поглощения, тогда как в верхней части профиля натрия содержит

Таблица 59

Анализ подовых вытяжек по профилю корково-крупноглыбистого солонца. Разрез 2011

Глубина взятия образца, см	Единица измерения	Щелочность						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	
		частная в $\text{HCO}_3^-$		K <sup>+</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>				
от $\text{HCO}_3^-$ на 100 г почвы		от $\text{Na}^+$ на 100 г почвы		от $\text{Ca}^{++}$ на 100 г почвы		от $\text{Mg}^{++}$ на 100 г почвы				
0—2	%	0,017	0,225	0,450	Нет	0,067	0,012	0,055	0,043	0,007
2—20	%	0,021	0,266	0,451	*	1,40	0,49	0,94	1,21	0,59
30—40	%	0,029	0,672	0,509	*	0,438	0,044	0,094	0,030	0,006
55—65	%	0,013	0,556	0,404	0,022	0,481	0,088	0,093	0,028	0,169
110—120	%	0,005	0,220	0,438	Нет	0,424	0,048	0,073	0,025	0,005
						1,98	0,78	1,20	0,70	0,79

жится меньше 20%. Кроме того, верхняя 40-см толща обеднена карбонатом кальция, на что указывает характер распределения по профилю  $\text{CO}_2$ . Все эти анализы показывают, что верхняя часть профиля солонца рассматриваемого вида действительно промыта лучше, чем в предыдущих разновидностях корковых солонцов.

Сопоставляя величины поглощенного натрия в корковых солонцах, легко заметить, что в корково-глыбистом и корково-столбчатом солонцах поглощенный натрий в большом количестве (40—75% от емкости) находится в пределах 20-см слоя, тогда как корково-крупноглыбистый солонец (табл. 60) до 20-см глубины содержит поглощенного натрия лишь 19%, прибликаясь в этом отношении скорее к солонцу глубокостолбчатому, данные по которому рассматриваются нами ниже. Прекращению фильтрации после намокания таких солонцов способствует, повидимому, не только присутствие поглощенного натрия, но и длительное периодическое увлажнение, приводящее к глеевобразованию почти во всем профиле почвы.

В сыром состоянии — ранней весной или после длительных дождей — солонцы корково-крупноглыбистые представляют собой сплошную липкую массу. При подсыхании верхняя часть постепенно превращается в слитые глыбы. Под этими глыбами долгое время остается мокрая клейкая масса, из-за которой какая бы то ни было обработка почвы становится невозможной.

В сухое время, вследствие чрезвычайной плотности крупных слитых глыб, распространяющихся на большую глубину, солонцы эти совершенно недоступны механическому воздействию обычных сельскохозяйственных орудий. Гинсование, при ничтожной фильтрации почвы, вряд ли может оказаться здесь эффективным. В силу этих особенностей солонцы

Таблица 60

Содержание гумуса,  $\text{CO}_2$  и поглощенного натрия в корково-крупноглыбистом солонце. Разрез 2011

Глубина взятия образца, см	Гумус по Кипору, %	$\text{CO}_2$ , %	Поглощенный Na		Емкость поглоще- ния		Na в % от общей ем- кости
			%	м-экв.	%	м-экв.	
0—2	4,69	2,19	0,030	1,30	0,564	24,52	5,30
2—20	2,48	3,58	0,074	3,21	0,385	16,74	19,18
30—40	1,57	3,50	0,296	12,85	0,378	16,43	78,22
55—65	0,44	7,75	—	—	—	—	—
110—120	—	8,18	—	—	—	—	—

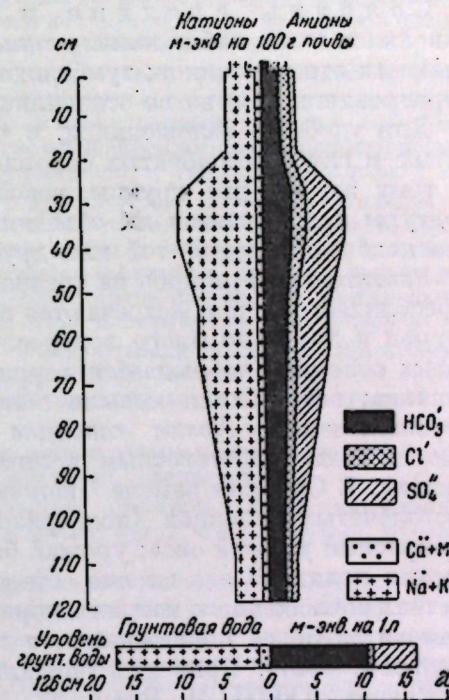


Рис. 15. Солевой профиль солонца корково-крупноглыбистого (разрез 2011).

корково-крупноглыбистые для освоения под сельскохозяйственные культуры являются, по нашему мнению, наиболее трудным объектом из всех разновидностей солонцов. Мы считаем, что четырех-пятилетнее биологическое воздействие (посев люцерны) и последующая химическая мелиорация — гипсование, кислование с одновременным пескованием этих почв должны дать положительные результаты; но вопрос этот нуждается во всестороннем изучении с проведением соответствующих опытов на небольших делянках.

**Солонцы средние и глубокие.** В черноземной полосе Заволжья нами наблюдались только столбчатые и тумбовидные разновидности этих солонцов; тумбовидные солонцы встречались редко и при картировании обычно не отделялись от глубокостолбчатых.

Для удобства изложения и, в частности, для сравнения среднестолбчатых и глубокостолбчатых солонцов мы рассматриваем их одновременно. К тому же эти две группы невозможно выделить в самостоятельные контуры и приходится их объединять в один контур, с указанием процентного содержания той или другой группы солонцов.

Растительный покров на среднестолбчатых солонцах довольно густой. Преобладает типчак, встречаются пырей рас простертый, полынь морская, кермек и довольно много водоросли *Nostoc commune*. На глубокостолбчатых солонцах наблюдается хорошо развитый, почти сомкнутый покров типчака; встречаются ковыль волосатый, полынь австрийская, полынь морская, немного *Nostoc commune* и кермек. Глубокостолбчатые солонцы дают в годы с достаточным количеством атмосферных осадков богатые урожаи. В Орском районе Чкаловской области мы наблюдали на глубокостолбчатых солонцах (подгоризонт  $B_1$  начинается на глубине 25 см) прекрасный урожай овса; урожай был даже выше, чем на соседних черноземных полях. И это вполне естественно, так как при небольших количествах поглощенного натрия в корнеобитаемом слое питательные вещества становятся более подвижными, а потому и более доступными растению (Гедрайц, 1927). Приводим описание двух разрезов.

**Разрез 2030 (П. М. Новиков) — солонец столбчатый.**

Надпойменная терраса р. М. Кинелья. Разрез заложен в долинке речки Чесноковки на выровненном повышении со слабым склоном к северу. Поверхность довольно густо покрыта типчаком.

A 0—8 см	Серый, книзу окраска ослабевает, переходя в белесоватую; густо пронизан корнями; комковато-пороховидный; комки в горизонтальном направлении хорошо делятся на пластинки; глинистый.
B <sub>1</sub> 8—27 см	Темнобурый, очень темный; столбчатый, головка столбов хорошо «окатана», покрыта присыпкой кремнезема; корни растений расположаются преимущественно между столбчатыми отдельностями; очень плотный; глинистый.
B <sub>2</sub> 27—48 см	Бурый, книзу переходит в светлобурый; корней растений мало; с 30 см прожилки гипса и карбонатов; с этой же глубины начало вскипания; присыпка глинистая, плотная; глинистый.
B <sub>3</sub> 48—64 см	Желтовато-бурый, с тонкими коричневатыми потеками; примазки и тонкие прожилки белых солей; изредка кротовины; очень плотный, орехово-глинистый, слегка влажный; глинистый.
C <sub>1</sub> 64—108 см	Желто-бурый, с красноватым оттенком; примазки и пятна известняка; влажный; глинистый, плотный; глинистый.
C <sub>2</sub> 108—175 см	Желто-бурый; карбонаты — распыльчатые пятна; очень влажный, сырой; голубовато-серые пятна и темные точки марганца; глинистый.
C <sub>3</sub> 175—290 см	Немного светлее предыдущего; ярко выражены признаки расщепления процесса; мокрый; глинистый.

Установившийся уровень грунтовой воды на 13 июля 1946 г. — 230 см.

**Разрез 2010 (П. М. Новиков) — солонец глубокостолбчатый.**

Кутулукский массив орошения. Выгон у пос. Кутулук. Разрез заложен в 58 м на юго-запад от разреза 2009, на выровненной, слегка приподнятой площадке. Растительность: *Festuca sulcata*, *Artemisia austriaca*, *Agropyrum gattosum*.

Ад 0—4 см

Буровато-серый, резко отличается по окраске от нижележащего слоя (повидимому, верхний 4-см слой образовался в значительной мере в результате длительных ветровых паносов); комковатый, с бесструктурной и пороховидной массой, густо пронизан корнями; сухой, слабо уплотненный; средний суглинок.

A<sub>2</sub> 4—12 см

Темносерый с белесовой присыпкой, комковато-пластинчатый; пластинки разделяются горизонтально на более тонкие пластинки с неодинаково окрашенными поверхностями (верхняя плоскость у каждой пластинки светлее нижней); мелкопористый, корней меньше, сухой, уплотненный; тяжелый суглинок.

B<sub>1</sub> 12—20 см

Столбчатый, темносерый с буроватостью; хорошо «окатанные» головки столбов и края трещин между столбиками белесовато-серые; столбики изредка пронизаны тонкими корнями растений; нижняя часть столбиков разламывается на глыбы; внутри отдельностей, на глубине около 20 см, серые пятна карбонатов; общая линия вскипания 27 см; сухой, очень плотный; тяжелый суглинок.

B<sub>2</sub> 20—40 см

Темнобурый, с темными, почти черными потеками и прожилками белых солей; глыбисто-ореховатый, легкая корочка по граням структурных отдельностей; свежий, почти сухой; плотный, тяжелый суглинок.

B<sub>3</sub> 40—58 см

Бурый, коричневатые пятна и прожилки солей; мелкоглыбисто-ореховатый, плотный; глинистый.

B<sub>3C</sub> 58—80 см

Желто-бурый, с красноватым оттенком; много карбонатных пятен, по граням бурая корочка; сухой, очень плотный; тяжелый суглинок.

D<sub>1</sub> 80—100 см

Желто-бурый, супесчаный; много карбонатов; сухой, сильно сцеплены; чрезвычайно плотный (почти песчаник).

D<sub>2</sub> 100—210 см

Неоднороден по окраске: желто-бурый с темными пятнами, черными и темнобурymi точками; в нижней части распыльчатые бурые примазки и зеленовато-серые оглесенные пятна; слабо уплотненный; мокрый песок.

Установившийся уровень грунтовой воды на 9 августа 1945 г. — 170 см.

**Примечание.** Высота капиллярного поднятия доходит только до нижней границы слоя D<sub>1</sub>, где влажный слой резко сменяется сильно иссушенным; возможно, что сцепленный вышележащий слой препятствует дальнейшему капиллярному поднятию.

Результаты анализа водной вытяжки, приведенные в табл. 61 и на рис. 16, показывают, что в верхней толще глубокостолбчатые солонцы содержат ничтожное количество легкорастворимых солей — сухой остаток меньше 0,2%; наибольшее их количество наблюдается ниже уплотненного солонцового горизонта (25—35 см); на этой же глубине поглощенный натрий занимает большую половину емкости поглощения (табл. 61).

Хотя в приведенном выше полевом описании глубокостолбчатого солонца указано, что самый верхний слой густо пронизан корнями, а в нижележащем корней меньше, тем не менее количество гумуса оказалось максимальным в подгоризонте A<sub>2</sub>.

Верхний слой довольно отчетливо отличается от нижележащего слоя, причем не только по окраске и механическому составу (табл. 62), но и по химическим показателям. Так, усвоемого калия, фосфора и гидролизуемого азота в верхнем слое больше, чем в нижележащем, несмотря на то, что гумуса в верхнем слое меньше на 1,64%. Это объясняется тем, что самый верхний слой генетически не связан с остальной толщей почвенного профиля. По своему происхождению он является (если не целиком, то

Таблица 61

Анализ водной вытяжки по профилю глубокостолбчатого солонца. Разрез 2010

Глубина вытяжки образца, см	Единица измерения	Щелочность						$K + Na$ на 100 г почвы
		$Na$	$Ca^{++}$	$Mg^{++}$	$Ca + Mg$	$Ca^{++}$ в $HCO_3^-$	$Na$ в $HCO_3^-$	
0—4	% м-экв.	0,024	0,463	0,084	0,025 0,41	0,006 0,09	0,019 0,81	0,006 0,29
4—12	% м-экв.	0,025	0,489	0,042	0,034 0,50	0,011 0,18	0,020 0,32	0,035 0,93
12—20	% м-экв.	0,034	0,413	0,282	0,088 1,44	0,039 0,63	0,049 1,24	0,038 2,89
25—35	% м-экв.	0,035	0,604	0,425	0,192 3,46	0,066 1,08	0,126 2,08	0,045 1,26
40—50	% м-экв.	0,011	0,450	0,387	0,187 3,06	0,074 1,21	0,113 0,76	0,027 3,28
70—80	% м-экв.	0,007	0,259	0,177	0,161 2,64	0,063 1,03	0,098 1,61	0,026 0,83

в большей своей части) образованием золовым, так как задернованная поверхность с достаточно хорошо развитым растительным покровом способствует задержанию и скоплению здесь мелкозернистого материала, приносимого летними «черными» бурями; при этом чем гуще и выше травостой, тем мощнее золовый слой.

Отметим, что из всех почв солонцы обнаруживают самые плохие показатели: в сухом состоянии солонцы на пашне имеют чрезвычайно прочные слитые отдельности; при размокании они сильно набухают, образуя на поверхности киселебразную массу, на которой после дождя долгое время сохраняются лужи; водоупористость солонцов ничтожна. Физические свойства этих почв изучались на Кутулукской опытной территории Е. И. Кочериной и подробно описаны в ее работе «Физические свойства почв террас р. Кутулуга», помещенной в данном томе, а потому показателей по физическим свойствам солонцов мы не приводим.

Считаем необходимым остановиться лишь кратко на механическом составе отдельных групп солонцов, чтобы отметить происходящие здесь изменения механического состава в связи с эволюцией солонцов. Хотя этот вопрос и освещен многими исследователями (Антипов-Каратав, Виленский, Гедройц, Димо и Келлер), мы все же полагаем, что приводимые нами данные представляют интерес. Подчеркиваем, что почти все рассматриваемые нами разрезы находятся не только в пределах одной и той же солонцовой депрессии, но и расстояние между разрезами настолько невелико, что почвообразующая порода всех этих почв, несомненно, генетически одна и та же.

Таблица 62

Содержание гумуса,  $CO_2$  и поглощенного натрия в глубокостолбчатом солонце. Разрез 2010

Глубина взятия образца, см	Гумус по Кюнцу, %	$CO_2$ , %	Поглощенный $Na$		Емкость поглощения		На в % от общей емкости
			%	м-экв.	%	м-экв.	
0—4	5,95	0,04	0,026	1,13	0,393	17,09	6,61
4—12	7,59	0,05	0,098	4,26	0,450	19,56	21,78
12—20	2,94	0,09	0,118	5,12	0,444	19,30	26,06
25—30	2,06	1,40	0,342	14,84	0,594	25,83	57,13
40—50	0,92	7,00	—	—	—	—	—
70—80	—	9,25	—	—	—	—	—

В такыровидном солонце-солончаке (табл. 63, разр. 2013), в котором происходит лишь начальное формирование иллювиального горизонта

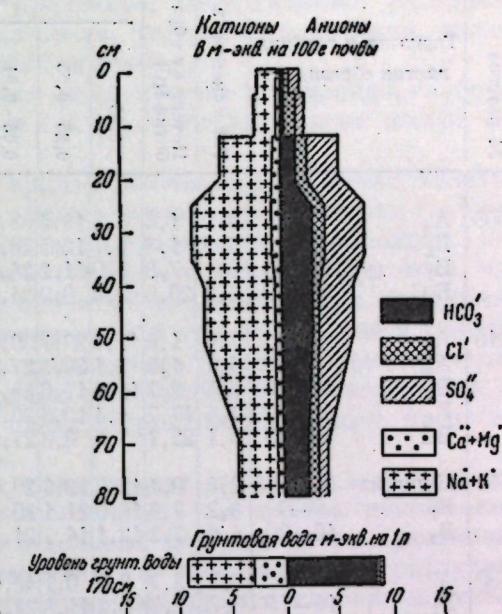


Рис. 16. Солевой профиль солонца глубокостолбчатого (разр. 2010).

Таблица 63

Механический состав солонцов  
(в %)

№ разреза	Горизонт и глубина залегания образца, см	Гигроскопич. влага	Потери от обработки HCl	Фракции (диаметры частиц в мм)					Сумма фракций (диаметры частиц в мм)					
				>0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	>0,01	<0,01	>0,05	0,05—0,005	<0,005
2008	A <sub>1</sub> 0—4	3,1	1,5	5,3	19,5	38,7	8,1	12,0	14,9	63,5	35,0	24,8	46,8	26,9
	B <sub>1</sub> 4—9	4,7	1,8	6,7	12,5	36,8	4,6	11,0	26,6	56,0	42,2	19,2	41,4	37,6
	B <sub>1</sub> 10—15	5,1	7,8	5,0	11,2	24,9	6,6	7,4	37,1	14,1	51,1	16,2	34,5	44,5
	B <sub>3</sub> C 80—90	3,2	20,6	3,9	6,9	34,7	5,8	13,3	14,8	45,5	33,9	10,8	40,5	28,1
2010	A <sub>1</sub> 0—4	3,0	1,8	12,3	20,7	30,9	5,3	11,5	17,5	63,9	34,3	33,0	36,2	29,0
	A <sub>2</sub> 4—12	4,1	1,9	9,1	20,3	27,2	6,3	17,2	18,0	56,6	41,5	29,4	33,5	35,2
	B <sub>1</sub> 12—20	3,8	2,7	11,8	17,0	23,6	8,8	7,1	29,0	52,4	44,9	28,8	32,4	36,1
	B <sub>3</sub> 40—50	4,4	17,7	4,4	10,6	20,9	6,8	6,8	32,8	35,9	46,4	15,0	27,7	39,6
	BC 70—80	3,1	22,7	7,3	9,6	27,6	8,0	5,8	19,0	44,5	32,8	16,9	35,6	24,8
2013	Корочка 0—0,15	2,0	8,1	12,7	22,2	29,8	4,6	4,6	18,0	64,7	27,2	34,9	34,4	22,6
	B <sub>1</sub> 0—7	3,2	7,6	16,0	21,1	20,1	7,7	11,2	16,3	57,2	35,2	37,1	27,8	27,5
	B <sub>2</sub> 10—20	4,6	7,2	12,1	14,7	21,1	9,5	13,0	22,4	47,9	44,9	26,8	30,6	35,4
2030	A 0—8	3,7	2,7	2,1	0,7	46,0	3,8	20,4	24,3	48,8	48,5	2,8	49,8	44,7
	B <sub>1</sub> 10—15	6,3	2,7	0,2	11,8	27,5	7,2	9,2	41,4	39,5	57,8	12,0	34,7	50,6
	B <sub>2</sub> 30—35	6,2	9,6	0,2	8,5	27,6	6,9	5,5	41,7	36,3	54,1	8,7	34,5	47,2
	C <sub>2</sub> 155—160	4,3	17,0	0,3	14,0	24,6	7,0	10,6	26,5	38,9	44,1	14,3	31,6	37,1
	C <sub>3</sub> 250—255	5,0	14,2	0,4	13,2	21,4	8,7	15,1	27,0	35,0	50,8	13,6	30,1	42,1

и верхний слой почвы (0—10 см) только начинает освобождаться от легкорастворимых солей, вряд ли может осуществляться передвижение коллоидных частиц под влиянием атмосферных осадков. В корково-столбчатом солонце (разр. 2008), в котором солонцовый профиль вырисовывается отчетливо и верхняя 10-см толща уже освободилась не только от легкорастворимых солей, но и от карбонатов кальция, наибольшая величина иллюстрированной фракции, как показывают данные механического анализа, находится на нижнюю часть подгоризонта B<sub>1</sub>—37% или на глубине 10—12 см. Еще отчетливее это видно на профиле глубокостолбчатого солонца (разр. 2010), где легкорастворимые соли и даже карбонаты кальция сдвинуты еще ниже; хотя в подгоризонте B<sub>1</sub> этого разреза и много иллюстрированной фракции, однако максимум ее перемещен уже в нижнюю часть иллювиального горизонта — 32,8% или на глубине 40—50 см. С дальнейшим развитием процесса осолождения солонца отмеченное выше изменение механического состава по профилю почвы будет выражено более ярко, что подтверждается данными, приводимыми нами ниже, при рассмотрении солодей.

Таким образом, наряду с возрастающим преобладанием исходящих токов атмосферной влаги, изменением солевого режима почвы, при смене видов и характера растительного покрова по мере осложнения солонцов, меняется и соотношение количеств отдельных механических фракций в профиле почвы; при этом, вместо разрушающихся минералогических фракций, в верхних горизонтах образуются новые коллоидные органические и органо-минеральные соединения.

Рассмотренная группа солонцов корковых характеризуется близким к поверхности залеганием легкорастворимых солей и большим содержанием поглощенного натрия в верхней 20-см толще. Однако уже внутри этой группы — между корково-глыбистыми и корково-столбчатыми солонцами, как видно из приведенных ранее данных, существуют некоторые различия как в отношении морфологических признаков, так и химизма: различная высота залегания легкорастворимых солей, углекислого кальция, неодинаковое содержание обменного натрия и гумуса.

Различия по указанным признакам между средне- и, особенно, глубокостолбчатыми солонцами и солонцами корковыми выступают весьма отчетливо.

При изучении солей в профилях среднестолбчатых и глубокостолбчатых солонцов наблюдается определенная закономерность в отношении глубины залегания легкорастворимых солей: в среднестолбчатых солонцах, как правило, соли залегают выше, чем в глубокостолбчатых. При этом, чем глубже от поверхности залегает столбчатый горизонт и чем он мощнее, тем ниже находятся легкорастворимые соли и тем богаче такой солонец гумусом и другими питательными веществами. Поэтому классификация солонцов, построенная на основе одних только солевых показателей и на признаке наличия или отсутствия связи с грунтовыми водами, представляется нам недостаточно полной.

Исследователь не всегда имеет возможность получить в поле количественные показатели засоленности почвы; тем самым исключается возможность выделить на месте в отдельные контуры почвы, различные по химическим и физическим свойствам, а следовательно, различные по хозяйственной их ценности и по требующимся для их освоения затратам. Солевые показатели, несомненно, дают возможность построения правильной, но только крайне схематической общей классификации солонцов. Необходима поэтому еще дополнительная детализация внутри такой схемы. Морфологические особенности почвы, — разумеется, с учетом всех условий почвообразования, — являются единственным надежным критерием, дающим возможность уже в поле судить о качественной стороне той или иной разновидности солонцов, а также о стадии, на которой находится развитие солонцового процесса. Именно здесь, в различных группах и подгруппах солонцов, весьма отчетливо выступает единство формы и содержания, переход количества в качество. Правда, иногда (например, при вторичном процессе засоления) строение почвенного профиля может не соответствовать содержанию. Однако опытный исследователь, учитывая признаки, вызванные новыми условиями почвообразования, правильно оценит их влияние, найдет и отметит те новые формы изменения, которые будут отвечать и новому содержанию, новому качеству этой почвы.

**Солоди.** В небольших, но глубоких бессточных понижениях, а также в слабых понижениях под лесными колками, встречаются солоди — почвы, в которых процессы разрушения коллоидной части заходят настолько глубоко, что они внешне мало чем отличаются от типичных подзолистых почв северных районов СССР.

Морфологические особенности солодей следующие:

- 1) нижняя часть горизонта A имеет белесую окраску, окраска подгоризонта B<sub>1</sub> темнокоричневая, книзу появляются ясные красновато-бурые тона;
- 2) мощность горизонта A — 25—30 см; A + B<sub>1</sub> — около 55 см;
- 3) структура в горизонте A чешуйчато-листовая, непрочная в горизонте B — призмовидно-ореховатая;
- 4) слабое уплотнение, даже рыхловатость в горизонте A; заметное (иногда сильное) уплотнение горизонта B;

5) пониженная линия вскипания — обычно ниже 90 см, часто — за пределами двухметровой толщи;

6) присутствие ортштейнов в горизонте А.

Приводим описание профиля такой почвы.

Разрез 21 (Н. Н. Никандрова) — солодь глинистая.

Первая надпойменная терраса р. Б. Кинель. Западина под осиновым лесом.

A 0—4 см	Дерновый, буровато-светлосерый, пылевато-пороховидный; глинистый.
A <sub>1</sub> 4—28 см	Белесый, слабо уплотненный; комковато-листоватый, редкие корни, имеются ортштейны; тяжелосуглинистый.
B <sub>1</sub> 28—54 см	Темнокоричневый, пропитан крупными корнями, тонкие потеки гумуса по трещинам и ходам корней; плотный, ореховатый, вертикально-трещиноватый, глянец по граням отдельностей; глинистый.
B <sub>2</sub> 54—95 см	Красно-бурый, редкие потеки гумуса, трещиноват, глыбисто-призмовидный, плотный, сырой; глинистый, очень тяжелый.
BC 95—165 см	Красновато-бурый, книзу — со 120 см — желто-бурый, глыбистый; карбонаты в виде отдельных точек; вскипание в белых точках с 95 см, сплошное — со 120 см; глинистый.
D 165—200 см	Темнобурый, слабо уплотненный, бесструктурный, сырой; легко-суглинистый с песчаными прослойками.

Уменьшение количества физической глины в конце второго метра (табл. 64) указывает на слоистый характер отложений, что в поле и отмечено исследователем, обозначившим толщу ниже 165 см как подстилающую породу (D), отличную от вышележащей материнской породы. Под влиянием избыточного увлажнения в верхнем слое почвы наиболее тонкие частицы разрушаются, частично же переносятся в более глубокие слои (иллювиальный горизонт В), где на глубине 60—65 см илистая фракция обнаружено в 2 раза больше, чем в горизонте А, тогда как физической глины в этом горизонте содержится только в 1,1 раза больше, чем в горизонте А. Собственно коллоидных частиц в горизонте А небольшое количество, так как они частично разрушены до простых солей, частично же перенесены в иллювиальный горизонт.

Ничтожная минерализация водной вытяжки (табл. 65), незначительная величина сухого остатка и хлоридов, полное отсутствие сульфатов — все

Механический состав солоди. Разрез 21

(в %, в пересчете на высушеннную при 100—105° навеску)

Глубина залегания образца, см	Гигроскопич. влага	Потери от обработки HCl	Фракции (диаметры частиц в мм)						Сумма фракций (диаметры частиц в мм)					
			>0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	0,01	<0,01	0,05	0,05—0,005	0,005	
0—4	5,28	6,20	0,51	12,19	23,67	26,00	12,07	19,36	36,37	57,43	12,70	49,67	31,43	
60—65	4,22	4,54	0,08	8,04	23,02	13,46	6,47	44,39	31,14	64,32	8,12	36,48	50,86	
165—170	1,56	3,65	1,01	60,13	10,29	6,00	2,50	16,42	71,43	24,92	61,14	16,29	18,92	

это указывает на незасоленность этих почв. Повышенная щелочность наблюдается на глубине 60—65 см.

Обращает на себя внимание сравнительно большая величина сухого остатка в самом верхнем слое. В том же слое обнаруживается наибольшее скопление хлоридов, тогда как общая щелочность находится в минимуме. Очевидно, величина сухого остатка определяется здесь не только органической частью, но и минеральной, с преобладанием хлоридов.

Таблица 65

Анализ водной вытяжки из образцов солоди. Разрез 21

Глубина залегания образца, см	Единица измерения	Сухой остаток в CO <sub>2</sub>	Щелочность		Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
			общая в HCO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	от бикарбонатов в HCO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>				
0—4	%	0,162	Нет	0,034	0,017	0,017	0,056	Нет
	м-экв.			0,56	0,28	0,28	1,58	
60—65	%	0,080	>	0,078	0,019	0,059	0,003	0,014
	м-экв.			1,28	0,31	0,96	0,08	
165—170	%	0,054	>	0,049	0,015	0,034	0,003	0,016
	м-экв.			0,80	0,26	0,54	0,08	

Естественно возникает вопрос: каким образом при несомненном преобладании исходящих токов влаги над восходящими хлориды оказываются здесь в поверхностном слое почвы?

По нашему мнению, наличие хлора в поверхностном горизонте возможно, во-первых, вследствие приноса сюда солей с окружающих более повышенных засоленных мест и, во-вторых, вследствие того, что в сухое время года, при близком к поверхности залегании грунтовых вод, содержащих хотя бы ничтожное количество хлора, безусловно, оказывается влияние восходящих токов влаги, которые в сухие периоды могут обуславливать концентрацию значительных количеств растворимых солей в первом слое почвы.

Обнаруженное анализом большое количество (10,9%) гумуса в самом верхнем слое почвы (табл. 66) обусловлено скоплением полуразложившихся органических остатков (листьев), повидимому, не поддающихся отделению от основной массы почвы при препаратировании образца. Содержание азота в этом слое (0—4 см) составляет 0,20%. Однако и 4% гумуса (на глубине 4—9 см) для солоди является слишком большой величиной. Очевидно, в этих почвах, так же как в выплесченных и слабо оподзоленных черноземах, гумус накапливается не только за счет развития растительного покрова на месте, но также и за счет приноса сюда растительных остатков с более повышенных мест. Да и самые эти образования (солоди) следуют рассматривать как почвы, в которых разрушение коллоидной части находится на глубокой стадии, так как развиваются они в замкнутых бессточных понижениях.

Большой интерес представляет вопрос о роли поглощенного натрия в этих почвах. По мнению некоторых исследователей, почвы степных замкнутых западин, или так называемые «оподзоленные почвы подов»,

Таблица 66

Содержание гумуса в солоди. Разрез 21

Глубина взятия образца, см	Гумус, %
0—4	10,9
4—9	4,07
10—15	2,32
30—35	1,66

надлежит относить не к оподзоленным почвам, а к солодям, так как подзолообразовательный процесс в степной зоне якобы мало вероятен, поскольку в ней возможность влияния лесной растительности исключается. По нашему мнению, подобные образования в степной полосе следует относить к солодям только в том случае, когда поблизости на периферии замкнутых понижений имеются солонцы; в случае же отсутствия солонцов по краям понижений или близко к ним почвообразовательный процесс идет, несомненно, по пути подзолообразования. Это подтверждается рядом анализов образцов, взятых из других массивах орощения. Описанную выше почву (разр. 21), несмотря на то, что она находится под лесом, мы относим к группе осоледелых почв (к солодям), во-первых, потому, что в этом контуре имеются солонцеватые почвы и пятна солонцов, и, во-вторых, на основании существующего в ней соотношения между аморфной кремнекислотой и алюминием (табл. 67).

Таблица 67

Содержание кремнекислоты и алюминия в 5%-ной КОН-вытяжке из образцов солоди. Разрез 21

Глубина взятия образца, см	Аморфная $\text{SiO}_4$		$\text{Al}_2\text{O}_3$		$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_4$ , %	Избыток $\text{SiO}_4$ , %
	%	м-экв.	%	м-экв.		
20—25	2,901	96,7	0,919	26,9	2,008	1,812
150—155	1,173	39,1	0,680	20,0	1,486	0,367

Связывая аморфную кремнекислоту с алюминием в соединении  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_4$ , как это было рекомендовано в свое время К. К. Гедройцем (1926), мы видим в наиболее разрушенной части почвенного профиля значительное накопление (избыток) аморфной кремнекислоты; без участия поглощенного натрия такое накопление мало вероятно. Повидимому, эта почва в прошлом пережила либо стадию солонца, либо стадию значительной солонцеватости.

Лиманные заболоченные почвы. Лиманные почвы занимают наиболее пониженные места замкнутых западин (места высоких болот). Поверхность таких замкнутых понижений иногда бывает сильно кочковатой, местами зарастает буйной растительностью, местами же совершенно лищена

растительного покрова. Почвы, формирующиеся в таких пересохших болотах-лиманах, разнообразны по своему внешнему виду: лишенные растительности участки обычно имеют крупные трещины, на поверхности выступает белесый элювиальный горизонт; на участках с мощной растительностью на поверхности обычно наблюдается развитие торфянистой массы различной мощности; как в том, так и в другом случае характерным признаком является оглеенность нижней части профиля. Такие заболоченные почвы представляют образования, формирующиеся в условиях избыточного увлажнения. Здесь из-за отсутствия поверхностного стока вода долго застаивается на поверхности. Нисходящие токи воды вызывают иногда ярко выраженный процесс выпечливания. Вследствие затрудненного доступа воздуха широко развиты анаэробные процессы, способствующие образованию и накоплению закисных форм органо-минеральных соединений, создающих пятнистый gleевый горизонт. Лиманные заболоченные почвы имеют в этих условиях следующие особенности строения профиля:

- 1) торфянистая масса или же хорошо развитая дернина, мощностью в среднем около 5 см; передко совсем голая поверхность;
- 2) серая, часто белесая окраска горизонта А, имеющего различную мощность (от 2 до 30 см);
- 3) иногда большое накопление кремнеземистой присыпки в горизонте А и в верхней части горизонта В;
- 4) линия вскипания и видимые выделения карбонатов варьируют в широких пределах — от 0 до 100 см, иногда совсем отсутствуют в пределах двухметровой толщи;
- 5) всегда на глубине конца первого метра и даже выше наблюдается оглеенный горизонт с голубовато-сизыми и ржавыми пятнами;
- 6) сильная увлажненность нижней части профиля;
- 7) передко наблюдается неоднородность механического состава по профилю, а также слоистость в окраске.

Разрез 109 (М. И. Симакина) — лиманная заболоченная почва.

В 4 км от с. Георгиевки на юго-восток. Блюдцеобразное понижение.

$A_d$ 0—5 см	Темносерый, окраинен равномерно; сильно переплетен корнями растений; комковато-пороховидный, рыхлый; глинистый.
$A_1$ 5—26 см	Чуть светлее вышележащего, окраинен равномерно, хорошо уплотнен, корешков много, зернисто-комковатый, вертикальные трещины; глинистый.
$B_1$ 26—43 см	Очень темный, с коричневым оттенком, корешков мало, плотный, мелкоглыбистый, отдельности с острыми углами, глиницевитым изломом; трещиноват; глинистый.
$B_2$ 43—65 см	Коричневый, корешков мало, плотный, мелкоглыбистый; глинистый.
$BC$ 65—87 см	Красновато-бурый с белесоватостью, влажный, призматический; с охристыми и сизыми пятнами, с редкими черными точечными выкрашиваниями солей марганца; глинистый.
$C_1$ 87—128 см	Красновато-бурая влажная глина, с сизыми, ржавыми и черными пятнами.
$C_2$ 128—200 см	Сырой, очень вязкий, красно-бурый, с большим количеством сизых, ржавых и черных пятен; глинистый.

По механическому составу (табл. 68) анализируемая лиманная заболоченная почва должна быть отнесена к глинистым разностям. В верхнем горизонте на илистую фракцию приходится 17,82%, что составляет 30,9% от общего количества физической глины; в иллювиальном же горизонте илистая фракция составляет около 70% от физической глины. За счет уменьшения илистых частиц в верхнем горизонте сильно возрастает

Таблица 68

Механический состав лиманной заболоченной почвы. Разрез 109  
(в %, в пересчете на высушеннную при 100—105° навеску)

Глубина взятия образца, см	Гидроскопич. влага	Потери от обработки HCl	Фракции (диаметры частиц в мм)						Сумма фракций (диаметры частиц в мм)				
			>0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	>0,01	<0,01	>0,05	0,05—0,005	<0,005
0—5	2,99	11,33	0,16	6,36	25,48	30,09	8,76	17,82	32,00	56,67	6,52	55,57	26,58
50—95	4,63	4,32	0,15	9,35	21,97	12,09	6,71	45,41	31,47	64,21	9,50	34,06	52,12
195—200	3,94	5,49	0,05	7,40	30,75	21,05	9,06	26,20	38,20	56,31	7,45	51,80	35,26

более крупная фракция — 0,01 — 0,005 мм. Такое распределение тонких частиц объясняется, повидимому, разрушением и переносом тонких частиц из верхних слоев в более глубокие под влиянием преобладающих исходящих токов.

Минерализация водной вытяжки ничтожна (табл. 69). Сухой остаток наибольший в самом верхнем горизонте, где он, повидимому, в значительной мере представляет собой органическую часть. Сода отсутствует. Общая щелочность, по сравнению с обычными черноземами террасовыми, понижена и обусловлена примерно в одинаковой степени присутствием как щелочных, так и щелочно-земельных металлов. Хлориды и сульфаты обнаруживаются по всему профилю в небольших количествах. Наличие их может быть объяснено близким залеганием грунтовых вод, а также присносом их сюда с более повышенных засоленных участков.

Большое содержание гумуса (табл. 70) в верхнем горизонте следует отнести за счет полуразложившихся мелких корешков, не поддающихся

Таблица 69

Анализ водной вытяжки из образцов лиманной заболоченной почвы. Разрез 109

Глубина взятия образца, см	Единица измерений	Водопроницаемый гумус	Сухой остаток	Щелочность				Cl'	SO <sup>2-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>				
				в CO <sub>2</sub> ,	общая в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	от бикарбонатов									
						Na + K	Ca + Mg								
0—5	%	0,012	0,146	Нет	0,038	0,020	0,018	0,008	0,036	0,023	Следы				
50—95	%	0,003	0,108	»	0,029	0,013	0,016	0,003	0,005	0,024	»				
195—200	%	0,114	»	0,041	0,019	0,022	0,004	0,005	0,028	0,028	»				
	м-экв.			0,67	0,31	0,36	0,11	0,10	1,40						

отделению при препарировании образцов; при этом обращает на себя внимание большая растворимость гумуса (примерно,  $\frac{1}{60}$  часть от общего).

Таблица 70

Содержание гумуса в лиманной заболоченной почве. Разрез 109

Глубина взятия образца, см	Гумус, %
0—5	7,38
20—25	5,77
50—55	1,74
60—65	1,60

В состав поглощающего комплекса, повидимому, в значительном количестве входит натрий, так как приведенные в табл. 71 анализы «аморфной» кремнекислоты и алюминия указывают на накопление (избыток) кремнекислоты, т. е. на происходящий здесь процесс осолевания. Это вполне естественно, так как засоленные грунтовые воды, периодически насыщающая верхние слои почвы, обогащают коллоидную часть натрием. Присутствие поглощенного натрия можно объяснить также тем, что эти почвы часто бывают окружены засоленными почвами и солонцами.

Таблица 71

Содержание кремнекислоты и алюминия в 5%-ной KOH-вытяжке из лиманной заболоченной почвы. Разрез 109

Глубина взятия образца, см	Аморфная SiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub>	Избыток SiO <sub>2</sub>
	%	м-экв.	%	м-экв.		
35—40	1,877	62,5	1,079	31,7	2,359	0,597
60—65	2,569	85,6	0,821	24,1	1,795	1,595

Формирование лиманных заболоченных почв, развивающихся в пресных депрессиях, очевидно, идет по пути подзолообразования; процесс образования таких же почв в окружении засоленных почв и солонцов в засоленных депрессиях, несомненно, идет по пути осолевания.

Черноземы террасовые солонцеватые. Солонцеватые террасовые черноземы распространены главным образом среди солонцовых почвенных комплексов; отдельными силошными участками они встречаются редко. Солонцеватые черноземы чаще всего занимают отрицательные элементы рельефа — периферию засоленных депрессий; среди солонцовых депрессий эти почвы обычно занимают положительные элементы микрорельефа.

Для солонцеватых разностей чернозема террасового характерны следующие особенности в строении профиля:

- 1) зернисто-комковатая структура в горизонте А и комковато-призматическая, иногда ореховато-глыбистая структура в подгоризонтах B<sub>1</sub> и B<sub>2</sub>;
- 2) значительное уплотнение в подгоризонтах B<sub>1</sub> и B<sub>2</sub>.

3) вертикальная трещиноватость в верхней части иллювиального горизонта;

4) в осолодевающих разностях заметна присыпка кремнезема на той или иной глубине (обычно в нижней части горизонта А и в начале горизонта В);

5) глянцевитость по граям структурных отдельностей в подгоризонтах  $B_1$  и  $B_2$ .

Приводим описание одного из типичных разрезов.

Разрез 3 (Н. Н. Никанорова) — чернозем террасовый сильносолонцеватый, глинистый.

Первая надпойменная терраса р. Б. Кинелья. Разрез заложен в депрессии — двухлетняя залежь. Растительность изреженная.

$A_{II}$ 0—16 см	Серо-черный, слабо уплотненный, сухой, пылевато-комковатый; переход по цвету и структуре в подгоризонт $A_1$ ясный; глинистый.
$A_1$ 16—28 см	Влажноватый серовато-черный, комковато-мелкозернистый, слаботрещиноватый, уплотненный; переход в следующий горизонт постепенный; глинистый.
$B_1$ 28—50 см	Буро-черный с красновато-бурыми иеясными заклинками, редкие кротовины, слабовлажный, трещиноватый, ореховатый; глинистый.
$B_2$ 50—85 см	Бурый, с темными потеками гумуса и красновато-бурыми заклинками; сверху ореховатый, книзу ореховато-глыбистый, плотный, вскипает с 60 см; глинистый.
$B_3$ 85—105 см	Желто-бурый, с красноватым оттенком, с серыми потеками гумуса и слабо прокрашенными гумусом кротовинами; сухой, плотный, глыбистый; глинистый.
$C$ 105—200 см	Желто-бурая глина с красноватым оттенком. Вскипает от $HCl$ с 60 см.

По механическому составу черноземы террасовые солонцеватые большей частью являются почвами глинистыми.

В разрезе 130 илистой фракции в иллювиальном горизонте содержится в 2,5 раза больше, чем в горизонте А, несмотря на весьма близкие количества физической глины в этих горизонтах (61,67% и 60,39% — табл. 72).

Таблица 72

Механический состав черноземов террасовых солонцеватых  
(в %)

№ разреза	Глубина залегания образца, см	Гигроскопическая влага $HCl$	Потери от обработки	Фракции (диаметры частиц в мм)						Сумма фракций (диаметры в мм)					
				>0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	>0,01	<0,01	>0,05	0,05—0,005	<0,005	
130	0—5	3,92	3,64	0,12	17,48	23,69	23,00	17,08	14,99	41,29	55,07	17,60	46,69	32,07	
	0—5	5,08	5,58	0,21	10,64	23,18	35,36	10,60	14,43	34,03	60,39	10,85	58,54	25,03	
	45—50	5,02	4,32	0,21	14,85	16,95	19,14	8,21	36,32	32,01	61,67	15,06	36,09	42,53	
	195—200	2,42	14,14	1,23	47,14	6,15	6,03	2,46	22,85	54,52	31,34	48,37	12,18	25,31	
4100	0—5	3,58	5,0	0,20	13,50	26,60	30,20	5,0	19,5	40,30	54,70	13,70	56,80	24,50	
	155—160	2,52	18,40	0,20	17,90	20,60	2,00	9,9	31,0	38,70	42,90	18,10	22,60	40,90	

Это, несомненно, указывает на разрушение в горизонте А высокодисперсных частиц и на вынос их в нижележащую толщу, так как преобладают

ющие теперь исходящие токи вызывают осолодевание данной солонцеватой разности чернозема. В том же разрезе на глубине 195—200 см резкое изменение механического состава в сторону увеличения песка указывает на близкое к поверхности залегание древнеаллювиальных отложений.

Величина сухого остатка водных вытяжек из верхнего слоя почвы (табл. 73) не достигает 0,05%; книзу она увеличивается и на глубине 85—

Таблица 73

Анализ водной вытяжки из образцов чернозема террасового солонцеватого.  
Разрез 3

Глубина залегания образца, см	Водорастворимый гумус, %	Сухой остаток, %	Щелочность общая в $NaCO_3$ , %	Щелочность общая в $NaCO_3$ , %		$Cl^-$ , м-экв.	$SO_4^{2-}$ , м-экв.	$Ca^{2+}$ , м-экв.	$Mg^{2+}$ , м-экв.		
				Нет	Шелочн. карбонат. в $NaCO_3$ , %						
$A_{II}$ 0—5	0,007	0,048	Нет	0,058	0,95	Следы	Следы	0,014	0,70	0,008	0,61
$B_3$ 85—90	0,008	0,120	»	0,078	1,19	0,003	0,08	Нет	0,010	0,50	Следы
$C$ 175—180	—	0,078	»	0,059	0,97	0,003	0,08	»	0,012	0,60	»

90 см, в горизонте наибольшего уплотнения, достигает 0,12%. Увеличение сухого остатка происходит преимущественно за счет бикарбонатов.

Хлориды и сульфаты, как правило, отсутствуют, а если и обнаруживаются, то только в ничтожных количествах. Поэтому можно считать, что двухметровая толща данных почв не засолена. Понижение линия вскипания указывает на преобладание исходящих токов. Почвообразовательный процесс идет в направлении осолодевания этих почв.

Развиваясь в условиях достаточного увлажнения, почвы эти покрыты хорошо развитой растительностью; кроме того, залегая преимущественно на отрицательных элементах рельефа, солонцеватые черноземы получают растительные остатки с прилегающими более высоких мест. Такое положение солонцеватых черноземов приводит к значительному накоплению в них гумуса, содержание которого в верхних горизонтах составляет чаще всего от 6,5 до 12% (табл. 74). Наличие поглощенного натрия способствует глубокому проникновению гумуса; так, в разрезе 130 на глубине 70—75 см обнаружено 2,60% гумуса.

Поглощенный натрий в этих почвах составляет значительную часть общей емкости поглощения. Так, в разрезе 3 (табл. 75) на натрий приходится свыше 20% емкости поглощения; это указывает на весьма большую солонцеватость, приближающую эти почвы к солонцам. Понижение содержания поглощенного натрия на глубине 40—45 см (табл. 75, разр. 130) происходит, повидимому, за счет увеличения количества водородных ионов, так как на этой глубине коллоидная часть почвы подвергается уже сильному изменению под воздействием процесса осолодения. Это подтверждается определениями аморфной кремнекислоты и алюминия.

Слизывая в  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  кремнекислоту и алюминий из 5%-ной щелочной вытяжки (табл. 76), мы получаем большой избыток аморфной кремнекислоты, что указывает на несомненный процесс разрушения алюмосиликатной части почвы в присутствии поглощенного натрия, т. е. процесс осолодения.

Таблица 74

Содержание гумуса в  $\text{CO}_2$  в черноземах солонцеватых  
(в %)

№ разреза	Горизонт и глубина взятия образца, см	Гумус	$\text{CO}_2$
3	$A_{II}$ 0—5	7,03	—
	$B_1$ 30—35	4,17	—
	$B_2$ 60—65	—	0,13
	$B_2$ 72—77	—	0,21
	$C$ 120—125	—	9,83
130	$A_{II}$ 0—5	12,17	—
	$A_1$ 9—14	11,87	—
	$A_2$ 22—27	9,41	—
	$B_1$ 35—40	6,98	—
	$B_1$ 45—50	6,08	—
	$B_2$ 60—65	3,98	—
	$B_2$ 70—75	2,60	—
4100	$A_{II}$ 0—5	7,70	—
	$A_1$ 35—40	7,02	—
	$B_2$ 75—80	3,74	—

Таблица 75

Поглощенный натрий и емкость поглощения в черноземах террасовых солонцеватых

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Поглощенный натрий		Емкость поглощения		На % от емкости поглощения
		%	м-экв.	%	м-экв.	
130	$A_{II}$ 0—5	0,050	2,17	0,900	39,13	5,55
	$B_1$ 40—45	0,020	0,87	1,091	47,44	4,83
	$B_2$ 80—95	0,016	0,69	0,345	15,00	4,60
	$A_{II}$ 0—5	0,070	3,04	0,904	39,30	7,73
	$B_2$ 60—65	0,160	6,96	0,776	33,74	20,62

Таблица 76

Содержание кремниекислоты и алюминия в 5%-ной КОН-вытяжке из образцов черноземов обыкновенных террасовых солонцеватых

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Аморфная $\text{SiO}_2$		$\text{Al}_2\text{O}_3$		$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ , %	Избыток $\text{SiO}_2$ , %
		%	м-экв.	%	м-экв.		
130	35—40	6,433	214,4	2,880	84,7	6,296	3,017
4100	75—80	7,879	255,9	2,670	78,5	5,837	4,512

На депрессиях в комплексе с солонцами и солонцеватыми черноземами встречаются солонцеватые почвы с аллювиально-делювиальным насыщением на поверхности. Они обычно бывают приурочены к наиболее выраженным

повышениям — бугоркам, имеющим от 1 до 3—5 м в поперечнике и около 30 см в высоту. Происхождение этих бугорков, повидимому, таково: во время наполнения депрессий весенними талыми водами кустарники (которых, по словам старожилов, в прошлом было больше) задерживали взмученные в воде частицы, образуя бугорки.

Площади, занятые сильносолонцеватыми террасовыми черноземами, при освоении под орошение потребуют выборочного гипсования небольшими дозами с обязательными промывками; площади эти должны быть обеспечены заглубленной сбросной сетью для удаления продуктов обмена (сернокислого натрия).

Среди черноземов террасовых солонцеватых на наиболее повышенных элементах рельефа по периферии солонцовых депрессий развиваются черноземы обыкновенные террасовые слабосолонцеватые, которые уже непосредственно примыкают к черноземам обыкновенным несолонцеватым. В слабосолонцеватых черноземах сильно ослаблены все характерные признаки солонцеватости, в частности, на долю поглощенного натрия в них приходится не больше 5% от общей емкости поглощения.

Среди слабосолонцеватых черноземов встречаются также разновидности с пониженней линией вскипания; карбонаты залегают глубже, часто за пределами 1,5 м. Такие разновидности мы выделяем в группу черноземов террасовых осолодевающих. Мы не станем останавливаться здесь на рассмотрении этих почв; характеристика их дается ниже.

Черноземы террасовые солончаковатые. Солончаковые разновидности чернозема террасового встречаются в комплексе с обыкновенными черноземами, солонцеватыми разновидностями их, с солонцами. Они также занимают отрицательные элементы мезорельефа.

Обычно солончаковые террасовые черноземы имеют такой вид:

1) с поверхности тонкая корочка до 1 см толщиной;  
2) горизонт А имеет в среднем мощность 25 см, с колебаниями от 20 до 35 см; А +  $B_1$  составляет 40—60 см;

3) зернисто-комковатая структура в горизонте А и комковатая в горизонте B;

4) линия вскипания находится чаще всего на глубине около 30 см; в отдельных местах она поднимается к самой поверхности;

5) видимые выделения карбонатов встречаются в среднем на 45 см, в редких случаях они поднимаются к 30 см, иногда снижаются до 100 см, в форме грязновато-серых пятен.

Качественные реакции иногда уже в поверхностном слое обнаруживают следы хлора; сульфаты наблюдаются в заметных количествах чаще всего на глубине 65—100 см.

Разрез 114 С (М. И. Симакина) — чернозем террасовый солончаковый.

Первая надпойменная терраса р. Б. Кинелья. Обширная депрессия вокруг «Мохового болота» с развитым микрорельефом.

Разрез заложен на едва заметном повышении с изреженной растительностью.

$A_0$  0—14 см

С поверхности серовато-бурая корочка в 1 см, слоистого сложения, рыхлая, пронизана корешками; темносерый, окрашен равномерно, призмовидно-комковатый, комки, распадаюсь, дают зерна с глинистой поверхностью; трещиноват, сухой, уплотнен; глинистый. Темносерый; слабо увлажнен, рыхлый, комковатый; редкие кореники; переход в следующий горизонт заметен по плотности.

$A_1$  14—35 см

B <sub>1</sub> , 35—55 см	Темносерый с буроватостью; слабо уплотнен; выделения гипса в виде прожилок; комковатый, слабо увлажненный; глинистый.
B <sub>2</sub> , 55—74 см	Темнобурый, уплотненный, слабовлажный; карбонатные серые пятна и прослойки; комковатый; глинистый.
B <sub>3</sub> , 74—102 см	Бурый, с темными пятнами гумуса и желто-бурыми заклинками; сухой, довольно плотный, призмовидно-комковатый, с белесыми пятнами карбонатов; тяжелый суглинок.
C 102—160 см	Желто-бурые, с точечными вкраплениями и глазками карбонатов; тяжелосуглинистый, плотный, призмовидный.

Вспыхивает с поверхности до 12 см слабо, ниже вспыхивание бурое.

Минерализация водной вытяжки (табл. 77), как и следовало ожидать в этих почвах, повышенная. Если в черноземе обыкновенном террасовом сухой остаток не превышает 0,1%, то в солончаковатой его разновидности уже в самом верхнем слое величина сухого остатка вдвое больше (0,244%), на глубине 70—74 см она достигает почти 1% (0,94%). Состав водной вытяжки показывает, что сухой остаток состоит главным образом из сульфатов, так как на этой глубине сульфаты обнаруживаются в наибольших количествах: хлориды же улавливаются по всему профилю в незначительных количествах, причем их также больше всего на глубине 70—74 см. Сода обнаружена как в верхнем, так и в нижнем слоях. Общая щелочность повышенная, причем в верхней части профиля она обусловлена главным образом присутствием бикарбонатов щелочной.

Таблица 77

Анализ водной вытяжки из образцов обыкновенного чернозема террасового солончаковатого. Разрез 114С

Глубина разреза, см	Номер разреза	Водопроницаемый гумус	Сухой остаток	Щелочность				Cl <sup>-</sup>	SO <sup>2-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>				
				от нормы, м-экв.	карбонатов в CO <sub>2</sub>	общая в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	от бикарбонатов								
0—4	%	0,028	0,244	0,014	0,139	0,053	0,086	Следы	0,066	0,068	0,012				
70—74	%	0,019	0,940	0,47	2,28	0,86	1,41		1,36	3,40	1,00				
115—120	м-экв.	—	0,260	Нет	0,190	0,130	0,060	0,007	0,560	0,020	0,019				
155—160	м-экв.	—	0,163	0,019	0,130	0,050	0,080	0,004	0,110	0,030	0,010				
	м-экв.	—	0,163	0,63	0,100	0,046	0,054	0,003	0,009	0,040	0,83				

Приведенные нами данные анализов водной вытяжки указывают на довольно хорошо выраженное, преимущественно сульфатное, засоление этих почв. Такое засоление, повидимому, надо считать остаточным.

Несмотря на сравнительно скучное развитие растительного покрова на солончаковых черноземах, гумус в них обнаружен в больших количествах — от 4 до 7% (табл. 78). Повидимому, накопление гумуса здесь идет преимущественно за счет растительных остатков, приносимых с окружающими, более возвышенными местами. Мало вероятно, чтобы *Festuca sulcata*, *Agropyrum prostratum*, *Kochia prostrata* могли создать столь значительные запасы гумуса.

Повидимому, черноземы террасовые солончаковатые, так же как и черноземы солонцеватые, представляют собой переходную стадию развития черноземовидных луговых почв в черноземы обыкновенные террасовые, как это указано на приведенной схеме эволюции террасовых почв.

Таблица 78

Содержание гумуса и CO<sub>2</sub> в черноземах террасовых солончаковатых (в %)

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Гумус	CO <sub>2</sub>
131С	0—4	7,05	—
	5—10	—	0,08
	15—20	6,05	—
	25—30	—	0,52
	40—45	3,17	—
	50—55	1,77	—
	0—5	6,01	0,40
	13—18	—	1,57
	28—30	4,67	—
	40—45	3,98	—
4129	73—80	—	8,08
	175—180	—	5,46
	0—4	4,14	1,60
	5—14	3,31	—
	30—35	1,96	—
	60—65	0,90	5,40
	155—160	—	5,66

Аллювиальные почвы. Аллювиальные почвы распространены в пределах современных пойменных террас рек Кутулука и Б. Кинеля.

По своему строению аллювиальные почвы делятся на слоистые и зернистые. В слоистых аллювиальных почвах нет дифференцированного на генетические горизонты профиля; только в самых поверхностных слоях (в местах, затапливаемых спорадически) замечается начало почвообразовательного процесса. Зернистые аллювиальные почвы иногда имеют достаточно выраженные генетические горизонты; в этих случаях они представляют собой переходную стадию к черноземовидным луговым почвам; нередко такие почвы с поверхности имеют различной мощности (до 10 см) карбонатный слоистый насыпь. Внешний вид аллювиальных зернистых почв чаще всего такой: окраска горизонта А темносерая; в горизонте В окраска становится светлее и переходит книзу в серо-бурую, еще ниже — в желто-бурую; мощность горизонта А — около 25 см, структура зернистая, в отдельных случаях зернисто-комковатая. Уплотненность постепенно возрастает книзу профиля. Линия вскипания залегает чаще всего на глубине 25—60 см, местами же вскипание обнаруживается с поверхности. Видимые выделения карбонатов залегают ниже 25 см, в виде точек или прожилок. Вследствие близкого залегания грунтовых вод обычно со 150 см наблюдается оглеение.

Неоднородность механического состава двухметровой толщи подтверждает аллювиальное происхождение этих отложений (табл. 79). Даже в структурной аллювиальной почве (разр. 570) обнаруживаются значительные изменения механического состава; особенно резки эти изменения в содержании песчаных фракций: количество частиц более 0,25 мм в диаметре с 16,56% уменьшается в нижележащем слое до 0,46%; напротив, следующая по размеру фракция — 0,25—0,05 мм — с 16,57% возрастает в следующем нижнем слое до 41%. Еще большей неоднородностью механического состава характеризуется почва разреза 38; здесь все слои резко отличаются между собой даже по количеству самых мелких фракций —

Таблица 79

Механический состав аллювиальных почв (без обработки НСl)  
(в %)

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Диагностич. влаги	Фракции (диаметр частиц в мм)					Сумма фракций (диаметры частиц в мм)					
			>0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	>0,01	<0,01	>0,05	0,05—0,005	<0,005
570	5—10	3,95	2,99	40,98	25,85	14,94	3,99	11,25	69,82	30,18	43,97	40,79	15,24
	25—30	5,33	16,56	16,57	30,76	21,20	7,72	7,19	63,89	36,11	33,13	51,96	14,91
	112—120	2,35	0,46	41,09	23,92	18,49	6,05	9,99	65,47	34,53	41,55	42,41	16,04
	160—165	2,54	0,86	58,33	15,47	17,67	1,81	5,86	74,66	25,34	59,19	33,14	7,67
38	0—5	6,65	3,68	16,98	40,60	23,75	4,42	10,57	61,26	38,74	20,66	64,35	14,99
	90—95	8,72	4,13	23,32	26,71	41,83	2,75	1,26	54,16	45,84	27,45	68,54	4,01
	200—205	—	12,37	47,39	13,73	14,61	5,74	6,16	73,49	26,51	59,76	28,34	11,90

глинистой и илистой. Значительная часть аллювиальных почв пойменных террас Кутулука и Б. Кинеля может быть отнесена к суглинистым; широкое распространение имеют также супесчаные и песчаные (прирусовые) отложения.

Весенние паводки, затопляя аллювиальные почвы, выносят легкорастворимые соли, которые в сухие периоды могут накапливаться, поднимаясь из грунтовых вод. На участках поймы, примыкающих к засоленным депрессиям первых надпойменных террас и заливаемых паводками только в исключительные годы, наблюдается формирование засоленных почв и солонцов. Обычно же аллювиальные почвы не засолены.

Таблица 80

Анализ водной вытяжки из образцов аллювиальных почв

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Единица измерения	Сухой остаток	Щелочность				Cl'	SO <sub>4</sub>		
				от норм. карбонатов и CO <sub>2</sub>	общая в HCO <sup>+</sup>	от бикарбонатов					
						Na+K	Ca+Mg				
570	5—10	%	0,106	Нет	0,051	0,013	0,038	0,002	0,010		
	75—80	м-экв.	0,244	»	0,83	0,21	0,62	0,06	0,21		
	160—165	м-экв.	0,344	»	0,078	0,067	0,014	0,002	0,029		
	38	0—5	0,170	Нет	0,048	0,031	0,017	0,001	0,123		
38	90—95	м-экв.	0,142	»	0,065	0,031	0,034	0,006	0,008		
	160—165	м-экв.	0,112	»	0,068	0,027	0,041	0,002	0,001		
	19—24	м-экв.	0,114	Нет	1,11	0,44	0,67	0,06	0,02		
	64—69	м-экв.	0,086	»	0,051	0,034	0,017	0,002	0,003		
1070	200—205	м-экв.	0,092	»	0,065	0,015	0,050	0,002	0,039		
	—	м-экв.	—	—	1,06	0,24	0,82	0,08	0,82		

Приводимые в табл. 80 данные водной вытяжки указывают на отсутствие засоления в этих почвах. Хлориды обнаруживаются в ничтожно малых количествах, в пределах точности метода определения (обычно меньше 0,002%). Сульфаты также улавливаются в величинах, не влияющих на нормальное развитие культурных растений. Общее содержание сульфатов, определенное в солянокислой вытяжке из разреза 570 на глубине 75—80 см, достигает 0,079%, или 1,64 м-экв., SO<sub>4</sub>.

Незначительное содержание поглощенного натрия подтверждает отсутствие солонцеватости (табл. 81).

Таблица 81

Поглощенный натрий и емкость поглощения в аллювиальной почве

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Поглощенный Na		Емкость поглощения		На в % от емкости поглощения
		%	м-экв.	%	м-экв.	
38	0—5 90—95	0,005 0,002	0,22 0,09	0,497 0,433	21,62 18,83	1,01 0,47

Несмотря на то, что описываемые почвы представляют собой наиболее молодые образования, гумуса в них содержится уже много — около 3% (табл. 82); закономерное уменьшение гумуса книзу профиля указывает на то, что органическое вещество здесь не аллювиального происхождения, а присутствие его, во всяком случае в основном, связано с почвообразовательным процессом, с образованием органических веществ на месте.

Аллювиальные слоистые почвы имеют наибольшее распространение в поймах указанных рек. По внешнему виду они весьма разнообразны. Характерной чертой их служит большая нестрата окраски и механического состава отдельных слоев.

Таблица 82

Данные определения гумуса и CO<sub>2</sub> в аллювиальных почвах  
(в %)

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Гумус	CO <sub>2</sub>
570	5—10	3,26	Нет
	25—30	2,90	»
	38—40	2,82	»
	60—65	2,72	3,28
	75—80	2,43	0,04
	38	4,86	—
38	30—35	3,07	—
	60—65	1,80	0,51
	90—95	0,15	1,00
	130—135	—	1,22

Черноземовидные луговые почвы. Черноземовидные луговые почвы исследованного массива встречаются главным образом на территории зоны самотечного орошения; почвы эти обычно составляют лишь незна-

чительную часть солоцкового комплекса. Однако в отдельных местах черноземовидные луговые почвы являются преобладающими среди компонентов комплекса. На других объектах местного стока черноземовидные луговые почвы в незасоленных местах развиваются в комплексе с черноземами обычновенными террасовыми, занимая в таких случаях наиболее пониженные участки.

Черноземовидные луговые почвы испытывают избыточное увлажнение вследствие приуроченности их к пониженным элементам рельефа, и иногда в них ясно выражен процесс выщелачивания. Линия вскипания варьирует в широких пределах (от 20 до 100 см); на наиболее ранних стадиях формирования черноземовидных луговых почв вскипание обнаруживается обычно с самой поверхности. Черноземовидные луговые почвы отличаются от аллювиальных зернистых наличием формирующихся или уже достаточно хорошо сформировавшихся генетических горизонтов; они гораздо ближе к черноземам первых террас: имеют хорошо выраженную структуру, обнаруживают постепенный переход по цвету и сложению из одного горизонта в другой, содержат значительный запас гумуса, с постепенным уменьшением его содержания книзу профиля, имеют формирующуюся карбонатный горизонт. Более подробная характеристика этих почв приводится в разделе IV — «Кутулукская опытная территория».

**Аллювиально-делювиальные почвы.** Распространение этих почв на территории надпойменных террас рек Кутулуга и Б. Кинеля незначительно. Обычно почвы эти приурочены к лощинам и шлейфам склонов. Они имеют различное строение, в зависимости от условий залегания. Близко к верховью лощины верхние горизонты аллювиально-делювиальных почв имеют более темную окраску, линия вскипания в этой части лощины более высокая; в нижней, устьевой, части лощины в окраске верхних горизонтов нередко наблюдается сизоватый оттенок, линия вскипания повышена.

Несомненно, что аллювиально-делювиальные почвы не находятся в равнине и в отношении солевого режима; временами они испытывают некоторое засоление солями, приносимыми сюда с окружающих мест, временами же здесь происходит усиленное промывание почвенного профиля. Верхний, пахотный, слой этих почв в отдельных местах сносится и заменяется новым, так что часто слой этот оказывается генетически не связанным с нижележащими горизонтами.

#### Почвенно-мелиоративное районирование

Сопоставление естественно-исторических условий, морфологических особенностей, физических и химических свойств отдельных почвенных разновидностей Кутулукского массива приводит к следующим выводам.

1. Наличие солоцков в обширных депрессиях первых надпойменных террас рек Кутулуга и Б. Кинеля свидетельствует о пройденной депрессиями стадии хлоридно-сульфатного засоления: Есть основанию предполагать, что в прошлом не только депрессии, но и вся площадь террас была в той или иной степени засолена; об этом свидетельствуют: а) присутствие в террасовых черноземах поглощенного натрия обычно в несколько больших количествах, чем в черноземах водораздельных пространств, б) наличие в черноземах обычновенных террасовых заметно уплотненного горизонта с призмовидной структурой.

Вследствие общего понижения базиса эрозии, а следовательно, понижения и уровня грунтовых вод, надпойменные террасы стали постепенно освобождаться от легкорастворимых солей; соли при этом переносились

в более пониженные места — депрессии, которые и до того, по всей вероятности, были значительно сильнее засолены, чем окружающие их более высокие территории.

В настоящее время повышенные участки террас на значительную глубину освобождены от легкорастворимых солей, но содержат карбонаты в пределах почвенного профиля. Местами же наблюдаются черноземы степных понижений выщелоченные и даже слабо оподзоленные.

После освобождения повышенных территорий от легкорастворимых солей и дальнейшего понижения базиса эрозии начался усиленный промыв депрессий пресной водой атмосферных осадков; при этом хлориды, как наиболее подвижные соли, несомненно, выносились быстрее, чем сульфаты. Сейчас, видимому, процесс рассоления вступил в последнюю стадию, так как легкорастворимых солей здесь обнаруживается лишь сравнительно небольшое количество, при явном преобладании сульфатов над хлоридами.

Кутулукская и Большелышевская депрессии значительно больше рассолены, нежели депрессия у Сухой Речки, вследствие того, что последняя имеет большую водосборную площадь и в прошлом, очевидно, была засолена чрезвычайно сильно.

2. Черноземы обычновенные террасовые на Кутулукском массиве являются наиболее распространенными почвами, занимая слабо измятую равнину первых надпойменных террас, а также вторые террасы рек Кутулуга и Б. Кинеля.

Почвообразующими породами почти для всех террасовых черноземов служат делювиальные суглинки и глины.

Черноземы обычновенные террасовые имеют глубоко прокрашенный органическим веществом профиль, содержат много питательных веществ; поглощающий комплекс их насыщен щелочно-земельными катионами. Черноземы эти находятся в хороших условиях аэрации, обладают достаточно прочной комковатой или зернисто-комковатой структурой, хорошей водопроницаемостью и водоудерживающей способностью. Эти показатели характеризуют черноземы обычновенные террасовые как весьма ценные, высокопроизводительные почвы, вполне пригодные для орошения.

На отдельных участках террас, занятых черноземами обычновенными, близкое к поверхности залегание грунтовых вод обусловило в этих местах своеобразный солевой профиль почв. Естественно, по этим причинам следует территорию, занятую черноземами обычновенными террасовыми, разделить на особые мелиоративные районы и подрайоны.

3. Ценность площадей, занятых черноземами обычновенными террасовыми, несколько снижается из-за присутствия здесь черноземов степных понижений, выщелоченных и слабо оподзоленных, занимающих отрицательные элементы рельефа. Однако по мощности гумусового горизонта, по количеству гумуса и запасу питательных веществ, а также по структуре эти черноземы степных понижений в настоящее время почти столь же ценные, как и черноземы обычновенные террасовые. Выщелоченные и слабо оподзоленные черноземы на значительную глубину (до 2 м) свободны от легкорастворимых солей, что ставит эти почвы в разряд почв, не вызывающих опасений в отношении возможности засоления их при орошении. Однако тут уже и теперь имеются некоторые отрицательные моменты: 1) наличие уплотненного горизонта на той или иной глубине (обычно не ниже второго метра), образовавшегося за счет вмытых сюда коллоидных веществ, уже сейчас указывает на избыточное увлажнение (признаки оглущения в нижней части почвенного профиля); при поливах же здесь можно ожидать развития процесса заболачивания; 2) коллоидная часть этих

почв обеднена кальцием и магнием, реакция почвенного раствора слабокислая, идет процесс оподзоливания — разрушение органической и алюмосиликатной частей. Потребуется ли при орошении известкование этих почв или же процесс подзолообразования будет постепенно затухать под влиянием бикарбонатов кальция и магния, содержащихся в оросительных водах? Этот вопрос может быть разрешен проведением соответствующих полевых опытов.

4. Солонцеватые черноземы, в особенности сильносолонцеватые разности, имеют в поглощенном состоянии натрий; в нижней части профиля этих почв содержатся легкорастворимые соли, которые при известных условиях могут подниматься к поверхности; кроме того, наличие уплотненных солонцеватых слоев может вызывать застаивание влаги, стимулируя этим развитие процесса заболачивания. Следовательно, несмотря на достаточный запас питательных веществ, террасовые черноземы солонцеватые не могут быть введены в эксплуатацию без предварительных мелиораций — известкования и улучшения условий дренажа.

5. Наиболее неблагоприятными для орошения территориями являются депрессии с солонцовым почвенным покровом. Сплошного распространения солонцы здесь не имеют, а являются всегда компонентами комплексов; однако в отдельных местах солонцы занимают до 80% площади контура. В условиях неорошающего земледелия глубокостолбчатые солонцы стоят несравненно выше солонцов корковых, но при поливном хозяйстве как те, так и другие, безусловно, требуют предварительных мелиораций. Наличие чрезвычайно плотного в сухом состоянии подгоризонта  $B_1$ , в мокром состоянии заплывающего, будет вызывать застой влаги при орошении.

Большое количество поглощенного цинния указывает на возможность образования соды в гибельных для растений дозах. Наличие осолодевающих горизонтов не может служить гарантией того, что здесь и в дальнейшем процесс будет идти в направлении рассоления; напротив, вероятнее всего, что легкорастворимые соли подсолонцового горизонта при близости минерализованных грунтовых вод вызовут вторичное засоление не только самой депрессии, но и окружающих ее частей, занятых незасоленными черноземами. Поэтому солонцовые депрессии в первую очередь нуждаются в улучшении дренажных условий; кроме того, здесь необходимо провести гипсовование с промывками всех мелких участков, занятых солонцами, солонцами-солончаками и сильносолонцеватыми черноземами.

6. В зависимости от сложности гидротехнических мероприятий, направленных на предупреждение вторичного засоления и заболачивания почв, а также в зависимости от объема и сложности агротехнических мелиораций, требующихся для освоения отдельных площадей, мы разделили всю территорию Кутулукского массива на пять мелиоративных районов; районы в свою очередь разделены нами на отдельные подрайоны, различающиеся по некоторым агромелиоративным показателям. На рис. 17 мелиоративные районы обозначены римскими цифрами, подрайоны — заглавными буквами русского алфавита; кроме того, в подрайонах выделены контуры с различным механическим составом почв: буквой «а» обозначены почвы глинистые и тяжелосуглинистые, «б» — тяжело- и среднесуглинистые; «в» — средне- и легкосуглинистые, «г» — легкосуглинистые и супесчаные. Таким образом, для каждого мелиоративного контура имеется тройное обозначение: римской цифрой обозначен район, стоящей за нею заглавной буквой — подрайон и, наконец, малой буквой с правой стороны обозначен механический состав почв, включенных в данный мелиоративный контур. Например, «III<sup>в</sup>а» — означает: контур третьего мелиоративного района, подрайон А с почвами средне- и легкосуглинистыми.

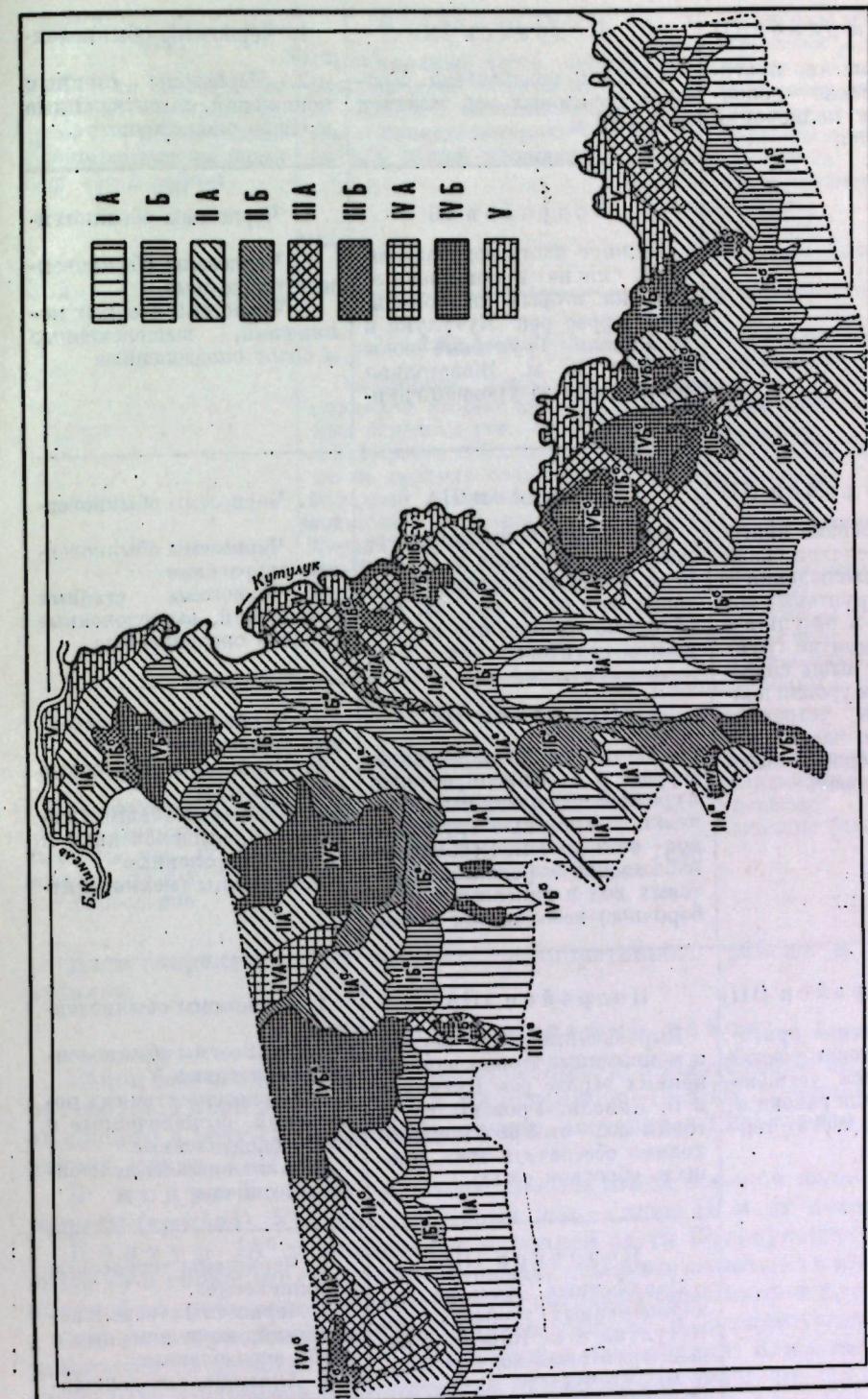


Рис. 17. Мелиоративные районы Кутулукского массива орошения (составлено П. М. Новиковым с использованием материалов Нижнеколхозпроекта 1933, 1935, 1937 и 1938 гг.).

Римские цифры указывают районы; прописные буквы — подрайоны; строчные буквы — контуры различных по механическому составу почв: а — почвы глинистые и тяжелосуглинистые; б — тяжело- и среднесуглинистые; в — средне- и легкосуглинистые; г — легкосуглинистые и супесчаные.

## Мелиоративные районы и подрайоны Кутулунского массива орошения

<b>Первый район (I)</b> Под орошение пригоден безусловно — дополнительных мелиораций не требуется	<b>Подрайон IA</b> Слоны водораздела. Уровень грунтовых вод залегает ниже 10 м	1. Черноземы обыкновенные 2. Черноземы степных понижений, выщелоченные и слабо оподзоленные
	<b>Подрайон IB</b> Нижние части водораздельного склона и повышенные участки вторых надпойменных террас рек Кутулуга и Б. Кинеля. Грунтовые воды от 7 до 10 м. Желательно наблюдение за уровнем грунтовых вод	1. Черноземы обыкновенные 2. Черноземы обыкновенные террасовые 3. Черноземы степных понижений, выщелоченные и слабо оподзоленные
<b>Второй район (II)</b> Под орошение пригоден при условии обязательного наблюдения за режимом грунтовых вод; возможное в результате полива поднятие грунтовых вод выше современного их уровня должно быть устранено. Небольшую часть района необходимо выбороочно гипсовать	<b>Подрайон IIА</b> Вторые надпойменные террасы рек Кутулуга и Б. Кинеля. Глубина залегания грунтовых вод от 5 до 7 м. Необходимо наблюдение за режимом грунтовых вод	1. Черноземы обыкновенные 2. Черноземы обыкновенные террасовые 3. Черноземы степных понижений, выщелоченные и слабо оподзоленные
	<b>Подрайон IIБ</b> Участки на надпойменной террасе р. Б. Кинеля, а также в средней части долины р. Грачевки. Уровень грунтовых вод — от 5 до 7 м. Необходимы наблюдение за режимом грунтовых вод и гипсование (выборочно) небольшими дозами	1. Черноземы обыкновенные террасовые 2. Черноземы террасовые солонцеватые 3. Черноземы степных понижений, выщелоченные и слабо оподзоленные 4. Солонцы (мелкие пятна)
<b>Третий район (III)</b> Под орошение пригоден при условии устройства сбросной сети на всей площади района и гипсования части территории	<b>Подрайон IIIА</b> Выровненные части первых и пониженные вторых надпойменных террас рек Кутулуга и Б. Кинеля. Уровень грунтовых вод — от 3 до 5 м. Необходимо обеспечить всю площадь сбросной сетью	1. Черноземы обыкновенные 2. Черноземы обыкновенные террасовые 3. Черноземы степных понижений, выщелоченные и слабо оподзоленные 4. Аллювиально-делювиальные почвы
	<b>Подрайон IIIБ</b> Пониженные участки на надпойменных террасах рек Кутулуга и Б. Кинеля. Уровень грунтовых вод — от 3 до 5 м. Требуется обеспечить сбросной сетью всю площадь, на большей части необходимо гипсование малыми дозами	1. Черноземы террасовые солонцеватые 2. Черноземы степных понижений, выщелоченные и слабо оподзоленные 3. Аллювиально-делювиальные почвы 4. Солонцы (мелкие пятна)

## Мелиоративные районы и подрайоны Кутулунского массива орошения

<b>Четвертый район (IV)</b> Требуются коренные мелиорации: устройство дренажа и гипсование с промывками на большей части района	<b>Подрайон IVA</b> Пониженные части первой надпойменной террасы р. Б. Кинеля, местами засоленные. Солонцы занимают от 10 до 30% общей площади	1. Черноземы обыкновенные террасовые, слабо солонцеватые 2. Черноземы террасовые солонцеватые 3. Черноземы террасовые осолончивающие 4. Черноземовидные луговые почвы 5. Солонцы 6. Солонцы-солончаки
	<b>Подрайон IVB</b> Солончковые депрессии на первых и вторых надпойменных террасах рек Кутулуга и Б. Кинеля, пебольшие участки на склонах водораздела в западной половине массива, а также в верховых р. Грачевки. Солонцы занимают 30—80% от площади отдельных контуров	1. Черноземы обыкновенные террасовые, слабо солонцеватые 2. Черноземы террасовые солонцеватые 3. Черноземы террасовые солончаковые 4. Солонцы 5. Солонцы-солончаки 6. Солоды 7. Черноземовидные луговые почвы 8. Черноземы террасовые осолончивающие 9. Аллювиально-делювиальные почвы
	<b>Пятый район (V)</b> Под орошение пригоден выборочно. Пойменные участки рек Кутулуга и Б. Кинеля, различного механического состава. На большей части площади грунтовые воды выше 3 м. Необходимы сбросная сеть и выборочное гипсование	1. Аллювиальные почвы 2. Аллювиальные почвы солонцеватые 3. Солонцы (мелкие пятна)

Даем характеристику каждого мелиоративного района и их подрайонов.

## Первый мелиоративный район

Район безусловно пригоден под орошение, дополнительных мелиораций не требует. Район разделяется на два подрайона: IA и IB. Площадь района, входящего в зону самотечного орошения, составляет 1390 га; вся площадь района равна 7737 га.

В подрайон IA включены склоны самой высокой надпойменной террасы (третьей). Уровень грунтовых вод — ниже 10 м от поверхности.

Коитур IA<sup>6</sup> расположен в восточной части Кутулукского участка выше 75-й горизонтали, причем занимает северные измятые склоны самой высокой надпойменной террасы Кутулуга. Почвенный покров представлен в основном черноземами обыкновенными тяжело- и среднесуглинистыми, развитыми на делювиальных незасоленных отложениях. Здесь же имеется около 15% черноземов обыкновенных маломощных, около 10—15% черноземов степных понижений выщелоченных и слабо оподзоленных.

Черноземы обыкновенные имеют следующие показатели: мощность горизонта A равна в среднем 30 см; A + B<sub>1</sub> составляют 50 см; вскипание

обычно около 46 см; видимые выделения карбонатов находятся ниже 70 см, в виде небольших глазков и лжегрибницы, с наибольшим их скоплением на глубине 90—130 см. Общая скважность 50% при преобладании скважности калийной. Аэрация глубинных горизонтов также удовлетворительна. Рекомендуемая на основе изучения физических свойств почвы норма полива при глубине промачивания в 80 см составляет 500—900 м<sup>3</sup>/га, в зависимости от влажности почвы перед поливом.

Почвы не засолены: плотный остаток не превышает 0,1%, нормальные карбонаты отсутствуют. Общая щелочность обусловлена присутствием бикарбонатов щелочно-земельных металлов. Гумуса в верхнем слое — от 5 до 6%. Поглощающий комплекс насыщен щелочно-земельными катионами — сумма кальция и магния составляет 52—60 м-экв. Почвы богаты фосфором: валового фосфора содержится 100—200 мг на 100 г почвы, фосфора, доступного для растений, — около 50 мг; общего азота — 0,5%. Орошение на черноземах обыкновенных может проводиться без каких-либо дополнительных мероприятий.

Маломощные разности черноземов обыкновенных, занимающие повышенные места и крутые склоны, с мощностью горизонта A 22—24 см, нуждаются в агромероприятиях, направленных к уменьшению и прекращению эрозионных процессов. Это может быть достигнуто путем организации травяных полос — буферов, поперечного прерывистого бороздования крутых склонов и рационально построенных, с учетом почвенных особенностей, травопольных севооборотов.

Выщелоченные и слабо оподзоленные черноземы степных понижений характеризуются следующими свойствами: на первой стадии выщелачивания наблюдается лишь понижение вскипание; с усилением выщелачивания появляется характерная легкая седоватость от кремневой присыпки; горизонт В приобретает в результате передвижения полуторных окислов красноватый оттенок и заметно уплотняется.

На стадии более глубокого выщелачивания (оподзоливания) по граням структурных отдельностей отчетливо видны кремневая присыпка и коричневатая корочка, плотность иллювиального горизонта усиливается. Мощность горизонта A колеблется в пределах от 29 до 45 см, в зависимости от характера понижения. Вскипание — ниже 80 см. Почвы не засолены — сухой остаток нигде не превышает сотых долей процента; сода отсутствует, общая щелочность малая. Гумуса содержится обычно больше 6,5%. Сумма поглощенных кальция и магния в верхних слоях 50—60 м-экв. Общее количество фосфора около 180 мг на 100 г почвы, в том числе в усвоенной форме — 36 мг, количество азота достигает 0,6%.

Места с выщелоченными и оподзоленными черноземами при орошении будут получать избыток влаги, и процесс оподзоливания может усилиться; поэтому необходима планировка местности. При этом следует учесть наличие, с одной стороны, маломощных разностей чернозема обыкновенного и, с другой, богатого перегнойного слоя почв степных понижений.

В процессе освоения этих почв потребуется дополнительное изучение для определения нуждаемости их в известковании.

Кои туры IА<sup>в</sup> занимают северные склоны водораздела выше 60-й горизонтали в западной части массива. Почвенный покров — черноземы обыкновенные средне- и легкосуглинистые, с преобладанием последних. Среди черноземов обыкновенных имеются маломощные (эродированные) разности — до 10%, а по лопинам — выщелоченные и слабо оподзоленные черноземы степных понижений (около 10%).

Черноземы обыкновенные легкосуглинистые характеризуются непрочной комковатой структурой. Линия вскипания находится на глубине

от 70 до 100 см. Скопления углекислого кальция, в виде корочек по граням отдельностей или в виде расплывчатых потоков, реже в виде лжегрибницы, — ниже 100 см.

При сравнительно легком механическом составе почв в них содержится довольно большое количество (13—20%) илистой фракции, что создает большую устойчивость микроагрегатов. Объемный вес верхних слоев 1,26—1,28. Общая скважность 50—52%. Рекомендуемая норма полива при промачивании 80-см слоя — 500—600 м<sup>3</sup>/га, с необходимыми поправками в зависимости от степени влажности почвы в момент полива. (Расчеты произведены для предполивной влажности в заданном слое, равной 60% от общей влагосемкости.)

Почвы не засолены — сухой остаток исчисляется сотыми долями процента, сода отсутствует, общая щелочность невелика (от 0,01 до 0,03%) и обусловлена бикарбонатами кальция и магния. Сумма поглощенных кальция и магния достигает 38 м-экв. Содержание гумуса немногим ниже, чем в более тяжелых разностях чернозема обыкновенного, по количеству же общего и усвоемого фосфора черноземы обыкновенные легкосуглинистые почвы не уступают последним. При орошении эти почвы в дополнительных мероприятиях не нуждаются; необходима лишь организация правильных севооборотов и борьба с эрозионными процессами на смытых, повышенных местах и крутых склонах.

Кои туры IА<sup>г</sup> занимают плато на правобережье р. Гравечки. Грунты не засолены, они представлены легкими суглинками, супесями и песками. Почвы — легкосуглинистые и супесчаные черноземы (преобладают супесчаные), а также выщелоченные и слабо оподзоленные черноземы (составляют около 10% контура). Маломощные черноземы здесь имеют незначительное распространение.

Черноземы обыкновенные супесчаные также характеризуются повышенным содержанием илистой фракции в пахотном слое и преобладанием частиц 0,25—0,05 мм по всему профилю почв. Максимальное скопление карбонатов наблюдается на глубине 160—165 см. Почвы не засолены. Поглощенных кальция и магния — 25—27 м-экв., гумуса — около 3%. По содержанию питательных веществ они беднее легкосуглинистых разностей: азота общего 0,15%, валового фосфора 0,097% и усвоемого фосфора 0,019%.

Дополнительных мероприятий не требуется, необходимы только внесение удобрений, введение правильных севооборотов и хорошая обработка полей. Выщелоченные и слабо оподзоленные черноземы по своим свойствам стоят несколько ниже описанных выше более тяжелых разностей. При этом следует отметить более тяжелый их механический состав по сравнению с окружающими почвами.

На территории контура IА<sup>г</sup> необходимо предусмотреть борьбу с потерями воды из сети за счет фильтрации (применение илистых суспензий и др.).

В подрайоне IБ включаются нижние части водораздельного склона (самая высокая надпойменная терраса) и повышенные участки вторых надпойменных террас рек Кутулака и Б. Кинеля. Грунтовые воды находятся на глубине от 7 до 10 м; желательно наблюдение за уровнем грунтовых вод.

Мелиоративные контуры в этом подрайоне разделяются по механическому составу на три группы: группа IБ<sup>б</sup> объединяет территории с почвенным покровом тяжело- и среднесуглинистого механического состава; IБ<sup>в</sup> — территории с почвенным покровом средне- и легкосуглинистого механического состава и, наконец, IБ<sup>г</sup> — территории с почвами легкосуглинистыми и супесчаными.

В контуре IB<sup>б</sup> включена повышенная часть надпойменной террасы Б. Кинеля на северо-северо-запад от с. Б. Малышевки, пониженные части водораздельного склона западнее с. Тростянки и высокие склоны второй надпойменной террасы Кутулуга. Преобладающие почвы — черноземы обыкновенные и черноземы обыкновенные террасовые; в комплексе с ними находятся черноземы выщелоченные и слабо оподзоленные (около 10%), а также черноземы обыкновенные террасовые маломощные. По механическому составу эти почвы тяжело- и среднесуглинистые.

Черноземы обыкновенные и черноземы степных понижений выщелоченные и слабо оподзоленные нами уже рассмотрены при описании предыдущего подрайона. Остановимся на черноземах обыкновенных террасовых.

Черноземы обыкновенные террасовые имеют здесь такие показатели:

1) равномерная темносерая окраска гумусового горизонта A; в подгоризонте B<sub>1</sub> появляются буроватые тона и неравномерность окраски;

2) средняя мощность горизонта A — 30 см, варьирует от 25 до 45 см;

A + B<sub>1</sub> — в среднем 55 см, с колебаниями от 44 до 70 см;

3) комковатая структура в пахотном слое, зернисто-комковатая в подпахотном слое и часто угловато-комковатая в подгоризонте B<sub>1</sub>;

4) уплотнение замечается обычно ниже подгоризонта B<sub>1</sub>, в большинстве случаев совпадая с горизонтом видимых выделений карбонатов кальция;

5) вскипание обнаруживается в среднем с 45 см;

6) начало видимых выделений карбонатов кальция находится на глубине 40—95 см, чаще всего — на глубине 80—85 см; обычна форма выделений — примазки и выцветы, реже — лжегрибница и белоглазка (не яркая); максимальное скопление карбонатов в форме пятен, выцветов — на глубине 80—125 см, в форме лжегрибницы — на глубине 100—130 см;

7) выделений сульфатов в двухметровой толще не наблюдалось.

Содержание гумуса обычно колеблется в пределах 5—7%, с характерным для черноземов постепенным уменьшением вниз по профилю. Валовое количество фосфорной кислоты в 20-см слое составляет около 6 т/га; при этом на усвоемую форму приходится примерно 6—7% от общего запаса фосфора. Общего азота — около 0,4%. Тяжелый механический состав (на долю иловатой фракции приходится от 12 до 30%) обеспечивает высокую адсорбционную способность этих почв.

Поглощающий комплекс насыщен щелочно-земельными катионами: сумма поглощенных кальция и магния превышает 50 м-экв. Водоудерживающая способность обеспечивает удержание в слое почвы в 1 м<sup>3</sup> любой практически приемлемой поливной нормы, порядка 1000—1200 м<sup>3</sup>/га. С учетом зоны недонасыщенности поливная норма может быть установлена в 700 м<sup>3</sup>/га. В пределах рассматриваемого контура эти почвы не засолены; сухой остаток водной вытяжки обычно не превышает 0,1%.

Щелочность обусловлена преимущественно присутствием бикарбонатов щелочно-земельных металлов. Хлориды и сульфаты отсутствуют или же наблюдаются в количествах, не имеющих практического значения. Грунты также не засолены.

Черноземы степных понижений выщелоченные и слабо оподзоленные (показатели — см. описание подрайона IIА<sup>б</sup>), занимающие отрицательные элементы рельефа описываемых контуров, по своим агрохимическим свойствам стоят близко к черноземам обыкновенным террасовым. Начавшийся здесь процесс разрушения поглощающего комплекса должен быть при освоении под орошаемое земледелие приостановлен посредством соответствующей планировки местности.

В почвенном отношении контур этот (IB<sup>б</sup>) лучший на территории зоны самотечного орошения. В условиях поливного хозяйства для получения

высоких урожаев необходимо внесение минеральных удобрений. Требующаяся здесь дозировка последних, а также соотношения калия, фосфора и азота должны быть изучены в процессе освоения.

Залегающие на глубине 7—10 м грунтовые воды слабо минерализованы, и опасаться возникновения здесь при орошении процессов засоления и заболачивания (по крайней мере, в ближайшие годы) не приходится. Однако при орошении желательно наблюдение за водным режимом, поскольку данных по этому вопросу в отношении орошаемых земель на территории среднего Заволжья не имеется.

Контур IB<sup>в</sup> охватывает неширокую полосу в нижнем течении р. Грачевки, западнее с. Б. Малышевки, а также простираются узкой полосой на запад и на восток от Сухой Речки, занимая верхнюю часть второй надпойменной террасы Б. Кинеля.

Почвенный покров здесь представлен также черноземами обыкновенными террасовыми, в комплексе с которыми встречаются их маломощные разности, и черноземами степных понижений выщелоченными и слабо оподзоленными (до 15%). Почвы эти более легкого механического состава, среднесуглинистые; среди них встречаются и легкосуглинистые почвы.

Черноземы обыкновенные террасовые среднесуглинистые по морфологическим показателям стоят близко к тяжелосуглинистым разностям. Полуметровая толща обычно отмыта от карбонатов кальция, чему способствует более легкий механический состав этих почв. По содержанию гумуса они беднее тяжелосуглинистых разностей (4—5,5%).

Более легкий механический состав обусловил и меньшее содержание питательных веществ в них. Валовое содержание фосфора в 20-см слое определяется величиной в 3,5 т/га, при наличии усвоемого фосфора в количестве 10,5 мг на 100 г почвы, т. е. 0,13% от общего. Почвенный поглощающий комплекс содержит 35—40 м-экв. щелочно-земельных катионов. Почвы также не засолены: показатели водной вытяжки близки к таковым для тяжелосуглинистых разностей. По агрономическим свойствам эти контуры аналогичны им, но более легкий механический состав требует здесь дифференциации как поливной, так и оросительной норм.

Контур IB<sup>г</sup> находится на правобережье р. Грачевки; он занимает пологие склоны, спускающиеся с платообразной повышенной части высокой надпойменной террасы Кутулуга. Почвенный покров представлен черноземами обыкновенными легкосуглинистыми и супесчаными, а также черноземами степных понижений выщелоченными и слабо оподзоленными (не более 10% от общей площади контура).

Дополнительных мелиораций здесь не требуется, кроме мероприятий, указанных для контура IA<sub>2</sub>.

## Второй мелиоративный район

Район пригоден под орошение при условии обязательного наблюдения за режимом грунтовых вод; возможное в результате полива поднятие грунтовых вод выше современного их уровня должно быть устранено; часть территории необходимо выборочно глиссировать. Район разделяется на два подрайона — IIА и IIБ. Общая площадь района 9170 га, из них на зону самотечного орошения приходится 5885 га.

Подрайон IIА включает площади надпойменных террас рек Б. Кинеля и Кутулуга с глубиной залегания грунтовых вод от 5 до 7 м. При орошении необходимо наблюдение за режимом грунтовых вод.

Мелиоративные контуры в этом подрайоне делятся по механическому составу на две группы: IIА<sup>б</sup> — тяжело- и среднесуглинистые, IIА<sup>в</sup> — средне- и легкосуглинистые.

Ко вторым IIА<sup>б</sup> занимают отдельные значительные площади надпойменных террас всей зоны самотечного орошения.

Преобладающие почвы — черноземы обыкновенные террасовые средней мощности. В комплексе с ними на отрицательных элементах рельефа залегают черноземы степных понижений выщелоченные и слабо оподзоленные, а также черноземы обыкновенные террасовые маломощные, слабо эродированные.

В подрайоне IIА<sup>б</sup> выщелоченные и слабо оподзоленные черноземы имеют местами сплошное распространение. Характерные их особенности:

1) горизонт А имеет мощность около 40 см; А + В<sub>1</sub> — 60 см;

2) появление красноватых оттенков в иллювиальном горизонте, с заметным его уплотнением;

3) линия вскипания пониженная (в среднем около 100 см), там же, где процесс разрушения заходит глубоко (оподзоленные разности), вскипания в пределах двухметровой толщи никогда не наблюдается; видимые карбонаты встречаются ниже 100 см или же вынесены за пределы двухметровой толщи;

4) еще заметная седоватость при переходе в горизонт В; в оподзоленных различиях кремневая присыпка встречается по профилю почвы до линии вскипания;

5) структура горизонта А — зернисто-комковатая, подгоризонта В<sub>1</sub> — зернистая или зернисто-ореховая.

Содержание гумуса обычно более 7%, иногда достигает 10—12%. Проникновение гумуса глубокое. По содержанию питательных веществ эти почвы близки к черноземам обыкновенным террасовым.

Валовой фосфорной кислоты — 4—5 т/га в 20-см слое; содержание усвоемой фосфорной кислоты составляет 7—8% от общей. Поглощающий комплекс содержит 40—50 м-экв. кальция и магния.

Содержание физической глины достигает 40—60%. Полевых опытов по изучению физических свойств этих почв на Кутулукском массиве не ставилось, но, учитывая результаты, полученные для аналогичной почвенной разности — выщелоченного чернозема степных понижений на прирезке к Кутулукскому участку (отчет по прирезке за 1934 г.), здесь можно рекомендовать те же нормы полива, что и для черноземов обыкновенных террасовых, при особенно тщательном наблюдении за водным режимом почв во избежание образования верховодки. Черноземы степных понижений выщелоченные и слабо оподзоленные не засолены: хлор и SO<sub>4</sub> практически отсутствуют; щелочность обусловлена преимущественно бикарбонатами щелочно-земельных металлов.

Небольшие пятна выщелоченных и слабо оподзоленных черноземов, занимающие отрицательные элементы рельефа, должны быть спланированы. Сравнительно крупные площади этих почв, имеющие самостоятельные контуры в западной части массива, необходимо выделить в отдельную поливную карту, где планировка должна быть проведена внутри самого контура. Хотя поглощающий комплекс этих почв содержит значительное количество катионов кальция и магния, но для предохранения от дальнейшего разрушения поглощающего комплекса почвы эти, возможно, придется известковать. Дозировка извести должна устанавливаться при освоении.

Необходимо внесение минеральных удобрений.

Сравнительно близкое к поверхности залегание грунтовых вод в контурах подрайона IIА<sup>б</sup> представляет серьезную опасность заболачивания;

поэтому необходимо тщательное наблюдение за их уровнем.

Ко вторым IIА<sup>в</sup> занимают площадь по обеим сторонам р. Грачевки на надпойменных террасах. Почвенный покров аналогичен почвам контура IIА<sup>б</sup> (но средне- и легкосуглинистого механического состава): черноземы обыкновенные террасовые средней мощности, а также черноземы степных понижений выщелоченные и слабо оподзоленные (10—15% от площади контура).

Среднесуглинистые черноземы обыкновенные террасовые средней мощности содержат 4,5—5% гумуса с глубоким проникновением его вниз по профилю. Валового фосфора около 3,5 т/га, в том числе усвоемого около 8%. Поглощенных кальция и магния — около 36 м-экв. Содержание физической глины — от 30 до 40%, причем на долю илистой фракции приходится около 10%.

Вследствие более легкого механического состава, эти черноземы по своему качеству стоят ниже тяжелосуглинистых разностей. Однако в орошающем хозяйстве, при надлежащей агротехнике и внесении минеральных удобрений, эти почвы должны обеспечить хорошие урожаи. Водные вытяжки слабо минерализованы: SO<sub>4</sub> отсутствует, хлор обнаруживается в тысячных долях процента (0,002%), щелочность обусловлена бикарбонатами щелочно-земельных металлов.

Площадь этих контуров пригодна под орошение. При орошении необходимо наблюдать за режимом грунтовых вод.

Подрайон IIБ занимает участки надпойменной террасы р. Б. Кинеля, а также на левом берегу среднего течения р. Грачевки.

Уровень грунтовых вод — от 5 до 7 м. При орошении требуются наблюдение за режимом грунтовых вод и гипсование (выборочно). Почвенный покров представлен среднесуглинистыми черноземами террасовыми, их слабосолонцеватыми разностями и черноземами солонцеватыми. Кроме того, встречаются черноземы выщелоченные, оподзоленные, осолождающие и мелкие пятна солонцов (солонцов меньше 5% от общей площади контура).

В подрайоне IIБ, кроме контуров с почвами среднесуглинистыми (IIБ<sup>в</sup>), выделяется еще контур IIБ<sup>б</sup> — с такими же почвами, но тяжелосуглинистыми; в этот контур входит периферия Большемалышевской солонцовой депрессии.

Характеристика черноземов солонцеватых и солонцов с указанием норм гипса дается при описании четвертого района.

Отдельные пятна солонцов требуют выборочного гипсования малыми дозами, вся остальная территория может использоваться под орошаемые культуры без дополнительных мероприятий.

Несколько повышенная здесь минерализация грунтовых вод, а также более высокое их залегание требуют тщательного наблюдения при орошении за водным и солевым режимом почво-грунтов. Особенное внимание в этом отношении должно быть обращено на контур IIБ<sup>б</sup> (периферия Большемалышевской депрессии).

### Третий мелиоративный район

Район под орошение пригоден при условии устройства сбросной сети на всей его площади и гипсования части территории. Район делится на два подрайона — IIIА и IIIБ.

Подрайон IIIА занимает выровненные части первых и пониженные части вторых надпойменных террас рек Кутулуга и Б. Кинеля. Грун-

товые воды находятся на глубине от 3 до 5 м. Необходимо обеспечить всю площадь сбросной сетью.

По механическому составу почвенного покрова этот район разбит на две группы контуров: IIIA<sup>б</sup> — с почвами тяжело- и среднесуглинистыми, IIIA<sup>в</sup> — с почвами средне- и легкосуглинистыми.

Контуры IIIA<sup>б</sup> занимают значительные площади на первых надпойменных террасах Кутулуга и Б. Кинеля. Преобладающей почвенной разностью здесь являются черноземы обыкновенные террасовые тяжело- и среднесуглинистые, маломощные их разности, черноземы степных понижений выщелоченные и слабо оподзоленные, а также аллювиально-делювиальные почвы.

Необходимо отметить, что разности, находящиеся в этих контурах, отличаются от ранее описанных нами черноземов обыкновенных террасовых своим солевым режимом. Близкое залегание грунтовых вод вызвало аккумуляцию сернокислых солей на глубине примерно окончания первого метра, с постепенным нарастанием их вниз по профилю (максимум 0,43% на глубине 185—190 см). Это обстоятельство заставляет считать здесь предельной глубиной промачивания толщу не больше 80—90 см. Поэтому норма полива тут должна быть соответственно уменьшена.

Слабо пониженные площади, занятые аллювиально-делювиальными почвами, должны быть снивелированы.

Контуры выщелоченных и слабо оподзоленных черноземов в западной части массива должны быть выделены в особые поливные карты, на которых требуется планировка внутри контуров. При орошении не исключено известкование. По данным П. А. Летунова, почвы эти потребуют около 4—5 т/га CaCO<sub>3</sub> или около 6 т/га дефикационной грязи. Мы все же считаем, что дозировки извести должны быть установлены при освоении.

Контур IIIA<sup>в</sup> находится в пределах зоны машинного орошения. Он расположен на склонах к Сухой Речке, севернее с. Филипповки. Почвы — средне- и легкосуглинистые черноземы обыкновенные и маломощные их разности. Близкое залегание грунтовых вод обусловило аккумуляцию сернокислых солей в конце первого метра, поэтому глубина промачивания может быть здесь принята не более 90 см.

Подрайон IIIB — отдельные участки первых надпойменных террас рек Кутулуга и Б. Кинеля и пониженные части второй надпойменной террасы Кутулуга. Уровень грунтовых вод — на глубине от 3 до 5 м. Требуется обеспечение сбросной сетью и гипсование малыми дозами. Основной почвенный фон представлен черноземами обыкновенными террасовыми слабосолонцеватыми. В комплексе с ними находятся черноземы солонцеватые, аллювиально-делювиальные почвы, черноземы обыкновенные террасовые, черноземы степных понижений выщелоченные и слабо оподзоленные, а также мелкие пятна солонцов.

По механическому составу почвы этого подрайона тяжело- и среднесуглинистые, в западной части встречаются также и глинистые разности.

Солонцеватые черноземы террасовые характеризуются следующими показателями:

- 1) комковатая или зернисто-комковатая структура горизонта A, комковато-призмовидная, иногда ореховато-глыбистая структура подгоризонтов B<sub>1</sub> и B<sub>2</sub>;
- 2) значительное уплотнение в подгоризонтах B<sub>1</sub> и B<sub>2</sub>;
- 3) трещиноватость в верхней части профиля;
- 4) в нижней части горизонта A и в начале горизонта B — передко кремневая присыпка (осоледование);
- 5) иногда сверху наблюдается аллювиально-делювиальный намыв.

Содержание гумуса достигает 7—12%; проникновение гумуса по профилю глубокое вследствие наблюдающейся здесь щелочной реакции. Для этих почвенных разностей характерен тяжелый механический состав — от 55 до 63% физической глины. В иллювиальном горизонте наблюдается накопление илистой фракции.

Двухметровая толща этих почв не засолена — сухой остаток не превышает 0,13%. В поглощающем комплексе значительную долю занимает поглощенный натрий — иногда около 20% всей емкости поглощения. Высчитанная по количеству поглощенного натрия потребность в гипсе в разрезе 3 для слоя в 16 см — 4,69 т/га, для слоя в 25 см — 9,7 т/га и в разрезе 130 для слоя в 25 см — 5,36 т/га.

Поскольку нет необходимости заменять поглощенный натрий полностью кальцием, так как некоторую часть кальция почва получит вместе с поливными водами, можно принять для этих территорий норму в 5 т гипса на гектар. При такой дозировке гипсование можно проводить без промывок, так как удаление сернокислого натрия будет достигаться обычными поливами.

По физическим свойствам солонцеватые террасовые черноземы менее благоприятны, нежели черноземы обыкновенные слабосолонцеватые. В случае поднятия уровня грунтовых вод здесь возможно интенсивное заболачивание. Поэтому при поливе здесь обязателен отвод избыточных вод. Норма полива должна применяться минимальная.

#### Четвертый мелиоративный район

Район нуждается в коренной мелиорации. Необходимо устройство дренажа и гипсование с промывками на большей части площади.

Район делится на два подрайона — IVA и IVB.

Подрайон IVA входит пониженные части первой надпойменной террасы Б. Кинеля, местами засоленные. Солонцы занимают от 10 до 30% от общей площади.

Уровень грунтовых вод — от 3 до 7 м (местами подходит к поверхности). Почвы имеют глинистый, а также тяжело- и среднесуглинистый механический состав.

Контур IVA<sup>a</sup> занимает площадь в западной части участка, расположенную между Сухореченской и Большемалышевской солонцовыми депрессиями.

Преобладающая почвенная разность — черноземы солонцеватые. В комплексе с ними: черноземы обыкновенные террасовые слабосолонцеватые, их осоледевающие разности, солонцы — с преобладанием корково-столбчатых, пятна черноземовидных луговых почв, изредка мелкие пятна солонцов-солончаков.

Агромелиоративная характеристика почв, за исключением солонцов и солонцов-солончаков, дана при описании предыдущих районов.

Корково-столбчатые солонцы разбросаны пятнами и почти лишены растительности. Средняя мощность горизонта A — 3 см. Мощность A + B<sub>1</sub> составляет 20 см. Вскапывание в среднем с 20 см. Максимум скопления карбонатов на глубине 40—90 см. Механический состав горизонта A более легкий, нежели подгоризонта B<sub>1</sub>. Подгоризонт B<sub>1</sub> в сухом состоянии отличается чрезвычайной плотностью. Солонцы обладают плохими физическими свойствами — высокой набухаемостью, плохой водопроницаемостью; воздухоемкость их после полива практически равна нулю.

Накопление легкорастворимых солей заметно на глубине 25—30 см; здесь же наблюдается и накопление гипса. Солевой режим этих почв неблагоприятен для растений.

Большая часть поглощающего комплекса насыщена натрием, содержание которого составляет 40—60% от общей емкости поглощения. Солонцеватость возрастает вниз по профилю (в отдельных случаях содержание поглощенного натрия составляет около 90% от емкости).

Для гипсования слоя в 25 см достаточно вносить гипс в количестве 8—15 т/га (Ковда и др., 1950). Для удаления продуктов обмена (сернокислого натрия) потребуются промывки в течение 2—3 лет из расчета 400—500 м<sup>3</sup> на 1 т гипса. Необходимо ввести посев люцерны, донника, со сроком стояния в 3—4 года.

Солонцы-солончаки занимают среднее положение между солонцами и солончаками. Характерные для них показатели:

- 1) мощность горизонта A — 0—1,5 см, A + B — около 10—15 см;
- 2) уплотнение в горизонте B;
- 3) скопление карбонатов непосредственно под солонцовыми горизонтами;
- 4) следы раскислительных процессов в конце первого метра;
- 5) повышенное вскипание — чаще всего с поверхности;
- 6) хлориды и сульфаты находятся в поверхностном слое, с максимальным скоплением их не глубже 40 см.

Солевой режим не постоянен. Всегда присутствует сода. В верхней части профиля поглощенный натрий занимает до 60% емкости поглощения почвы. Гипсование слоя в 25 см потребует около 8—15 т/га гипса. Промывки необходимы для удаления продуктов обмена и солей, имеющихся в солончаковой части почвы.

Таким образом, контур IVA<sup>a</sup>, несмотря на большой процент хороших почв, не может быть освоен под орошающее земледелие без коренной мелиорации. К тому же высокий уровень залегания минерализованных грунтовых вод представляет большую угрозу как со стороны засоления прилегающих территорий, так и заболачивания их. Отсюда вытекает необходимость устройства дренажной сети. Почвенный покров — тяжелосуглинистый и глинистый.

Контур IVA<sup>b</sup> расположен в западном конце массива. По механическому составу почвенный покров здесь несколько легче, чем в предыдущем контуре, почвы здесь тяжело- и среднесуглинистые. Поскольку состав почв этого контура близок к составу контура IVA<sup>a</sup>, то все рекомендации, указанные нами для последнего, остаются здесь полностью в силе.

Подрайон IVB — засоленные солонцовые депрессии первых и вторых террас рек Б. Кинеля и Кутулуга, а также верховий р. Гравечки и небольшие участки на склонах водораздела в западной половине участка.

Солонцы занимают от 30 до 80% общей площади отдельных контуров. Подрайон состоит из двух групп контуров: IVB<sup>a</sup> — глинистые и тяжелосуглинистые почвенные разности и IVB<sup>b</sup> — тяжело- и среднесуглинистые разности.

Грунтовые воды находятся на уровне от 3 до 5 м (местами подходит к самой поверхности); они засолены.

Основной почвенной разностью являются солонцы с преобладанием корковых; в качестве компонентов почвенного комплекса здесь встречаются все виды почв, описанные в разделе «Засоленные террасовые почвы черноземной полосы Заволжья».

Характеристика основных почвенных разностей, входящих в эти контуры, дана нами выше. Здесь мы остановимся только на солончаковых черноземах, лиманных почвах и глубокостолбчатых солонцах.

Глубокостолбчатые солонцы являются главными компонентами корковых солонцов. От корковых солонцов они отличаются более глубоким залеганием уплотненного горизонта и промытостью верхней части профиля — сравнительно небольшим содержанием легкорастворимых солей. Содержание поглощенного натрия в них составляет 20—40% от общей емкости поглощения. При гипсовании норма гипса может быть снижена по сравнению с рекомендованной выше для корковых солонцов в 1,5—2 раза.

Характерные признаки солончаковых черноземов:

- 1) мощность горизонта A около 25 см, A + B<sub>1</sub> — около 50 см;
- 2) вскипание около 20 см, иногда с поверхности;
- 3) выделения сульфатов отмечаются на глубине ниже 65 см;
- 4) нижняя часть профиля почвы имеет признаки раскислительных процессов.

По механическому составу эти почвы тяжелосуглинистые и глинистые.

Содержание гумуса колеблется в пределах от 4 до 7%. Орошение здесь возможно лишь при условии удаления легкорастворимых солей путем применения промывок. Во избежание потерь питательных веществ и ухудшения физических свойств (осолонцевания) перед промывкой надлежит произвести гипсование.

Лиманные заболоченные почвы занимают наиболее пониженные, замкнутые места с близкими к поверхности (0—3 м) грунтовыми водами. Заболоченность уже сейчас очень сильная, ввиду чего основным мероприятием здесь должен явиться дренаж.

Таким образом, подрайон IVB для освоения потребует наибольших затрат, что ставит под вопрос экономическую целесообразность использования его под орошающее земледелие. Приимая во внимание отсутствие опыта в деле освоения солонцовых комплексов среднего Заволжья, необходимо включить хотя бы часть солонцовых депрессий в орошение, с постановкой соответствующих опытов; данные этих опытов должны быть использованы при орошении больших массивов солонцовых комплексов в производственных условиях. Это тем более важно, что все участки местного стока, за исключением Бузулукского и Якутинского, характеризуются большим содержанием солонцовых комплексов.

#### Пятый мелиоративный район

Район охватывает отдельные участки пойменных террас рек Кутулуга и Б. Кинеля.

Для орошения пригоден выборочно. На большей части площади уровень грунтовых вод выше 3 м. Орошающая площадь должна быть обеспечена сбросной сетью; имеющиеся здесь мелкие пятна солонцов и солонцеватых почв необходимо гипсовать.

Почвенный покров состоит из аллювиальных почв различного механического состава, с преобладанием суглинистых разностей, аллювиальных солонцеватых почв и солонцов (отдельные пятна).

Солонцеватые почвы и солонцы этого района по механическому составу суглинисты; для освоения их под орошающее земледелие необходимо применение мероприятий, рекомендованных нами для аналогичных почв четвертого мелиоративного района (главным образом гипсование с последующими промывками).

В этом районе встречаются как слоистые, так и зернистые аллювиальные почвы. Мощность горизонта А — 25 см. Вспашание наблюдается на глубине 25—60 см; местами оно обнаруживается с поверхности. Выделения карбонатов залегают ниже 25 см, в виде точек и прожилок. Вследствие близкого залегания грунтовых вод, обычно на 150 см и ближе от поверхности, здесь имеет место оглеение. Механический состав неоднороден. Содержание гумуса 3—5%. Для слоистых разностей, имеющих наибольшее распространение, характерной чертой является большая пестрота окраски, также механического состава отдельных слоев. Аллювиальные почвы не солонцеваты.

Сплошное использование района под орошение невозможно ввиду наличия старин, болот и гривок.

Выборочно же площадь эта может быть использована под орошающиеся огородные и бахчевые культуры, при условии устройства сбросной сети и выборочного гипсования солонцов и солонцеватых почв.

В изложении, относящемся к почвенно-мелиоративному районированию, взятому в основном из нашей совместной с Н. Н. Никаноровой работы, мы руководствовались показателями, полученными до орошения Кутулукского массива.

О происшедшем в почвах изменениях будет сказано ниже.

#### IV. КУТУЛУКСКАЯ ОПЫТНАЯ ТЕРРИТОРИЯ

Главным злом в орошающем земледелии, как показывает практика, являются процессы заболачивания и засоления, происходящие вследствие подъема грунтовых вод, поднятия по капиллярам солей и накопления их в корнеобитаемом слое почвы.

В почвенно-гидрогеологическом отношении Кутулукская система орошения — одна из наиболее сложных систем в среднем Заволжье. Именно на таком объекте и надлежит разрешать ряд важнейших теоретических вопросов для того, чтобы хорошо управлять системой и правильно эксплуатировать орошаемые площади.

Для всестороннего изучения почв и проведения опытных работ экспедицией Почвенного института Академии Наук СССР в 1940 г. на Кутулукском орошающем массиве был выбран наиболее типичный участок. На этом участке, получившем наименование «Кутулукская опытная территория», и была сосредоточена большая часть исследовательских работ. Мною была произведена почвенная съемка опытной территории в масштабе 1 : 10 000, а также съемка в масштабе 1 : 1000 и 1 : 5000 трех мелких участков, намеченных для устройства опытных полей.

Весь Кутулукский массив орошения в целом в почвенном и гидрогеологическом отношении уже достаточно охарактеризован нами в предыдущих главах настоящей работы. Здесь рассмотрим данные, полученные нами при детальной почвенной съемке опытной территории и выделенных на ней опытных полей, а также результаты некоторых дополнительных исследований по вопросу об эволюции террасовых почв; остановимся также и на материалах исследований прежних лет, которые относятся непосредственно к опытной территории.

#### Естественно-исторические особенности опытной территории

Географическое положение границы опытной территории и ее использование. Опытная территория Кутулукского массива орошения расположена на левом берегу Кутулука, между селениями Тростянкой и Куту-

луком. Длина этой территории около 6 км, ширина — около 4,5 км. Общая площадь составляет примерно 2700 га.

На севере опытная территория ограничивается крутым уступом, представляющим переход первой надпойменной террасы Кутулука в спорадически затапливаемую пойму; на юге — километровой межой, проходящей с запада на восток метров на 350 южнее сел. Тростянки, на востоке — р. Тростянкой; границей опытной территории на западе служит довольно глубоко врезанный овраг Крутенький.

Таким образом, с одной стороны р. Тростянка, с другой — глубокий овраг Крутенький как бы выделяют опытную территорию в небольшой самостоятельный естественно-исторический район.

За исключением обширной депрессии близ сел. Кутулука, а также склонов к р. Тростянке, занятых комплексным солонцовым почвенным покровом, вся остальная часть опытной территории находится под пашней; здесь производится посев главным образом зерновых культур. Пахотный слой распылен, обессструктурен; поля сильно засорены. Из сорняков наиболее распространены осот татарский, проснянка и вьюнок полевой.

Кутулукская депрессия и склоны, прилегающие к р. Тростянке, представляют собой целинные участки, непригодные для возделывания сельскохозяйственных культур без предварительной коренной мелиоративной переделки; они используются в настоящее время под выгон.

По сведениям, полученным от старожилов, Кутулукская депрессия вышла из-под воды всего около 60 лет назад. Раньше она представляла собой довольно обширное озеро-болото, почти округлой формы, поросшее по краям камышом и осокой. Сплошное зеркало воды покрывало тогда почти всю площадь, находящуюся в настоящее время под выгоном (около 300—350 га). В связи с понижением местного базиса эрозии, сопровождавшимся сильным размывом устьевой части оврага Крутеньского с углублением его русла и русел впадающих в него боковых лощинок, поверхность вода постепенно освободила депрессию. В настоящее время овраг Крутенький с целой системой лощинок является естественной дрепой, довольно быстро удаляющей с депрессии поверхностные воды; овраг влияет также и на уровень грунтовых вод, постепенно снижая его по мере углубления своего русла.

Из растений здесь наиболее распространены: *Agropyrum ramosum*, *Festuca sulcata*, *Stipa capillata*, *Artemisia austriaca*, *A. maritima*, *A. scoparia*, *Kochia prostrata*, *Statice Gmelini*, *Nostoc commune* и др.

Густота травостоя и степень распространения того или иного вида растений на различных местах депрессии неодинаковы, они находятся в прямой связи с почвенным покровом. Хороший травостоя бывает лишь в начале лета; травы сильно выбиваются скотом, частично же выгорают от недостатка влаги; к осени растительный покров становится изреженным и чахлым.

Геоморфология и рельеф. Обследованная опытная территория расположена преимущественно на первой и второй надпойменных террасах Кутулука и сравнительно небольшой своей частью захватывает на юге третью террасу — склоны водораздела рек Самарки и Кутулука. Граница между третьей и второй надпойменными террасами здесь проходит примерно по 70-й горизонтали; нижняя граница второй надпойменной террасы выражена слабо; первая же надпойменная терраса, напротив, имеет здесь ярко выраженный переход к пойменной террасе, образуя крутой уступ высотой больше 5 м.

Третья надпойменная терраса представляет собой систему мелких увалов и лощинок со склоном на северо-северо-восток. Местность здесь

Таблица 83

## Анализ грунтовых вод

Местоположение скважин и разрезов	Сухой остаток, мг/л	от норм. карбонатов в $\text{CO}_3^{2-}$	Щелоч				
			Общая в $\text{HCO}_3^-$ ,		от бикарбона		
			мг/л	м-экв.	щелочн. металлов	мг/л	м-экв.
Скважина № 5. Верхнее опытное поле; третья надпойменная терраса. Грунт. вода 680 см	280	Нет	277	4,55	29	0,47	
Разрез № 2. Среднее опытное поле; вторая надпойменная терраса. Грунт. вода 550 см	335	»	368	6,03	100	1,64	
Скважина № 4. Среднее опытное поле; первая надпойменная терраса. Грунт. вода 462 см	—	»	390	6,40	145	2,38	
Скважина № 3. Нижнее опытное поле; первая надпойменная терраса. Грунт. вода 480 см	325	»	381	6,24	171	2,80	
Разрез № 7. Пойма р. Тростянки. Грунт. вода 175 см	590	»	329	5,39	35	0,58	
Скважина № 1. Кутулукская солонцовая депрессия. Грунт. вода 270 см	375	»	381	6,24	145	2,38	
Скважина № 2. Кутулукская солонцовая депрессия. Грунт. вода 285 см	—	»	90	1,48	42	0,69	
Разрез № 1. Кутулукская солонцовая депрессия. Грунт. вода 290 см	545	»	513	8,41	226	3,70	

имеет значительный уклон, выражющийся величиной около 0,01 (10 м на 1 км), с колебаниями от 0,005 до 0,017.

Вторая надпойменная терраса Кутулука здесь, как и на всем массиве орошения, представляет более спокойный северный склон. Уклон местности колеблется в пределах 0,003—0,006. Склон этот состоит из ряда довольно широких увалов, чередующихся с плоскими лощинами, имеющими северо-северо-восточное направление. Наиболее слабый уклон местности наблюдается на первой надпойменной террасе.

Микрорельеф на третьей надпойменной террасе не выражен; на второй и первой террасах он выражен слабо; изредка встречаются небольшие бугорки, лощинки и мелкие замкнутые понижения. Однако на Кутулукской солонцовой депрессии и на территории, прилегающей к р. Тростянке, микрорельеф выражен настолько резко, что здесь трудно встретить даже небольшую ровную площадку; вся поверхность покрыта множеством небольших бугорков, увальчиков, лощинок и замкнутых понижений самой разнообразной формы; кроме того, местами, особенно на склонах к р. Тростянке, можно наблюдать сильно кочковатые участки.

Грунтовые воды. Уровень грунтовых вод на опытной территории колеблется в широких пределах. На третьей надпойменной террасе он находится ниже 10 м от поверхности; на второй надпойменной террасе, выше маги-

(1940 г., август)

ность тов в $\text{HCO}_3^-$	Щелочн. земель		Cl'		$\text{SO}_4^{2-}$		Ca''		Mg''	
	щелочн. земель	мг/л	м-экв.	мг/л	м-экв.	мг/л	м-экв.	мг/л	м-экв.	мг/л
248	4,08	6,3	0,18	26,0	0,55	78,4	3,92	11,0	0,89	
268	4,39	6,3	0,18	26,0	0,55	64,5	3,23	30,0	2,47	
245	4,02	6,3	0,18	13,0	0,27	—	—	—	—	
210	3,44	7,8	0,22	21,4	0,45	46,4	2,32	24,0	2,01	
294	4,81	25,3	0,71	189,0	3,94	100,0	5,00	43,7	3,59	
236	3,86	7,8	0,22	57,5	1,20	52,8	2,64	31,0	2,55	
48	0,79	98,0	2,77	78,8	1,64	—	—	—	—	
287	4,71	7,8	0,22	92,0	1,92	6,02	3,01	29,7	2,44	

стрального канала, — на глубине 5—10 м; на первой надпойменной террасе, находящейся в зоне командинования магистрального канала самотечного орошения, уровень грунтовых вод до орошения колебался в пределах 4,5—5 м, а в Кутулукской депрессии и в долине р. Тростянки находился примерно на глубине 3 м (270—290 см).

Самые пресные грунтовые воды (табл. 83) находятся на высоких частях территории — на третьей надпойменной террасе. Так, в скважине № 5, заложенной в самом конце третьей террасы, вернее, на контакте второй и третьей террас Кутулука, величина сухого остатка составляет 280 мг в 1 л воды,  $\text{SO}_4^{2-}$  — 26 мг/л, хлор — 6,3 мг/л; щелочность обусловлена преимущественно бикарбонатами щелочно-земельных металлов. Несколько большую минерализацию и иной состав имеют грунтовые воды в нижнем конце второй, а также в пределах первой надпойменных террас. Здесь, в разрезе 2 (скв. № 3 и скв. № 4), сухой остаток составляет 325—335 мг/л; хотя хлориды и сульфаты находятся в весьма малых количествах, но общая щелочность здесь выше, чем в воде верхней террасы, причем значительная часть ее (от 35 до 45%) приходится на долю щелочных металлов. Грунтовые воды Кутулукской депрессии, а также в пойме р. Тростянки (скв. № 1, скв. № 2, разрезы 1 и 7) минерализованы наиболее сильно. Соотношение солей различно: в пойме р. Тростянки (разр. 7) грунтовые

## Анализ грунтовых вод на Кутулукской

№ разреза	Название почвы и глубина грунтовой воды, см	Сухой остаток, г/л	Остаток при прокаливании, г/л	Щ е		Щ а в $\text{HCO}_3^-$	
				от нормы карбонатов в $\text{CO}_3^{2-}$ , г/л	общая в $\text{HCO}_3^-$ , м-экв.		
3044	Чернозем обыкновенный террасовый. Грунт. вода 135 см . . . . .	0,490	0,305	Нет	0,490	8,03	
3012	Лиманная заболоченная почва. Грунт. вода 122 см . . . . .	0,840	0,556	»	0,702	11,51	
3022Д	Черноземоидная луговая почва. Грунт. вода 137 см . . . . .	0,931	0,698	»	0,634	10,39	
2008	Солонец корково-столбчатый. Грунт. вода 142 см . . . . .	0,959	0,800	»	0,819	13,43	
2009	Солонец корково-глыбистый. Грунт. вода 124 см . . . . .	0,594	0,504	»	0,524	8,59	
2010	Солонец глубокостолбчатый. Грунт. вода 170 см . . . . .	0,625	0,418	»	0,530	8,69	
2011	Солонец корково-крупноглыбистый. Грунт. вода 126 см . . . . .	1,050	0,926	»	0,678	11,11	
2013	Такыровидный солонец-солончак. Грунт. вода 168 см . . . . .	0,682	0,527	»	0,439	7,19	

воды имеют наибольший сухой остаток — 590 мг/л, состоящий преимущественно из сульфатов и бикарбонатов щелочных земель. В грунтовых водах Кутулукской депрессии щелочность обусловлена присутствием как щелочных, так и щелочно-земельных металлов, иногда почти в равных количествах; наблюдается заметное количество сульфатов, а иногда (скв. № 2) и хлоридов.

Таким образом, хотя грунтовые воды на данной территории и слабо минерализованы, однако степень и характер засоления их неодинаковы в разных местах. В связи с орошением уровень грунтовых вод изменился: изменился также и состав их, на что указывают данные табл. 84.

В 1940 г. во всех указанных пунктах уровень грунтовых вод находился ниже 2 м (270—290 см); в 1947 г., как видно из табл. 84, грунтовые воды поднялись к 122—180 см от поверхности. Если до орошения грунтовые воды в депрессии были засолены несколько сильнее, чем на выровненных склонах террасы (см. табл. 83, скв. № 1, разр. 1), то теперь минерализация их в этих местах стала еще большей.

На периферии солонцовой депрессии под черноземом обыкновенным террасовым грунтовые воды с 460 см в 1940 г. поднялись в 1949 г. до 135 см; высота капиллярного поднятия достигла поверхности (ближко находятся магистральный канал и карьер с водой). Сухой остаток здесь составляет теперь 490 мг/л; общая щелочность повышенная и обусловлена главным образом присутствием бикарбонатов щелочных металлов. Во время взятия пробы для анализа на поверхности почвы видны были налеты белых солей; качественными анализами в пахотном слое почвы были обнаружены хлориды, сульфаты и сода. Очевидно, обогащенные солями грунтовые воды переносят сюда с прилегающих засоленных частей депрессии путем инфильтрации легкорастворимые соли, засоляя тем самым прилегающие к депрессии черноземы.

Таблица 84  
солонцовой депрессии (1947 г., август)

л о ч и н о с т ь				Cl'		$\text{SO}_4^{2-}$		Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>	
от бикарбонатов в $\text{HCO}_3^-$				г/л	м-экв.	г/л	м-экв.	г/л	м-экв.	г/л	м-экв.
щелочн. металлов		щелочно-земельн.		г/л	м-экв.	г/л	м-экв.	г/л	м-экв.	г/л	м-экв.
г/л	м-экв.	г/л	м-экв.	г/л	м-экв.	г/л	м-экв.	г/л	м-экв.	г/л	м-экв.
0,259	4,24	0,231	3,79	0,012	0,33	0,011	0,22	0,036	1,79	0,021	1,72
0,636	10,43	0,066	1,08	0,015	0,42	0,034	0,70	0,020	1,00	0,012	0,98
0,223	3,65	0,411	6,74	0,045	1,26	0,156	3,24	0,054	2,69	0,054	4,44
0,719	11,79	0,100	1,64	0,015	0,42	0,090	1,87	0,025	1,24	0,003	0,24
0,439	7,19	0,085	1,40	0,016	0,45	0,074	1,54	0,016	0,79	0,004	0,32
0,407	6,67	0,123	2,02	0,014	0,39	0,013	0,27	0,028	1,39	0,021	1,72
0,617	10,11	0,061	1,00	0,022	0,62	0,241	5,01	0,012	0,59	0,004	0,32
0,307	5,03	0,132	2,16	0,021	0,59	0,089	1,85	0,017	0,84	0,010	0,82

В связи с подъемом в депрессии грунтовых вод минерализация их возросла: сухой остаток местами составляет уже больше 1 г/л; при этом во всех случаях общая щелочность сильно повысилась за счет бикарбонатов щелочных металлов.

Возникает вопрос: почему с поднятием грунтовых вод возрастает их минерализация, откуда поступают соли, если оросительные воды не минерализованы? Повидимому, соли, находившиеся ранее в подвешенном состоянии выше уровня грунтовых вод, с поднятием последних растворяются и тем самым не только обогащают грунтовую воду, но и мигрируют к периферии депрессии, засоляя прилегающие высокопроизводительные террасовые черноземы.

**Почвообразующие породы.** Почвообразующими породами на опытной территории, как и на всем Кутулукском массиве, являются делювиальные отложения, которыми прикрыт древний аллювий. Делювиальный плащ имеет небольшую мощность, обычно не превышающую 2 м, в большинстве же случаев колеблющуюся в пределах 120—180 см. При этом на высокой, третьей, надпойменной террасе мощность делювиального плаща несколько больше, чем на второй и особенно на первой террасе. По механическому составу делювий третьей террасы здесь представлен главным образом средними суглинками. На второй и первой надпойменных террасах делювиальные отложения сложены преимущественно суглинками тяжелыми илово-пылеватыми, реже здесь встречаются суглинки средние. В северо-западной части опытной территории, близ магистрального канала, в двух местах на поверхность выходит легкие по механическому составу породы — супеси, повидимому, представляющие собой неперекрытые древнейшими аллювиальными отложениями.

**Подстилающие породы.** Как уже было сказано ранее, аллювиальные толщи террас р. Кутулуга в литологическом отношении представляют

весьма пестрый материал. Геолог Л. В. Семенов всю толщу имеющейся здесь аллювия разбивает в литологическом отношении на два горизонта — нижний и верхний. Нижний горизонт, мощностью 4—6 м, состоит из гравелистых песков и супесей; он залегает на сарминских глинах. Верхний горизонт, различной мощности, весьма разнообразен по механическому составу: песчаные слои чередуются в нем со слоями супесей, суглинков и глины. Порядок чередования слоев не менее разнообразен. Как правило, делювиальный чехол резко сменяется легкими породами — песком или супесью; при этом мощность отдельных слоев древнего аллювия колеблется в пределах от нескольких сантиметров до 1,5—2 м и более. В табл. 85 приводим данные механического анализа образцов из скважины № 1 (АН).

Таблица 85

Механический состав грунтовой толщи. Скважина № 1  
(в %)

Глубина взятия образца, см	Гигроскопич. влага	Потери от обраб. НС1	Фракции (диаметры частиц в мм)							Сумма фракций (диаметры частиц в мм)		
			>1,00	1,00—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	<0,01	<0,01 + потери от обраб. НС1	
0—10	2,42	1,33	0,08	22,37	27,24	21,73	2,85	5,45	18,95	27,25	28,58	
30—40	2,44	1,42	0,08	21,83	30,60	18,48	4,48	5,46	17,65	27,59	29,01	
50—60	2,40	1,53	0,07	21,37	32,69	18,96	3,05	3,79	18,54	25,38	26,91	
70—80	2,37	1,39	0,06	20,68	32,56	19,28	3,99	3,83	18,21	26,03	27,42	
90—100	2,32	3,78	0,05	20,66	31,85	20,25	2,11	3,99	17,31	23,41	27,19	
120—140	1,80	5,56	0,02	13,79	40,25	19,87	3,12	1,74	15,65	20,51	26,07	
160—180	1,41	10,72	0,04	26,22	30,30	16,85	2,58	1,77	11,52	15,87	26,59	
200—220	1,57	9,79	0,02	20,54	37,12	14,85	2,83	1,90	12,95	17,68	27,47	
240—260	1,72	8,26	0,34	26,73	30,98	14,99	2,82	0,73	15,15	18,70	26,96	
280—300	2,66	12,30	—	2,44	14,33	41,06	3,18	5,35	21,34	29,87	42,17	
360—380	2,74	11,14	—	1,49	15,08	41,54	2,74	6,21	21,80	30,75	41,89	
400—420	2,37	10,05	—	1,57	18,07	43,30	3,42	3,66	19,93	27,01	37,06	
440—460	2,34	9,07	—	9,86	30,36	22,71	3,34	3,91	20,75	28,00	37,07	
480—500	0,72	2,15	0,72	71,36	15,96	3,22	0,64	1,15	4,80	6,59	8,74	
560—580	1,66	5,12	0,07	31,48	34,18	11,91	2,55	1,78	12,91	17,24	22,36	
600—620	3,23	12,93	—	4,70	10,55	29,02	5,79	10,75	26,26	42,80	55,73	
640—660	3,57	5,57	—	1,26	9,09	40,65	7,45	9,06	26,92	43,43	49,00	
680—700	3,69	1,23	—	2,65	13,31	38,30	7,21	9,40	27,90	44,51	45,74	
720—740	2,68	1,27	—	16,33	24,28	27,84	4,57	5,47	20,24	30,28	31,55	
760—770	3,15	1,08	—	8,96	19,84	33,63	5,91	7,05	23,53	36,49	37,57	
770—780	2,16	0,85	—	25,66	28,65	21,98	2,68	3,86	16,32	22,86	23,71	
800—820	2,56	1,08	—	14,66	24,69	29,85	5,67	5,87	18,18	29,72	30,80	
840—860	1,74	1,00	0,03	29,77	31,92	19,49	1,70	2,59	13,50	17,79	18,79	
920—940	2,16	1,41	—	19,76	33,22	21,33	3,98	4,14	16,16	24,28	25,69	
960—980	2,73	1,15	—	12,54	16,14	36,27	7,07	7,07	19,76	33,90	35,05	
1000—1020	3,28	1,47	—	1,57	8,50	44,84	9,12	7,97	26,93	44,02	45,49	
1070—1080	0,90	0,56	0,13	31,83	57,08	3,64	0,60	0,80	5,36	6,76	7,32	

### Почвы Кутулукской опытной территории

Почвенный покров опытной территории Кутулукского массива орошения характеризуется особенностями, присущими только почвам речных долин, как образованиям более молодого возраста по сравнению с водораздельными сыртовыми пространствами.

Наличие на террасах Кутулука солонцеватых разновидностей черноземов, а главное, наблюдающиеся здесь многочисленные варианты перехода черноземовидных луговых почв в черноземы лишний раз подтверждают правильность высказанных нами соображений о генезисе террасовых черноземов.

Придерживаясь изложенных в рабочей гипотезе положений, мы выделяем на опытной территории Кутулукского массива орошение:

- 1) черноземы обыкновенные террасовые;
- 2) черноземы обыкновенные маломощные, слабо эродированные;
- 3) черноземы обыкновенные террасовые с пониженным вскипанием;
- 4) черноземы степных понижений выщелоченные и слабо оподзоленные;
- 5) черноземы обыкновенные террасовые слабосолонцеватые;
- 6) черноземы террасовые солонцеватые;
- 7) черноземы террасовые осолождающие;
- 8) солонцы;
- 9) черноземовидные луговые почвы;
- 10) аллювиальные почвы;
- 11) лиманные заболоченные почвы;
- 12) аллювиально-делювиальные образования.

Считаем необходимым отметить, что изучаемая территория входила в прошлом в состав обширного района свеклосеяния, в котором практиковалась глубокая вспашка (28—30 см) и, по сведениям, полученным от местных жителей-старожилов, вносились удобрение — навоз с известкой. В большей части почвенных разрезов граница прежней глубокой вспашки и теперь еще видна очень отчетливо; в некоторых местах под старопахотным слоем встречаются комочки сохранившейся до сих пор известки.

Приведем средние морфологические показатели по почвам и отметим особенности почв, характерные для описываемой территории, используя при этом дополнительные наблюдения и аналитические данные, полученные за последние годы работы.

Черноземы обыкновенные имеют здесь наибольшее распространение. Мощность горизонта А равна в среднем 29 см с колебаниями от 25 до 36 см; А + В<sub>1</sub> составляет 52 см. Линия вскипания находится в среднем на глубине 51 см; колеблется она в пределах 24—75 см. Выделения карбонатов наблюдаются на глубине 50—90 см; наибольшее их скопление находится в пределах 85—105 см. По механическому составу развивающиеся здесь черноземы обыкновенные террасовые представляют преимущественно тяжелые суглиники, иловато-пылеватые; лишь в северо-западной части выделяются два небольших участка с черноземами легкосуглинистыми и супесчаными. Анализы механического состава приводятся в работе Е. И. Кочериной, помещенной в настоящем томе.

Согласно имеющимся аналитическим данным, черноземы эти содержат от 5,5 до 7% гумуса; двухметровая толща почти свободна от легкорастворимых солей, так как сухой остаток обычно не превышает 0,5%, чаще всего колеблется в пределах 0,1—0,2%; ни хлориды, ни сульфаты в двухметровой толще не обнаруживаются; лишь иногда улавливается хлор, но только в тысячных долях процента или в таких количествах, что можно говорить только о его «следах»; содержание SO<sub>4</sub> редко превышает 0,1%.

Поглощающий комплекс этих черноземов насыщен щелочно-земельными катионами. Сумма поглощенных кальция и магния в горизонте А составляет 38—52 м-экв. (табл. 86).

Значительное содержание гумуса и глубокое проникновение его, комковатая с зернистостью структура, достаточный запас питательных веществ, насыщенность поглощающего комплекса щелочно-земельными

Таблица 86

Содержание поглощенных кальция и магния в черноземах обыкновенных террасовых  
(метод Гедройца)

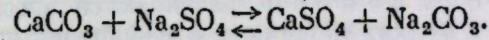
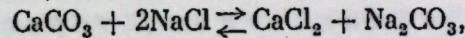
№ разреза	Горизонт и глубина взятия образца, см	Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>		Ca + Mg, м-экв.
		%	м-экв.	%	м-экв.	
97	A <sub>п</sub> 5—10	0,600	30,0	0,1024	8,5	38,5
	A <sub>1</sub> 20—25	0,558	27,9	0,629	5,24	33,14
	B <sub>1</sub> 36—40	0,432	21,6	0,1134	9,45	31,05
3069	A <sub>п</sub> 0—5	0,76	38,0	0,17	14,17	52,17
	A <sub>1</sub> 20—25	0,76	38,0	0,18	15,0	53,00
	B <sub>1</sub> 55—60	0,65	32,5	0,16	13,33	45,83
73	A <sub>п</sub> 0—5	0,632	31,05	0,166	13,8	45,3
	B <sub>1</sub> 31—36	0,508	25,4	0,106	8,8	34,2

катионами, большая влагоемкость — все это указывает на хорошие агрономические свойства черноземов обыкновенных террасовых.

Однако на первой надпойменной террасе, в местах, связанных посредством небольших лопинок с засоленными солонцовыми участками, в этих черноземах иногда обнаруживается присутствие заметных количеств солей. В табл. 87 мы приводим данные анализа водных вытяжек из образцов описываемых черноземов. Оба разреза заложены на первой надпойменной террасе Кутулука, на широком, слегка пониженном месте, пере-

ходящем в лощину, имеющую прямую связь с Кутулукской солонцовой депрессией. При полевом определении (в начале октября) почвы эти отнесены к черноземам с признаками вторичного засоления, так как в отдельных местах подгоризонта B<sub>1</sub>, выше линии сплошного вскипания, обнаружены вскипающие от кислоты скопления солей в виде тонких жилочек или небольших белых точек.

Шелочные металлы занимают в составе водных вытяжек видное место; общая щелочность повышенная, особенно в разрезе 263; реакция почвенного раствора даже в пахотном бескарбонатном слое сдвигается в сторону щелочного интервала; в разрезе 243 по всему профилю обнаруживается хлор в заметных количествах (0,03—0,05%). Все это с несомненностью указывает на то, что здесь имеет место поднятие солей из грунтовых вод. Хотя полевыми качественными определениями, а также количественными определениями в лаборатории не удалось уловить присутствие соды в этих почвах, однако образование ее, при прохождении через карбонатные слои грунта растворов хлористого или сернокислого натрия, в этих условиях весьма вероятно. Оно может происходить по реакциям:



«Осеннее-зимне-весенне промывание, — указывает В. А. Ковда, — будет частью направлять реакции обратно, частью высосить в грунтовые воды растворимую и наиболее подвижную часть продуктов реакции».

Является ли поднятие солей к поверхностным слоям почвы следствием того или иного изменения гидрологического режима, произшедшего в недавнее время, или же в этом случае соли поднимаются и опускаются

Таблица 87

## чernоземов обыкновенных террасовых

## Анализ водных вытяжек и рН чер-

№ разреза	Горизонт и глубина взятия образца, см	рН электрометрич.		Единица измерения	Гигроскопич. влага	Сухой остаток
		H <sub>2</sub> O	KCl			
263	A <sub>п</sub> 5—10	7,99	7,15	% м-экв.	6,50	0,084
	B <sub>1</sub> 30—35	8,03	7,54	% м-экв.	6,70	0,167
	B <sub>3</sub> 60—65	8,05	7,96	% м-экв.	7,75	0,184
	C 100—110	—	—	% м-экв.	7,35	0,183
	D 180—190	—	—	% м-экв.	7,10	0,081
243	A <sub>п</sub> 5—10	7,31	6,95	% м-экв.	5,88	0,058
	B <sub>1</sub> 35—40	8,05	7,19	% м-экв.	6,85	0,082
	C 90—100	8,53	7,83	% м-экв.	3,07	0,064

Остаток при прокаливании	Воднорастворимый гумус	Сода в CO <sub>3</sub> <sup>++</sup>	Общая щелочность в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na + K по разности
0,026	0,007	Нет	0,060 0,98	Нет	Нет	0,009 0,45	0,003 0,25	0,28
0,081	0,010	»	0,103 1,69	»	»	0,006 0,30	0,006 0,50	0,89
0,145	0,008	»	0,149 2,44	Следы	»	0,007 0,35	0,004 0,33	0,76
0,119	0,007	»	0,155 2,54	»	»	0,009 0,45	0,008 0,67	1,42
0,048	0,006	»	0,063 1,03	»	»	0,012 0,60	0,004 0,33	0,10
0,014	0,011	»	0,035 0,57	Нет	0,025 0,71	0,010 0,50	0,003 0,25	0,52
0,017	0,009	»	0,049 0,80	»	0,036 1,02	0,009 0,45	0,004 0,33	1,03
0,025	0,005	»	0,076 1,25	»	0,052 1,47	0,006 0,30	0,005 0,42	2,00

ежегодно в результате сезонного колебания уровня грунтовых вод — этот вопрос пока остается открытым.

Таким образом, если черноземы обыкновенные второй и третьей надпойменных террас Кутулука являются вполне остеиненными образованиями, в которых грунтовые воды уже давно утеряли свое значение для почвообразовательного процесса, то о черноземах первой надпойменной террасы этого сказать никак нельзя. Напротив, приведенные нами выше данные анализа водных вытяжек и такие же данные, приводившиеся в наших прежних работах, показывают, что в отдельных местах черноземы первой надпойменной террасы еще до настоящего времени сохраняют признаки недавнего, повидимому, влияния грунтовых вод.

Черноземы обыкновенные маломощные, слабо эродированные расположены здесь, так же как и на всем массиве орошения, преимущественно на склонах третьей надпойменной террасы, которая имеет тут довольно большие уклоны — около 0,01, местами же больше 0,015. Эродированные черноземы встречаются также и на второй надпойменной террасе, где они занимают наиболее повышенные места на узких увальчиках.

Черноземы обыкновенные террасовые с понижением вскипанием развиваются здесь, как и на всем массиве орошения, в мелких лощинах и небольших замкнутых понижениях. По мощности гумусированного слоя и по интенсивности его окраски эти черноземы близки к черноземам обыкновенным террасовым, развивающимся в плакорных условиях. Однако более глубокое залегание карбонатов, красноватые тона в подгоризонте  $B_2$ , а иногда и легкий сизоватый оттенок в верхней части почвенного профиля служат указанием на то, что в коллоидной части этих почв имеет место выщелачивание — начальная стадия разрушения почвенного поглощающего комплекса.

Выщелоченные и слабо оподзоленные черноземы степных понижений. Более ярко процесс разрушения почвенного поглощающего комплекса выражен у черноземов, находящихся в более глубоких лощинах и замкнутых понижениях с большой водосборной площадью. В таких местах находятся почвы, названные нами черноземами степных понижений выщелоченными и слабо оподзоленными.

Мощность горизонта A в этих почвах варьирует в широких пределах — от 22 до 40 см, в зависимости от характера понижений. В замкнутых понижениях, а также в широких плоских лощинах со слабым спокойным стоком происходит постепенное парашивание гумусового слоя; механический состав почв в таких местах обычно несколько тяжелее, чем в окружающих почвах склонов. Напротив, в лощинах с заметным уклоном, где поверхностные воды стекают быстрее, наблюдается уменьшение поверхностного слоя почвы вследствие смыва.

Отсюда, естественно, и мощность A +  $B_1$  также варьирует в широких пределах — от 39 до 65 см, составляя в среднем 51 см. Линия вскипания и скопление карбонатов кальция, как правило, опущены ниже 100 см; иногда вскипание не обнаруживается в пределах двухметровой толщи. Низко опущенная линия вскипания, глубокое залегание видимых карбонатов, появление при подсыхании верхней части профиля легкой седоватости, наличие красноватых тонов в подгоризонте  $B_2$  (или в  $B_3$ ), уплотненность всего горизонта B с заметным выделением здесь кремнезема по граням структурных отдельностей составляют характерные признаки этих почв.

Выщелоченные и слабо оподзоленные черноземы степных понижений представляют собой почвы тяжелосуглинистые пылевато-песчаные или же

Таблица 88

Анализ водных вытяжек из образцов выщелоченного чернозема степных понижений. Разрез 3070

Горизонт и глубина взятия образца, см	Сухой остаток, %	Сода, %	Щелочность общая в $\text{HCO}_3^-$		СР'		$\text{SO}_4^{2-}$	
			%	м-экв.	%	м-экв.	%	м-экв.
A 0—5	0,040	Нет	0,032	0,52	—	—	—	—
B <sub>1</sub> 50—55	0,044	»	0,027	0,44	0,001	0,03	0,03	Следы
C 180—185	0,054	»	0,027	0,44	0,001	0,03	0,03	Нет

пылевато-пылеватые, в зависимости от характера лощины или понижения, а также от величины водосборной площади.

Несмотря на то, что верхняя часть профиля этих почв под влиянием дополнительного, частично даже избыточного увлажнения (перераспределение осадков, вызываемое условиями рельефа), несомненно, теряет некоторое количество коллоидных частиц, все же заметного обеднения самой мелкой фракцией в верхних слоях не наблюдается: напротив, в самом поверхности слое нередко замечается даже небольшое увеличение содержания тонких фракций по сравнению с верхней частью горизонта вмывания ( $B_1$ ). Это происходит, повидимому, вследствие постоянного пополнения верхнего слоя тонкими частицами,носимыми с окружающими, выше расположенных территорий. Хотя верхняя часть иллювиального горизонта также получает то или иное количество коллоидных частиц, но и сама она одновременно подвергается разрушению создающимися в этих условиях боковыми токами атмосферных вод; при этом разрушение коллоидных частиц идет здесь значительно быстрей, чем пополнение ими за счет синтеза и механического переноса (вмывания) из вышележащего слоя.

Выщелоченные и слабо оподзоленные черноземы степных понижений представляют собой почвы незасоленные. Они характеризуются преобладанием исходящих токов воды и получают влаги значительно больше, чем окружающие их почвы положительных элементов рельефа. Результаты водных вытяжек (табл. 88) показывают, что сухой остаток во всех случаях не превышает десятой доли процента; щелочности от нормальных карбонатов нет; общая щелочность невелика; легкорастворимые соли обнаруживаются в самых ничтожных количествах — содержание хлора не превышает тысячной доли процента, содержание аниона серной кислоты лишь иногда достигает величины 0,03—0,04%, чаще же встречаются только его «следы» или он совсем отсутствует.

Выщелоченные и слабо оподзоленные черноземы степных понижений обладают мощным почвенным поглощающим комплексом. Сумма поглощенных кальция и магния в верхнем слое чаще всего находится в пределах 40—60 м-экв., снижаясь до 36—38 м-экв. в оподзоленных разностях (табл. 89).

Необходимо учитывать, что некоторая часть почвенного поглощающего комплекса занята другими ионами (водород и алюминий), следовательно, величина поглощающего комплекса этих почв больше, чем сумма поглощенных кальция и магния. На это указывает также и слабокислая реакция

Таблица 89

Содержание поглощенных оснований в выщелоченных и слабо оподзоленных черноземах степных понижений

№ разреза	Горизонт и глубина взятия образца, см	Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>		Ca + Mg м-экв.
		%	м-экв.	%	м-экв.	
72	A <sub>п</sub> 0—5	0,805	40,25	0,167	13,92	54,10
	B <sub>1</sub> 31—36	0,530	26,50	0,088	7,33	33,70
13II	A <sub>п</sub> 5—10	0,641	32,06	0,0665	5,54	37,60
	A <sub>1</sub> 25—30	0,49	24,50	0,057	4,77	29,27

почвенного раствора; при этом, чем ярче выражен морфологический процесс оподзоливания, тем кислее почвенный раствор. Величина pH в выщелоченных и слабо оподзоленных черноземах обычно колеблется в пределах 6,2—5,6, причем самый верхний слой, пахотный, иногда имеет нейтральную или близкую к нейтральной реакцию, что вполне согласуется с происхождением этого слоя.

Обогащение этих почв органическим веществом происходит не только за счет интенсивного развития растительного покрова в данном месте, как достаточно увлажнением, но также и за счет приноса органических остатков с более высоко лежащих территорий. Содержание гумуса сильно колеблется (от 4,5 до 11,5%) в зависимости от величины понижения, его характера и наклона местности (Новиков, 1937). В большинстве же случаев выщелоченные черноземы степных понижений содержат больше гумуса в горизонте A, чем окружающие их черноземы обыкновенные на положительных элементах рельефа.

Распределение гумуса по профилю в выщелоченных и слабо оподзоленных черноземах дает не постепенно спадающую кривую, характерную для черноземов обыкновенных, а, наоборот, здесь всегда наблюдается резкий скачок в сторону уменьшения гумуса (табл. 90).

Таблица 90

Содержание гумуса в выщелоченных черноземах степных понижений

№ разреза	Горизонт и глубина взятия образца, см	Гумус, %	№ разреза	Горизонт и глубина взятия образца, см	Гумус, %
3070	A <sub>п</sub> 0—5	7,50	72	A <sub>п</sub> 0—5	5,14
	A <sub>1</sub> 20—25	6,39		A <sub>1</sub> 25—30	4,56
	A <sub>2</sub> 35—40	3,17		B <sub>1</sub> 31—36	3,47
	B <sub>1</sub> 50—55	1,55		B <sub>1</sub> 50—55	1,51
	B <sub>2</sub> 65—70	0,45		B <sub>2</sub> 75—80	0,72

Выщелоченные и слабо оподзоленные черноземы относятся к почвам незасоленным; они имеют мощный поглощающий комплекс, богаты питательными веществами, как это показано в ряде наших работ, обладают

вполне удовлетворительными водно-физическими свойствами и являются высокопроизводительными почвами.

Однако глубокое залегание карбонатов кальция, наблюдавшаяся уже в настоящее время слабокислая реакция почвенного раствора, наличие кремнеземистой присыпки в элювиальном слое указывают на процесс разрушения алюмосиликатной и органической частей данных почв. При орошении процесс этот, возможно, пойдет еще энергичнее; тогда для предохранения цепи коллоидной части этих почв потребуется известкование их малыми дозами.

Некоторая часть площади, занятая выщелоченными и слабо оподзоленными черноземами степных понижений, подвергается планировке. Спрашивается: целесообразно ли эти высокопроизводительные почвы погребать при планировке местности, не использовав хотя бы самый верхний, наиболее богатый их слой, который может быть временно снят и затем снова возвращен после нивелировки западины? Этот вопрос, по нашему мнению, должен решаться в каждом отдельном конкретном случае в плоскости экономической целесообразности.

Черноземы обыкновенные террасовые слабосолонцеватые встречаются на склонах к р. Тростянке, а также ниже магистрального канала — в местах, прилегающих к солонцовым комплексам. Эти почвы являются более молодыми образованиями по сравнению с несолонцеватыми черноземами повышенных мест. В черноземах, имеющих признаки солонцеватости, средняя мощность горизонта A составляет 25 см, A<sub>1</sub> + B<sub>1</sub> — 49 см; линия вскипания в среднем на 49,3 см, в отдельных случаях она опущена до глубины 73 см, местами же вскипание обнаруживается с поверхности.

Признаки солонцеватости в этих почвах выражены довольно слабо; наблюдаются небольшое уплотнение подгоризонта B<sub>1</sub>, сравнительно грубая угловато-комковатая или же призматическая структура с легким глянцем по граням структурных единиц. В некоторых местах ниже магистрального канала эти почвы несут признаки засоления: близко от поверхности (60 см) обнаруживаются белые соли; при этом нередко в нижней части почвенного профиля наблюдаются раскислительные процессы — окристаллизованные и зеленовато-серые оглеенные пятна.

Таблица 91

Механический состав чернозема террасового солонцеватого. Разрез 82

(в %; анализы в пересчете на высушеннную при 100—105° плавеску; метод пипетки с обработкой HCl)

Горизонт и глубина взятия образца, см	Потеря от обработки HCl, %	Фракции (диаметры частиц в мм)						Сумма фракций (диаметры частиц в мм)		
		>0,25	0,25—0,1	0,05—0,1	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	>0,1	<0,01 + потери от обработки HCl	>0,01
A 0—5	5,1	0	20,3	31,6	4,4	6,8	31,8	43,0	48,1	51,9
B <sub>1</sub> 27—32	13,3	0	7,4	36,1	12,4	5,4	25,4	43,2	56,5	43,5
B <sub>2</sub> 43—48	20,8	0	20,4	19,2	11,8	3,6	24,2	39,6	60,4	39,6
BC 115—120	17,6	0	31,3	20,0	5,1	5,2	20,8	31,1	48,7	51,3

Таблица 92

Анализ водных вытяжек из образцов чернозема террасового солонцеватого. Разрез 82

Горизонт и глубина взятия образца, см	Сухой остаток, %	Остаток при прокаливании, %	Растворимый гумус, %	Щелочность			от норм. натрия в $\text{CO}_2''$			от бикарбонатов в $\text{HCO}_3'$			Cl'			$\text{SO}_4''$		
							общая в $\text{CO}_2''$			Ca + Mg			Na + K			M-экв.		
				%	м-экв.	%	%	м-экв.	%	%	м-экв.	%	%	м-экв.	%	%	м-экв.	
A <sub>0</sub> 0—5	0,114	0,056	0,023	Нет	0,065	1,06	0,044	0,72	0,021	0,34	0,004	0,11	0,002	0,04	0,19	0,009	0,19	
B <sub>1</sub> 27—32	0,253	0,137	0,047	Нет	0,147	2,40	0,035	0,60	0,112	1,80	0,008	0,22	0,017	0,35	0,017	0,017	0,35	
B <sub>2</sub> 43—48	0,225	0,176	0,028	Нет	0,133	2,10	0,053	0,79	0,080	1,31	0,017	0,48	0,012	0,24	0,012	0,014	0,24	
B <sub>3</sub> 115—120	0,057	0,040	0,007	—	0,047	0,77	0,035	0,57	0,012	0,20	0,005	0,14	0,005	0,50	0,005	0,005	0,50	

Черноземы террасовые солонцеватые имеют наибольшее распространение на Кутулукской депрессии и на склонах к р. Тростянке; они залегают здесь на более возвышенных местах и на окраинах депрессии. Солонцеватые черноземы не имеют сплошного широкого распространения. Среди них встречаются слабосолонцеватые черноземы, черноземовидные луговые почвы — небольшими участками — и отдельные пятна солоццов. Местами эти черноземы на глубине около 80 см содержат легкорастворимые соли, в нижней части профиля этих почв (ниже 150 см) иногда наблюдаются признаки заболачивания.

Мощность горизонта A в солонцеватых черноземах колеблется здесь в пределах 20—30 см; A + B<sub>1</sub> составляют в среднем 43,8 см. Они имеют в подгоризонте B<sub>1</sub> грубую глыбистую или же призматическую структуру, заметный глинец по граням структурных отдельностей. Водно-физические свойства этих почв неудовлетворительны, в частности, они обладают плохой водоопроницаемостью. Солонцеватые черноземы нуждаются в изменении их физико-химических свойств и в первую очередь в замене поглощенного натрия кальцием.

Солонцеватые террасовые черноземы по механическому составу представляют собой тяжелосуглинистые пылевато-иловатые почвы (табл. 91). Обращает на себя внимание большое содержание илистых частиц (меньше 0,001 мм); в верхних слоях содержание этой фракции обычно находится в пределах 24—33%; в отдельных местах она составляет более 70% от общего содержания физической глины.

Солонцеватые террасовые черноземы обычно не содержат больших количеств легкорастворимых солей (табл. 92). Сухой остаток, состоящий в основном из бикарбонатов, в отдельных местах достигает больше 0,25%; в самых же верхних слоях сухой остаток составляет около 0,1%. Анион серной кислоты определяется двумя-

тремя сотыми и даже тысячными долями процента. Хлор лишь в одном образце составляет 0,017%, во всех же остальных содержание его не превышает тысячных долей процента.

Однако, несмотря на отсутствие в почвенном профиле солонцеватых черноземов заметных количеств хлоридов и сульфатов, все же солевой профиль этих почв нельзя признать удовлетворительным, так как общая щелочность во всех случаях повышенная; при этом щелочность, вызванная присутствием бикарбонатов щелочных металлов, всегда (кроме самых поверхностных слоев) преобладает над щелочностью, обусловленной щелочноzemельными металлами. Содержание растворимого гумуса в разрезе 82 на глубине 27—32 см достигает почти 0,05%, составляя больше 1% от валового содержания гумуса в этом образце. Кроме того, в солонцеватых черноземах на той или иной глубине почти всегда обнаруживается щелочность от нормальных карбонатов (сода).

К сожалению, мы не располагаем данными в отношении содержания поглощенного натрия в подгоризонте B<sub>1</sub> разреза 82, однако содержание натрия даже в горизонте A указывает на безусловную солонцеватость этой почвы (табл. 93).

Таблица 93

Поглощенный натрий и емкость поглощения солонцеватого чернозема. Разрез 82

Горизонт и глубина взятия образца, см	Поглощенный Na		Емкость поглощения		На в % от емкости поглощения
	%	м-экв.	%	м-экв.	
A <sub>0</sub> 0—5	0,023	1,00	0,679	29,52	3,4
A <sub>1</sub> 19—24	0,046	2,00	0,526	22,87	8,7

Солонцеватые черноземы имеют сравнительно хорошо развитый растительный покров; кроме того, будучи расположены преимущественно на отрицательных элементах рельефа, они получают растительные остатки с окружающих более возвышенных участков. Такое положение приводит к значительному накоплению гумуса в этих почвах; содержание его в верхних слоях почвы колеблется в пределах 5—12%. Повышенное содержание гумуса в самом поверхностном слое, повидимому, обусловлено наличием большого количества мелких полуразложившихся корешков, которые не удается полностью отобрать даже при самом тщательном препарировании образца.

Судя по содержанию усвоемого калия и фосфора (табл. 94), надо полагать, что при орошаемом земледелии здесь потребуется внесение минеральных удобрений; эффективность удобрений может быть выявлена и выражена количественно только после постановки соответствующих опытов в процессе освоения этих почв под орошающее земледелие.

Черноземы террасовые осадковые. Лощины, расположенные среди солонцеватых черноземов или в местах распространения солоццов, заняты почвами, формирующими в условиях несомненного преобладания исходящих токов влаги. Эти почвы по морфологическим признакам весьма близки к ранее описанным нами выщелоченным и слабо оподзоленным черноземам степных понижений.

Таблица 94

Содержание гумуса,  $\text{CO}_2$ , азота, калия и фосфора в солонцеватом черноземе.  
Разрез 82

Горизонт и глубина взятия образца, см	Гумус, %	$\text{CO}_2$ , %	Азот общий, %	Калий усвоимый, по Кирсанову	$\text{P}_2\text{O}_5$ общ.	$\text{P}_2\text{O}_5$ усвоимый
					мг на 100 г почвы	
$A_0$ 0—5	8,89	0,21	0,403	10,4	255	10,5
$A_1$ 19—24	5,08	Не опр.	0,288	Не опр.	170	Не опр.
$B_1$ 27—32	3,96	3,23	—	—	—	—

Черноземы террасовые осоледевающие также богаты гумусом (табл. 95) и профиль их свободен от легкорастворимых солей на глубину до 2 м (табл. 96). Однако при незначительной общей щелочности она все же в большей своей части обусловлена присутствием бикарбонатов щелочных металлов. Непосредственное прилегание к описанным почвам солонцеватых черноземов, черноземов с признаками засоления и пятен солонцов, а также, в отдельных случаях, грубая ореховато-призматическая структура дают основание для выделения этих почв в отдельную самостоятельную классификационную единицу — черноземы осоледевающие, так как имеется основание предполагать, что здесь разрушение коллоидной части почв происходит при участии поглощенного натрия. Эти соображения подтверждаются и некоторыми аналитическими данными, приведенными выше при характеристике почв Кутулукского массива орошения, где показано, что солонцеватые черноземы в зависимости от степени осоледения имеют поглощенного натрия 4,6—20% от емкости поглощения.

Таблица 95

Содержание гумуса в черноземе террасовом осоледевающем.  
Разрез 422-44

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Гумус, %
$A_{II}$	0—10	7,85
$A_1$	15—25	7,76
$B_1$	35—45	5,88
$B_2$	55—65	1,76
$B_C$	90—100	0,89

Кроме того, в этих почвах отмечается явное накопление аморфной кремнилокислоты (табл. 97), что, по мнению К. К. Гедройца, Е. Н. Ивановой и других исследователей, указывает на наличие здесь процесса осоледения, т. е. на разрушение почвенного поглощающего комплекса при участии поглощенного натрия.

Солонцы. Кутулукская депрессия и склоны, прилегающие к пойме р. Тростники, заняты в настоящее время сложным солонцовым почвенным покровом. Как нами указывалось выше, эта территория вышла из-под воды всего лишь лет 60 назад.

Таблица 96

Анализ водной вытяжки по профилю чернозема осоледевающего.  
Разрез 422-44

Горизонт и глубина взятия образца, см	Единицы измерения	Описание	Сухой остаток	Щелочность			$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$	Сумма анионов	Сумма катионов	$\text{K}^+ + \text{Na}^+$ по растворимости
				от норм. наработки в $\text{CO}_2$	общая в $\text{HCO}_3^-$	частная в $\text{HCO}_3^-$							
$A_{II}$ 0—10	% м-экв.	0,022 0,093	Нет	0,018 0,28	0,014 0,23	0,004 0,07	Следы	0,014 0,29	0,006 0,30	0,002 0,17	0,58	0,47	0,12
$B_1$ 35—45	% м-экв.	0,015 0,075	»	0,007 0,11	0,006 0,10	0,001 0,02	»	0,011 0,23	0,003 0,15	0,002 0,17	0,35	0,32	0,03
$B_C$ 90—100	% м-экв.	0,011 0,076	»	0,035 0,57	0,019 0,31	0,016 0,26	»	0,007 0,15	0,012 0,60	0,002 0,17	0,72	0,77	—
$D$ 200—210	% м-экв.	0,010 0,055	»	0,021 0,34	0,014 0,23	0,007 0,11	»	0,005 0,10	0,009 0,45	0,001 0,08	0,44	0,53	—

Таблица 97

Содержание кремнилокислоты и алюминия в 5%-ной КОН-вытяжке из чернозема террасового осоледевающего. Разрез 422-44

Горизонт и глубина взятия образца, см	Аморфная $\text{SiO}_2$		$\text{Al}_2\text{O}_3$		$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ , %	Избыток $\text{SiO}_2$
	%	м-экв.	%	м-экв.		
$A_{II}$ 0—10	2,050	68,33	0,348	10,24	0,773	1,640
$A_1$ 15—25	2,214	73,80	0,400	11,76	0,888	1,744
$B_1$ 35—45	1,518	50,60	0,396	11,65	0,879	1,052
$B_2$ 55—65	1,445	48,17	0,247	7,26	0,548	1,154

Кутулукская депрессия имеет почти окружную форму, рассечена лопицами и оврагами. Эти овраги представляют естественные дрены, отводящие поверхностные воды в р. Кутулук.

На дне лопин минерализованные грунтовые воды до орошения встречались на глубине 1—1,5 см, на вырытых же местах депрессии эти воды двухметровыми разрезами нигде не были обнаружены.

Почвенный покров здесь очень пестрый, причем в центральной части описываемой депрессии представлен преимущественно солонцами. По направлению к окраинам депрессии, с увеличением абсолютных высот местности, площадь, занятая солонцами, уменьшается.

По нашим наблюдениям, в распределении почвенных комплексов на Кутулукской депрессии имеется определенная закономерность, обусловленная, повидимому, ее прежним гидрологическим состоянием. Периферия депрессии занята солонцеватыми и засоленными террасовыми черноземами. За ними, по направлению к центру депрессии, почти сплошным кольцом ее охватывают более молодые, по сравнению с черноземами,

образования — так называемые черноземовидные луговые почвы, а также небольшие пятна солонцов и солонцеватых черноземов. Еще несколько ниже по абсолютным отметкам следует полоса преобладания солонцов, которая повторяется еще два раза, чередуясь с полосами преобладания черноземовидных луговых почв. Таким образом, депрессия в целом представляет собой как бы ряд концентрических кругов, в которых преобладают то солонцы, то черноземовидные луговые почвы. Очевидно, полосы, в которых в настоящее время преобладают солонцы, освободившись в свое время из-под воды, усиленно обогащались легкорастворимыми солями вследствие инфильтрации засоленных вод депрессии. Повидимому, выход Кутулукской депрессии из-под воды происходил отдельными этапами, связанными с периодами углубления оврага Крутенского, служившего естественной дреной.

Солонцы в пределах обследованной нами территории расположены ниже зоны магистрального канала самотечного орошения. Наибольшее распространение они получили на Кутулукской депрессии и на склонах, прилегающих к р. Тростянке.

Структура этих солонцов преимущественно столбчатая и глыбистая. По глубине залегания уплотненного горизонта можно наблюдать солонцы всех трех видов — корковые, средние и глубокие. Наибольшее распространение имеют корковые солонцы; при этом пятна, почти лишенные растительности или совсем голые, представлены корково-глыбистыми солонцами; уплотненный элювиальный горизонт в таких местах залегает на глубине не более 2 см; чаще же всего уплотненный горизонт начинается с поверхности. Пятна с изреженным растительным покровом представлены корково-столбчатыми солонцами, в них надстолбчатый слой составляет уже от 2 до 5 см. Солонцы с более глубоким залеганием уплотненного горизонта имеют здесь почти всегда столбчатую структуру в подгоризонте В<sub>1</sub>.

Кроме указанных солонцов, здесь встречаются также та́кыровидные солонцы — солончаки. Небольшие пятна этих почв резко выделяются на фоне растительности своей желтовато-белой выровненной, совершенной голой поверхностью.

С поверхности эти почвы покрыты тонкой, в 1—2 см, белесой опесчаненной корочкой. Более или менее четко у них обрисовывается лишь подгоризонт В<sub>1</sub>; ниже дифференциация генетических слоев становится крайне неясной, при большом количестве видимых выделений солей грязновато-рыжего цвета. Вскапают такие почвы с поверхности. Сода присутствует в самых поверхностных слоях; сульфаты обнаруживаются ниже 10—15 см; хлоридов не было обнаружено во всей двухметровой толще.

Из корково-глыбистых солонцов выделяется группа солонцов с крупными глыбами, до 25—30 см в диаметре, названная нами корково-курино-глыбистыми солонцами. В сухое время на поверхности этих солонцов появляются широкие трещины (до 3—5 см), проникающие вглубь на 50—70 см. Верхний слой таких солонцов чрезвычайно плотный; только при помощи лома удается выворотить большие глыбы слитого сложения; при разбивании эти глыбы раскалываются на мелкие глыбки и крупные ореховатые отдельности. В сырую погоду трещины сплываются, вследствие чего атмосферная вода долго держится на поверхности этих почв. Линия вскипания обычно варьирует от поверхности до 15 см; лишь изредка она опускается до глубины 30 см.

Близко к таким солонцам стоят лиманильные заболоченные почвы, занимающие самые низкие бессточные понижения между солонцами. Раскислительные процессы здесь ясно видны уже с глубины 20 см,

а передко и с самой поверхности; средняя и нижняя части профиля покрыты большим количеством оглеенных зеленовато-серых и ржаво-окристых пятен. В сухом состоянии лиманильные заболоченные почвы сильно рас трескиваются, образуя при этом крупные слитые глыбы, поверхность которых покрывается белесоватой корочкой в 1—3 мм. Линия вскипания находится обычно на глубине 10—15 см, варьируя в пределах 5—25 см.

По механическому составу это почвы тяжелые, преимущественно глинистые. Водопроницаемость их ничтожна: в 1944 г. дождевая вода, покрывшая такие замкнутые понижения 15 июля, исчезла с поверхности только 20 августа; при этом основная масса воды, повидимому, испарилась с поверхности, так как до глубины 27 см почва была мокрая, а ниже влажность резко падала и на глубине примерно с 30 до 85 см залегал очень плотный, почти сухой слой.

Солонцы Кутулукской депрессии по механическому составу являются почвами тяжело- и среднесуглинистыми иловато-пылеватыми или же песчано-пылеватыми: Верхний элювиальный их слой обычно обеднен наиболее тонкими фракциями вследствие происходящего здесь процесса осолонения; илистая фракция частично разрушается и выносится в грунтовые воды в виде простых солей, частично же опускается и задерживается в иллювиальном горизонте, как это отчетливо видно из табл. 98. Однако в отдельных случаях (разр. 78) в элювиальном горизонте илистой фракции содержится даже несколько больше, чем в нижележащем иллювиальном слое, что, повидимому, следует отнести на счет приноса сюда тонких частиц с окружающих более возвышенных мест.

Таблица 98

Механический состав солонцов Кутулукской депрессии  
(в %, в пересчете на высушеннную при 100—105° павеску)

№ разреза	Горизонты и их глубина, см	Гигроскопич. влага Потери от обраб. HCl	Фракции (размеры частиц в мм)							Сумма фракций (размеры частиц в мм)		
			> 0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	0,001—	< 0,001	> 0,01	< 0,01 + потери от обработки HCl	> 0,01
5 (корково-столбчатый солонец)	A 0—4	1,7	2,2	—	39,0	32,8	11,1	7,2	7,7	26,0	28,2	71,8
	B <sub>1</sub> 5—10	3,10	3,6	—	19,5	33,3	8,1	8,4	27,1	43,6	47,2	52,8
	B <sub>2</sub> 30—35	2,9	12,5	—	21,9	23,9	5,7	6,8	29,2	41,7	54,2	45,8
	C 100—105	2,5	24,4	—	13,6	25,9	10,4	5,0	20,7	36,1	60,5	39,5
	D 200—205	1,4	8,7	—	48,9	17,1	8,9	5,3	11,1	25,3	34,0	66,0
78 (корково-глыбистый солонец)	A 0—3	1,8	2,8	—	45,5	22,6	8,6	5,4	15,1	29,1	31,9	68,1
	B <sub>1</sub> 3—10	2,3	2,0	—	45,4	17,7	12,4	10,0	12,5	34,9	36,9	63,1
	B <sub>2</sub> 20—25	2,4	9,0	—	29,3	21,4	15,4	4,2	20,7	40,3	49,3	50,7
	BC 75—80	1,6	23,1	—	32,7	21,6	10,0	5,1	7,5	22,6	45,7	54,3
	D 200—205	2,0	16,8	—	33,8	11,0	9,6	7,6	21,2	38,4	55,2	44,8
26 (глубокостолбчатый солонец)	A 7—12	4,2	4,3	—	23,5	33,9	8,1	8,5	21,7	38,3	42,6	57,4
	B <sub>1</sub> 12—25	2,9	3,7	—	33,1	24,3	8,8	9,3	20,8	38,9	42,6	57,4
	B <sub>2</sub> 45—50	3,0	2,5	—	33,7	19,8	14,1	9,8	20,1	44,0	46,5	53,5
	B <sub>3</sub> C 75—80	2,4	27,9	—	28,5	16,1	5,1	5,8	16,6	27,5	55,4	44,6

По аналитическим данным Нижневолгопроекта, а также по данным анализов Е. И. Кочериной, солонцы здесь хотя и являются почвами преимущественно тяжелосуглинистыми, но в них наблюдается большое разнообразие фракций: пылевато-илловатые, иловато-пылеватые и песчано-пылеватые. Такую пестроту механического состава мы склонны объяснять тем, что в депрессии нет того сравнительно однородного делювиального чехла, который наблюдается на выровненных положительных элементах рельефа.

В депрессии почвообразующей породой является делювий, к которому примешивались материалы, приносившиеся ветром во время так называемых «черных бурь», ливнями и потоками весенних талых вод. Указанные факторы, действуя в различных условиях микрорельефа, обусловливали отложение разнообразных по механическому составу материалов. Этим, повидимому, и объясняется та пестрота механического состава почв по профилю, которая существует здесь в различных точках депрессии.

Физические свойства солонцов неудовлетворительны; при увлажнении почвы эти сильно набухают, а при высыхании растрескиваются и становятся чрезвычайно твердыми. Данные о водно-физических свойствах солонцов имеются в наших исследованиях, результаты которых изложены в сводном очерке по зоне самотечного орошения Кутулукского массива, а также в работе Е. И. Кочериной (см. ее статью в настоящем томе).

При распашке черноземных участков с пятнами солонцов вывернутый на поверхность солонцовый подгоризонт  $B_1$  долгое время сохраняется в виде столбчатых или глыбистых отдельностей. Даже при многолетнем использовании таких площадей под сельскохозяйственные культуры солонцовые пятна продолжают резко выделяться; на пару солонцы выступают в виде более светлых сероватых пятен с грубой структурой; на засеянных площадях они также хорошо заметны — в начальном периоде роста при достаточном увлажнении выделяются ярко зеленые пятна, а при недостатке влаги на солонцовых пятнах обычно культура угнетена или даже погибает.

Данные анализов водных вытяжек корково-столбчатых и корково-глыбистых солонцов (табл. 99) указывают на значительную засоленность горизонта  $B$ . Сухой остаток в некоторых местах составляет больше 1% (разрезы 5 и 631-44). Почти во всех случаях обнаруживается сода. Общая щелочность повышена даже в горизонте  $A$ ; щелочность от бикарбонатов щелочных металлов преобладает над щелочностью от бикарбонатов щелочно-земельных металлов. Легкорастворимые соли имеются, хотя и в небольшом количестве, даже в самых поверхностных слоях, достигая наибольшей величины в подсолонцовом горизонте или в нижней части солонцового подгоризонта ( $B_1$ ). Сульфаты и хлориды находятся в максимуме на одной и той же глубине, или же наибольшее количество сульфатов находится лишь немногого ниже максимума хлоридов. Из этого следует, что распределение солей здесь связано с близким залеганием грунтовых вод.

Описываемые солонцы по классификации В. А. Ковды (1939) относятся к луговому подтипу из ряда солончаковых солонцов. Они находятся в постоянном взаимодействии с грунтовыми водами, уровень которых выше 3 м. Однако наши наблюдения 1933—1937 гг., а также наблюдения 1940—1941 гг. показали, что на всей солонцовой депрессии происходит интенсивный процесс рассоления. Это подтверждается отсутствием в настоящее время солончаков, отмечавшихся в наших исследованиях 1933—1934 гг., что, повидимому, вызвано понижением уровня грунтовых вод в связи с углублением оврага Крутеньского.

Таблица 99

№ разреза	Горизонт и глубина пятни образова- ния, см	Содержание солей, % наибольшее избыточное содержание ионов, % наибольшее избыточное содержание ионов, %	Щелочность			Cl <sup>-</sup> % и-эпв. % и-эпв.	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> % и-эпв. % и-эпв.	0,02 1,33 0,62 0,48		
			от норм. карбонатов в CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		от бикарбонатов в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>					
			Ca + Mg % и-эпв.	Na + K % и-эпв.	% и-эпв.					
556 (корково-столбчатый со- лопец)	A 0—3 B 20—25 C <sub>1</sub> 110—145 C <sub>2</sub> 190—195	0,172 0,496 0,440 0,280 0,204 0,270	0,134 0,108 0,070 0,111	0,009 0,063 0,030 0,035	0,45 1,03 0,49 0,57	0,067 0,045 0,040 0,076	1,40 0,74 0,66 1,25	0,001 0,002 0,001 0,004	0,03 0,06 0,03 0,11	
78 (корково-глыбистый со- лопец)	A 0—3 B <sub>1</sub> 3—10 B <sub>2</sub> 20—25 BC 75—80 D 200—205	0,185 0,288 0,142 0,676 0,676 0,405 0,46 0,216 0,094 0,049	0,014 0,027 0,060 0,042 0,042 0,060 0,14 0,012 0,006	0,075 0,453 2,50 0,076 0,076 6,60 0,021 0,162 0,50	1,22 2,50 0,23 1,30 1,30 5,30 0,35 0,141 0,28	0,002 0,014 0,23 0,139 0,139 0,129 0,017 0,014 0,017	0,073 1,49 1,49 0,16 0,16 0,20 0,007 0,20 0,005	0,006 2,27 0,004 0,018 0,018 0,050 0,022 0,022 0,014	0,001 0,002 0,001 0,004 0,004 0,005 0,007 0,007 0,005	0,03 0,11 0,032 0,130 0,130 0,050 0,042 0,042 0,064
26 (глубокостолбчатый со- лопец)	A 7—12 B <sub>1</sub> 12—25 B <sub>2</sub> 45—50 BC 75—80 C 200—205	0,240 0,623 0,420 0,206 0,054 0,206 0,186 0,016 0,016 0,099 0,042 0,074	0,037 0,050 0,050 0,054 0,054 0,054 0,186 0,016 0,016 0,099 0,042 0,074	0,084 0,116 0,123 0,126 0,126 0,126 0,037 0,037 0,037 0,037 0,037 0,037	1,37 1,90 2,01 2,07 2,07 2,07 0,61 0,61 0,61 0,61 0,61 0,61	0,023 0,036 0,026 0,026 0,026 0,026 0,023 0,023 0,023 0,023 0,023 0,023	0,37 0,59 0,42 0,43 0,43 0,43 0,38 0,38 0,38 0,38 0,38 0,38	1,01 1,31 1,59 1,64 1,64 1,64 0,23 0,23 0,23 0,23 0,23 0,23	0,005 0,021 0,014 0,014 0,014 0,014 0,005 0,005 0,005 0,005 0,005 0,005	0,050 0,109 0,039 0,039 0,039 0,039 0,041 0,041 0,041 0,041 0,041 0,041
5 (корково-столбчатый со- лопец)	A 0—4 B <sub>1</sub> 5—10 B <sub>2</sub> 30—35 C 100—105 D 200—205	0,131 0,347 0,220 0,949 0,025 0,195 0,40 0,018 0,018 0,012 0,012 0,012	0,063 0,020 0,023 0,025 0,025 0,025 0,40 0,036 0,036 0,036 0,036 0,036	0,020 0,236 0,236 1,20 1,20 1,20 0,40 0,178 0,178 0,178 0,178 0,178	0,044 0,125 0,163 0,163 0,163 0,163 0,40 0,178 0,178 0,178 0,178 0,178	0,043 0,070 0,028 0,028 0,028 0,028 0,030 0,030 0,030 0,030 0,030 0,030	0,034 0,055 0,47 0,47 0,47 0,47 0,50 0,148 0,148 0,148 0,148 0,148	0,007 0,043 0,008 0,008 0,008 0,008 0,022 0,022 0,022 0,022 0,022 0,022	0,045 0,203 0,008 0,008 0,008 0,008 0,056 0,056 0,056 0,056 0,056 0,056	

Таблица 99 (продолжение)

№ разреза	Горизонт и глубина залегания образца, см	Сырьенность, %	Щелочность						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na + K по разности, м-экв.						
			от норм. наработок в CO <sub>2</sub>		общая в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		Cl <sup>-</sup>										
			%	м-экв.	%	м-экв.	%	м-экв.									
631-44 (корково-глыбистый солонец)	A 0—4,5	0,447	0,084	0,009	0,151	2,48	0,123	3,47	0,044	0,40	0,001	0,08	4,98				
	B <sub>1</sub> 1,5—7	0,539	0,383	0,039	*	0,202	3,31	0,135	3,81	0,562	11,69	0,010	0,20	0,002	0,47	6,50	
	B <sub>2</sub> 10—18	1,465	0,506	0,033	*	0,248	4,07	0,159	4,46	0,564	11,74	0,006	0,25	0,003	0,25	18,06	
	B <sub>3</sub> 25—35	0,927	0,458	0,015	0,001	0,03	0,248	4,07	0,159	4,46	0,564	11,74	0,004	0,08	19,97		
632-44 (корково-столбчатый солонец)	A 0—4	0,087	0,049	0,016	Нет	0,034	0,56	0,025	0,71	Нет	0,002	0,10	0,001	0,08	1,09		
	B <sub>1</sub> 4—12	0,535	0,149	0,074	*	0,088	1,44	0,049	1,35	0,041	0,85	0,006	0,30	0,003	0,25	3,09	
	B <sub>2</sub> 25—35	0,645	0,390	0,018	0,031	1,03	0,235	3,85	0,145	4,09	0,186	3,87	0,005	0,25	0,003	0,25	42,34
	B <sub>3</sub> C 70—80	0,212	0,111	0,012	0,001	0,03	0,496	3,25	0,121	3,41	0,029	0,84	0,003	0,15	0,002	0,17	7,21
626-44 (корково-крупноглыбистый солонец)	A 0—2	0,134	0,072	0,007	Нет	0,104	1,71	0,064	1,80	Нет	0,006	0,30	0,004	0,33	2,60		
	B <sub>1</sub> 2—20	0,175	0,149	0,011	*	0,183	3,00	0,117	3,30	*	0,004	0,20	0,004	0,33	5,77		
	B <sub>2</sub> 30—40	0,184	0,108	0,024	*	0,297	4,87	0,184	5,19	0,291	6,06	0,003	0,15	0,003	0,25	15,71	
	B <sub>3</sub> 55—65	0,522	0,472	0,010	*	0,289	4,74	0,185	5,22	0,132	2,75	0,002	0,40	0,002	0,17	12,44	
639-44 (глубокостолбчатый солонец)	A 0—4	0,031	0,013	0,012	Нет	0,019	0,31	0,014	0,40	Нет	0,003	0,15	0,000	0,00	0,56		
	A <sub>2</sub> 5—12	0,083	0,044	0,019	*	0,044	0,72	0,033	0,93	*	0,002	0,10	0,002	0,17	1,38		
	B <sub>1</sub> 12—20	0,649	0,456	0,049	*	0,167	2,74	0,142	4,00	0,092	1,92	0,007	0,35	0,005	0,42	7,89	
	B <sub>2</sub> 25—35	0,667	0,613	0,019	*	0,243	3,98	0,124	3,49	0,479	9,97	0,003	0,45	0,002	0,17	17,06	
	B <sub>3</sub> C 70—80	0,322	0,202	0,007	*	0,106	1,74	0,067	1,89	0,003	0,17	0,003	0,45	0,003	0,25	3,40	

Происшедшее в результате орошения поднятие грунтовых вод привело к изменению солевого режима почв, на что мы указывали в разделе «Грунтовые воды».

Реакция почвенного раствора (табл. 100) явно щелочная, что вполне согласуется как с результатами анализа водной вытяжки, так и с количеством поглощенного натрия (табл. 101), величина которого в иллювиальном горизонте колеблется обычно в пределах 35—70% от емкости поглощения. Даже в горизонте A содержание натрия составляет от 6 до 23% от емкости поглощения.

Таблица 100

Данные определения pH в солонцах

№ разреза	Горизонт и глубина залегания образца, см	pH	
		H <sub>2</sub> O	KCl
639-44 (глубокостолбчатый солонец)	A 0—4	6,95	5,94
	A <sub>2</sub> 5—12	7,49	6,15
	B <sub>1</sub> 12—20	9,05	7,34
	B <sub>2</sub> 25—35	9,30	7,86
	B <sub>3</sub> C 70—80	9,35	7,96
632-44 (корково-столбчатый солонец)	A 0—4	7,86	6,96
	B <sub>1</sub> 4—12	8,96	7,88
	B <sub>2</sub> 25—35	9,46	8,27
	B <sub>3</sub> C 70—80	9,44	8,38
631-44 (корково-глыбистый солонец)	A 0—1,5	8,19	7,19
	B <sub>1</sub> 1,5—7	8,75	7,84
	B <sub>2</sub> 10—18	9,41	8,32
626-44 (корково-крупноглыбистый солонец)	A 0—2	8,86	7,64
	B <sub>1</sub> 2—20	9,40	7,83
	B <sub>2</sub> 30—40	9,35	8,19

Содержание гумуса в верхнем слое корковых солонцов колеблется в пределах 1,7—4% (табл. 102). Нередко в самом поверхностном слое столбчатых солонцов гумуса содержится меньше, чем в нижележащем слое (разрезы 5 и 557). На поверхности таких солонцов имеется небольшой (3—6 см) нанос золового происхождения; обычно слой этого наноса резко выделяется своей окраской; кроме того, он несколько легче по механическому составу. Очевидно, данным обстоятельством и обусловлено меньшее содержание гумуса в этом слое по сравнению с нижележащим слоем.

В глубокостолбчатых солонцах количество гумуса в верхнем горизонте обычно колеблется в пределах 7—11% и лишь в редких случаях снижается до 4—5%. При переходе в подгоризонт B<sub>1</sub> наблюдается резкий скачок величины содержания гумуса в сторону уменьшения; так, например, в горизонте A<sub>2</sub> разреза 26 гумуса имеется 11,82%, а непосредственно под ним, в подгоризонте B<sub>1</sub>, гумуса содержится всего 4,65%. Растворимой фракции гумуса в верхнем горизонте меньше, что связано с меньшей его солощеватостью по сравнению с подгоризонтом B<sub>1</sub>; так, если в горизонте A (разр. 26) растворимый гумус составляет  $\frac{1}{280}$  часть от общего, то в подгоризонте B<sub>1</sub> он уже достигает  $\frac{1}{90}$  части от общего содержания в нем гумуса.

Таблица 101

Поглощенный натрий и емкость поглощения в солонцах

№ разреза	Горизонт и глубина взятия образца, см	Поглощенный Na		Емкость поглощения		Na в % от емкости поглоще- ния
		%	м-экв.	%	м-экв.	
639-44	A 0—4	0,028	1,22	0,423	18,39	6,5
	A <sub>2</sub> 5—12	0,092	4,00	0,403	17,52	22,8
	B <sub>1</sub> 12—20	0,375	16,30	0,616	26,80	60,8
	B <sub>2</sub> 25—35	0,499	21,70	0,743	32,34	67,1
632-44	A 0—4	0,062	2,70	0,426	18,52	14,5
	B <sub>1</sub> 4—12	0,225	9,78	0,564	24,52	40,00
	B <sub>2</sub> 25—35	0,324	14,09	0,692	30,87	46,8
631-44	A 0—1,5	0,060	2,61	0,288	12,52	20,8
	B <sub>1</sub> 1,5—7	0,237	10,30	0,485	21,10	48,8
	B <sub>2</sub> 10—18	0,435	18,91	0,559	24,30	77,18
	B <sub>3</sub> 25—35	0,552	24,00	0,626	27,22	88,2
626-44	A 0—2	0,035	1,52	0,593	25,80	5,8
	B <sub>1</sub> 2—20	0,145	6,30	0,637	27,70	22,7
	B <sub>2</sub> 30—40	0,382	16,61	0,614	26,70	61,9
556	A 0—3	0,076	3,30	0,34	14,79	22,3
	B <sub>1</sub> 5—10	0,137	5,95	0,33	14,36	41,5
	B <sub>2</sub> 20—25	0,145	6,30	0,41	17,84	35,3
	B <sub>3</sub> 40—45	0,214	9,30	0,32	14,06	64,7
	C 105—110	0,151	6,56	0,28	12,18	53,9
557	A 0—5	0,032	1,39	0,58	25,23	5,5
	B <sub>1</sub> 20—25	0,102	4,43	0,47	20,44	21,6
	B <sub>2</sub> 36—41	0,127	5,52	0,44	19,14	28,8
78	B <sub>1</sub> 3—10	0,124	5,39	0,394	17,13	31,5
	B <sub>2</sub> 20—25	0,322	14,00	0,389	16,91	82,8
5	A 0—4	0,041	1,78	0,375	16,30	10,9
	B <sub>1</sub> 5—10	0,312	13,56	0,681	29,61	45,8
	B <sub>2</sub> 22—27	0,184	8,00	0,481	20,91	38,7
26	A 1—6	0,036	1,60	1,073	46,65	3,4
	B <sub>1</sub> 12—25	0,151	6,60	0,771	33,52	19,7
	B <sub>2</sub> 45—50	0,220	10,0	0,580	25,21	38,8

Карбонаты кальция, о чем можно судить по содержанию  $\text{CO}_2$  (см. табл. 102), в корковых солонцах находятся в самых поверхностных слоях; реже они встречаются на некоторой глубине (5—7 см); линия вскипания в глубокостолбчатых солонцах почти всегда опущена к концу первого полуметра, а иногда и ниже. Наибольшее скопление карбонатов приурочено к глубине 70—150 см; на этой же глубине наблюдается чрезвычайно большая плотность, которую можно объяснить окремнением (В. А. Ковда, 1939); слои максимального скопления карбонатов можно считать практически водонепроницаемыми.

Черноземовидные луговые почвы имеют широкое распространение на Кутулукской солонцовой депрессии, а также на скло-

Содержание гумуса и  $\text{CO}_2$  в солонцах

(в %)

№ разреза	Горизонт и глубина взятия образца, см	Гумус	$\text{CO}_2$
78 (корково-глыбистый солонец)	A 0—3	3,03	0,80
	B <sub>1</sub> 3—10	2,09	0,99
	B <sub>2</sub> 14—19	1,18	Не опр.
	B <sub>3</sub> 20—25	0,47	2,74
	B <sub>3</sub> C 75—80	Не опр.	7,15
5 (корково-столбчатый солонец)	A 0—4	4,02	—
	B <sub>1</sub> 5—10	5,90	0,37
	B <sub>2</sub> 22—27	2,15	Не опр.
	B <sub>3</sub> 30—35	0,92	2,95
	C 100—105	Не опр.	7,43
557 (глубокостолбчатый солонец)	A <sub>1</sub> 0—5	3,77	Не опр.
	A <sub>2</sub> 10—15	4,18	»
	B <sub>1</sub> 20—25	2,40	»
	B <sub>2</sub> 36—41	0,80	»
26 (глубокостолбчатый солонец)	A <sub>1</sub> 1—6	11,88	Не опр.
	A <sub>2</sub> 7—12	11,82	»
	B <sub>1</sub> 12—25	4,65	»
	B <sub>3</sub> 45—50	1,62	0,62
	B <sub>3</sub> C 75—80	—	7,50

нах, прилегающих к р. Тростянке, занимая выровненные и слегка повышенные места. Почвы эти, как нами уже указывалось выше, молодые образования; они имеют довольно разнообразное строение.

На Кутулукской депрессии имеются луговые почвы, представляющие самую начальную стадию формирования черноземовидных луговых почв. В луговых почвах могут быть выделены генетические горизонты, представляющие в своей совокупности слой мощностью в 15—20 см; ниже почвообразовательный процесс не выражен вовсе или выражен настолько слабо, что выделить в профиле почвы отдельные генетические горизонты не представляется возможным; в этих почвах уже на глубине первого полуметра наблюдаются яркие признаки заболачивания. Наряду с этим в местах с несколько большими абсолютными отметками можно наблюдать черноземовидные луговые почвы с отчетливо сформировавшимися генетическими горизонтами, близкими по морфологическим признакам к черноземам обыкновенным террасовым. Между начальной стадией формирования черноземовидных почв и его конечной стадией имеется целый ряд переходных форм.

В большинстве случаев луговые почвы (начальная стадия формирования) вскипают с поверхности. В некоторых местах на глубине 30—80 см находятся большие скопления углекислого кальция, которые мы склонны считать образованиями биогенного порядка, так как в одном из таких разрезов нами обнаружен довольно мощный сплошной карбонатный слой с хорошо сохранившимися обломками современных пресноводных ракушек.

Среди черноземовидных луговых почв не редко встречаются как солонцеватые, так и солончаковые их разновидности.

На склонах к р. Тростянке, во многих местах черноземовидные луговые почвы прилегают к широкими полосами непосредственно к слоистым аллювиальным отложениям, окаймляющим водоток р. Тростянки. Здесь вся поверхность нижней части склонов к пойме р. Тростянки покрыта огромным количеством кочек. Высота кочек достигает 0,5 м, диаметр их иногда бывает больше 1 м. Количество кочек и размеры их уменьшаются по мере увеличения высотных отметок местности. В большинстве случаев в центральной части кочек наблюдается развитие корковых солонцов или же солонцов-солончаков. Растительность в центре кочек обычно совсем отсутствует. Задернованные края кочек, представляющие собой довольно крутыми склончики, а также небольшие площадки между кочками заняты черноземовидными луговыми почвами, в той или иной мере солонцеватыми, солончаковыми или солончаково-солончаковыми.

Приводим описание характерного вполне развитого профиля черноземовидной луговой почвы.

Разрез 7-44. Заложен на Кутулукском солонцовом опытном поле в 38 м на запад-юго-запад (почти на запад) от столба № 16. Ровная площадка на небольшом возвышенном участке среди солонцов покрыта преимущественно типчаком. Целина под выгоном.

A<sub>d</sub> 0—4 см

Буровато-серый, заметно отделяется от более темного нижележащего слоя; этот, самый поверхностный слой, по видимому, золового происхождения; тяжелосуглинистый; сухой, комковато-бесструктурный, комочки непрочные; слабо уплотненный; густо пропитан корнями растений.

A<sub>1</sub> 4—20 см

Темносерый с коричневатым оттенком; много корней, темные кротовины; комковатый, с бусами по корням; уплотненный, тяжелый суглинок.

B<sub>1</sub> 20—37 см

Темновато-серый, переход от вышележащего постепенный, но не совсем однороден по окраске — местами из горизонта A спускаются широкие темные карманы; призморийский, отдельности распадаются на комочки и непрочные глыбки; имеет горизонтальную делимость; вскипает с 32—35 см; суглинок тяжелый.

B<sub>2</sub> 37—80 см

Серый, грязноватый, неоднородный по окраске из-за спускающихся сверху буровато-серых, более темных затеков; много желто-бурых и темносерых кротовин; призморийско-глыбистый; отдельности хорошо разделяются в горизонтальном направлении на пластики, последние при надавливании распадаются на мелкие глыбки и орешки; влажный; бурно вскипает; суглинок тяжелый.

D 80—224 см

Подстилающая порода; древнеаллювиальные слоистые отложения различного механического состава; до 120 см желто-бурая влажная супесь, белесоватая от большого количества известия; ржавые и голубоватые пятна (признаки раскислительных процессов); ниже — до 157 см — глинистый, очень влажный, глыбисто-ореховатый; очень много голубовато-серых и охристо-ржавых участков; на глубине 157—200 см механический состав становится легче; суглинок сильно оглеенный, мокрый; с 200 см снова идет слой желто-буровой супеси.

Установившийся уровень грунтовой воды — 202 см.

Как видно из анализов водных вытяжек, приведенных в табл. 103, черноземовидная луговая почва по всему профилю в пределах двухметровой толщи свободна от легкорастворимых солей — хлоридов, сульфатов и соды здесь совсем не обнаружено; щелочность близка к щелочности в черноземах и только в нижней части профиля она повышенная. Судя по величине катионов (кальций + магний), щелочность здесь обусловлена присутствием преимущественно бикарбонатов щелочно-земельных метал-

лов. Реакция почвенного раствора, как показывают приводимые в табл. 103 данные (разр. 7-44), близка к нейтральной, что до известной степени может служить указанием на отсутствие сколько-нибудь значительной солонцеватости.

Однако солевой профиль у черноземовидных почв не всегда одинаков. В некоторых местах улавливаются в небольших количествах как хлориды, так и сульфиты; в ряде случаев обнаружена сода, а величина аниона серной кислоты составляет больше 2%; иногда на глубине 30—50 см встречаются кристаллы гипса. Таким образом, солевой режим не у всех черноземовидных луговых почв может считаться вполне удовлетворительным. В случае поднятия уровня грунтовых вод при орошении не исключена возможность ухудшения как физических, так и химических свойств даже пока еще не засоленных разновидностей этих почв.

Содержание гумуса в черноземовидных луговых почвах колеблется в широких пределах (от 5 до 11%), в зависимости от местоположения почвы и от стадии, на которой находится ее развитие. Почти всегда в этих почвах содержание гумуса резко уменьшается при переходе к подгоризонту B<sub>1</sub>.

Таблица 103

pH и состав водных вытяжек из образцов черноземовидной луговой почвы.

Разрез 7-44

Горизонт и глубина взятия образца, см	Гигроскопич. влага, %	Сухой оста- ток, %	Остаток при прокалив- ании, %	м-экв. на 100 г почвы						pH (электро- метр.)	H <sub>2</sub> O	KCl	
				CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Сумма ионов	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>			
A 0—4	6,48	0,042	0,011	Нет	0,29	Нет	Нет	0,29	0,05	0,08	0,16	7,15	6,59
A <sub>1</sub> 10—20	6,76	0,064	0,015	»	0,49	»	»	0,49	0,30	0,17	0,02	7,60	6,95
B <sub>1</sub> 25—30	7,48	0,208	0,171	»	0,74	»	»	0,74	0,40	0,25	0,09	7,86	7,04
B <sub>2</sub> 70—80	7,34	0,072	0,058	»	0,95	»	»	0,95	0,65	0,25	0,05	Не опр.	Не опр.
D 180—190	7,54	0,064	0,052	»	0,92	Следы	»	0,92	0,50	0,33	0,09	»	»

Неширокие полосы, прилегающие непосредственно к водотоку р. Тростянки, заняты аллювиальными почвами. Это слоистые образования различного механического состава, с очень сильно выраженным процессом заболачивания.

В нижней части некоторых лощин, а также в местах конусов выноса залегают аллювиально-делювиальные образований — слоистые отложения, весьма разнообразные по окраске слоев, и по механическому составу. Генетическая связь между слоями отсутствует: слои эти, по видимому, изменяются ежегодно.

Из приведенного краткого обзора Кутулукской опытной территории видно, что по условиям рельефа, геоморфологии, гидрогеологии и почвенному покрову территория эта является типичной для всего Кутулукского массива орошения. Будучи ограничена с востока р. Тростянкой, а с запада оврагом Крутеньским, эта территория представляет собой очень удобный объект для изучения, а также для постановки опытных работ.

### Крупномасштабная почвенная съемка

И. Ф. Садовников (1946) определяет задачу почвоведа при картировании почв так: «Работа по почвенной съемке заключается в установлении в природе границ распространения отдельных видов почв, выявленных при изучении почвенных разрезов, и в составлении полевой почвенной карты путем наложения почвенных контуров на топографическую основу».

В обширной советской литературе имеются весьма ценные методические указания, относящиеся к полевым почвенным исследованиям (Касаткин, Красюк, Каргинский, Садовников и др.). Подробный обзор литературы по методике почвенных исследований выходит за рамки настоящей работы и мог бы явиться предметом большого самостоятельного труда. Отметим лишь некоторые работы, в которых, на наш взгляд, даются все наиболее существенные указания, касающиеся почвенных исследований и, в частности, основных приемов картирования почв.

Все главнейшие приемы почвенной съемки прекрасно изложены в работе В. Г. Касаткина и А. А. Красюка (1917), опубликованной еще в 1917 г. Как известно, особенную трудность представляет картирование почв на территориях со сложным комплексным почвенным покровом. Указанные выше авторы рекомендуют в этих случаях широко пользоваться пикетажем, производить «составление: 1) возможно детальной (в большом масштабе) почвенной карточки небольшого участка, типичного для выделенного комплекса, и 2) продольных почвенных профилей» (разрядка наша.—П.Н.). Авторы придают большое значение продольным почвенным профилям, предпочтительно со сплошным почвенным разрезом (трапецией), который «позволяет изучить и представить на изготовленном согласно данным нивелировки продольном профиле все виды почв, входящие в комплекс, их взаимоотношение и распространение в связи с условиями залегания и характер постепенного изменения почв при переходе одной в другую».

Составление на небольшие площади почвенных карточек в крупном масштабе, или так называемый «метод ключей», а также составление продольных почвенных профилей широко практикуются при исследовании почв. Особенно удачно впервые были применены эти приемы в работах М. М. Филатова по Московской губ. (1923).

В формировании комплексного почвенного покрова решающая роль, несомненно, принадлежит микрорельефу, значение которого особенно велико на засоленных территориях; здесь, как правило, наблюдается большая мозаичность почвенного покрова, которую «производственно необходимо учитывать» (Каргинский, 1938). В опытном деле изучение комплексности почвенного покрова представляет особый интерес. Как это указывается во многих работах, в частности, в работе И. А. Курашова (1938), недочет комплексности почвенного фона сильно искаивает результаты самих опытов и нередко приводит исследователя к неправильным выводам. Нам также представляется, что роль микрорельефа в этом вопросе переоценить невозможно, и совершенно прав А. А. Красюк (1937), когда он говорит: «Можно, но преувеличивая, сказать, что съемка большой точности сводится к учету почвенных разностей всех элементов микрорельефа».

Качественный и количественный учет растительного покрова при изучении целинных участков применяется со времен Рупрехта и Докучаева. Особенно широко применялся этот прием Н. А. Димо и Б. А. Келлером (1907) при изучении засоленных почв полупустыни. Почвенными особенностями обусловлены, как известно, рост и характер

растительности, которая, в свою очередь, влияет на формирование и эволюцию почв. Взаимодействие между почвой и растительностью освещается в работах многих исследователей. При картировании целинных участков с комплексным почвенным покровом, особенно в засоленных районах, растительность сильно облегчает работу по написанию на план границ отдельных почв и их разновидностей, так как резкие контуры растительных ассоциаций обычно бывают строго приурочены к тем или иным почвенным контурам. Установивши при помощи небольшого числа почвенных разрезов связь почв с растительными ассоциациями и отдельными видами растений, исследователь почти всегда безошибочно может определить почву по растительности.

Во «Временной инструкции по проведению исследования и крупномасштабного картирования почв колхозов» (1939) и особенно в работе И. Ф. Садовникова (1946) даются подробные указания о необходимом числе почвенных разрезов на гектар при различных масштабах съемки, о допустимом отклонении от природы границ выделяемого контура на карте, об изображении на карте почвенных комплексов, а также детально освещаются другие вопросы, связанные с проведением полевых почвенных исследований.

Как видно из сказанного выше, в нашей литературе имеются весьма ценные указания, касающиеся работ по картированию почв. Однако не со всеми имеющимися в литературе рекомендациями по этому вопросу можно согласиться. Так, например, в работе П. Н. Федяницева «О методике крупномасштабного картографирования почв» (1937) говорится: «Надо по-новому изучать почву. Этот новый метод должен заключаться в том, чтобы отделить почвенную съемку от исследования почв и так организовать работу, чтобы картирование производилось быстро, а исследование шло независимо от него». По мнению автора этих указаний, картирование почв представляет «сравнительно легкую задачу, техническую по преимуществу, тогда как выявление почвенных разностей и их свойств и закономерностей их распределения является научной задачей».

Нам не известна ни одна работа по почвенной съемке, в которой выделялось бы или исключалось выявление закономерностей распределения почв, связанных с тем или иным фактором почвообразования. Картирование почв — весьма ответственная научно-исследовательская работа. Это один из важных этапов почвенного исследования, который позволяет освещать весьма сложные вопросы возникновения, формирования и развития почв, а следовательно, и их плодородия. Почвенная карта должна представлять результат всестороннего и глубокого анализа всех условий почвообразования, без учета которых составление ее немыслимо.

При проведении работ на Кутулуке перед нами стояла задача произвести почвенную съемку опытной территории в таком масштабе, который обеспечил бы возможность осуществления всех исследований, необходимых для углубленного изучения водного и солевого режима почв.

Для такой работы масштаб почвенной съемки опытной территории нами был принят 1 : 10 000.

Поскольку имевшаяся в нашем распоряжении топографическая основа в масштабе 1 : 10 000 с сечением рельефа через 0,5 м страдала некоторыми неточностями и недостаточно полно отображала изменения микрорельефа, считаем, что масштаб составленного нами плана не равен точно 1 : 10 000. Для максимального приближения точности плана к указанному масштабу нами широко применялся пикетаж, производились дополнительные промеры расстояний между почвенными разрезами и границами контуров отдельных почвенных разновидностей; учитывалось

также состояние сельскохозяйственных культур, изменение которого в зависимости от почвенных условий позволяло довольно четко обрисовать контуры отдельных почв; особенно резко выделялось состояние сельскохозяйственных культур на солонцеватых почвах и на пятнах солонцов. Кроме того, километровые клетки, межи которых напечены на топографическую карту и сохранены в натуре, в значительной мере облегчали привязку почвенных разрезов и нанесение на топографическую основу границ почвенных разновидностей.

Закономерности в распределении почв и их свойства были уже ранее достаточно выявлены и подробно описаны в наших прежних работах по Кутулукскому массиву орошения.

Располагая указанной выше топографической основой с напечеными на ней километровыми межами и рядом дополнительных ориентиров (полевые колодцы, реперы, скважины и пр.), мы при почвенной съемке пашотных земель не встретили особых затруднений. Самая высокая часть изучаемой территории — выше 70-й горизонтали, с заметным уклоном местности — около 0,01 (10 м на 1 км) — довольно отчетливо выделяется на топографической карте по сгущенным горизонталям; здесь распространены черноземы обыкновенные, террасовые, слабо эродированные, граница которых определяется нижней границей сгущенных горизонталей. Отдельные понижения и лощины также хорошо видны на топографической основе; в этих местах, вследствие перераспределения рельефом атмосферных осадков, получается временное избыточное увлажнение, в результате чего здесь развиваются черноземы степных понижений выщелоченные и слабо оподзоленные.

Надпойменные террасы Кутулука ниже 70-й горизонтали имеют сравнительно слабый уклон местности (0,002—0,006). На них хотя и имеют место эрозионные процессы, но установить их влияние на формирование почвенного профиля трудно. Развивающиеся здесь черноземы обыкновенные террасовые имеют достаточно мощный гумусовый горизонт (мощность горизонта A в среднем 29 см, A + B<sub>1</sub> 52 см). Лощины и понижения в этой части территории более широкие; в них также развиваются почвы с выраженным в той или иной степени процессом выщелачивания.

Однако выделить на пашне в самостоятельные контуры все почвенные разновидности нам все же не удалось. Многолетняя обработка почв на этой территории привела к тому, что первоначально существовавший здесь микрорельеф постепенно сгладился, а потому и не мог быть отображен современной топографической основой с довольно грубым сечением рельефа. Между тем известно, что даже небольшие изменения микрорельефа приводят к образованию почв иного облика, нежели почвы плашкорых условий; микрорельеф обусловливает часто неоднородный, весьма сложный комплексный почвенный покров. В этих случаях мы наносили на почвенную карту контуры отдельных комплексов с указанием процентного содержания каждой почвы, входящей в данный комплекс (рис. 18).

Значительные трудности представляло картирование засоленных площадей на надпойменной террасе ниже 60-й горизонтали — склонов к р. Тростянке и Кутулукской депрессии у пос. Кутулук, занятых комплексным солонцовым почвенным покровом. Широкое применение здесь пикетажа, сгущенная сеть почвенных разрезов, частых прикопок, большое число промеров хотя и не дали нам возможности выделить на засоленных участках все почвенные разновидности в самостоятельные контуры, но все же позволили учесть и объединить в особые контуры близкие между собою в агромелиоративном отношении почвы. При обозна-

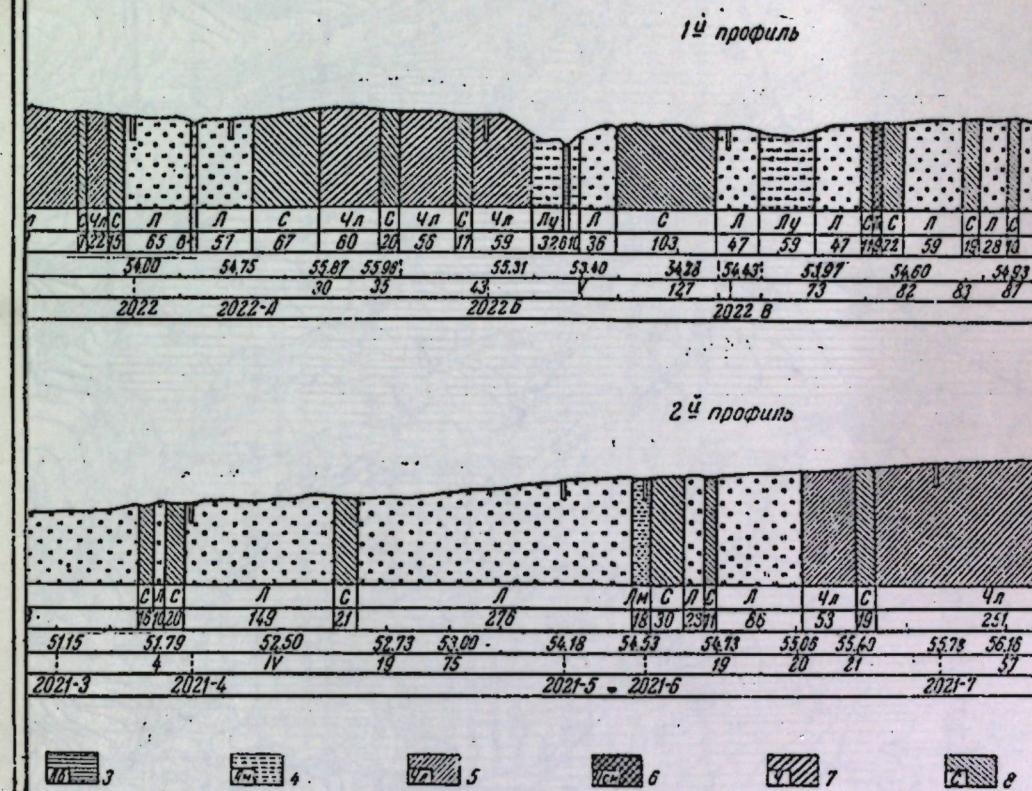
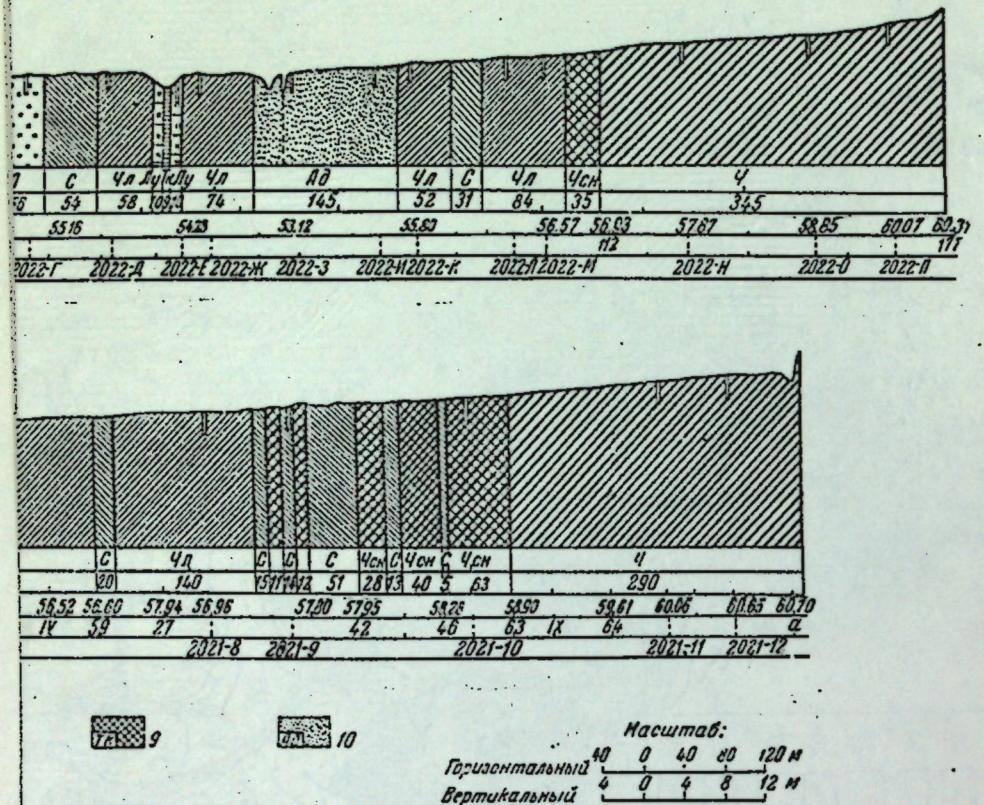


Рис. 19. Распределение почв на Кутулукской солонцовой депрессии в связи с высотой увлажнения; 3 — лугово-болотные почвы; 4 — лимяные заболоченные почвы; 5 — черноземовидные террасовые; 6 — солончики; 7 — солонцы; 10 — аллювиальные



ыми отметками и микрорельефом:

5 — луговые почвы; 6 — черноземы террасовые солонцеватые; 7 — черноземы обыкновенные геллювийные образования.

чении почвенных контуров здесь особенно широко применены дробные индексы, указывающие на чрезвычайную мозаичность почвенного покрова.

Здесь наблюдается следующая закономерность в распределении почв. Места с наиболее высокими абсолютными отметками заняты черноземами обыкновенными террасовыми слабосолонцеватыми. К ним примыкают черноземовидные луговые почвы, обычно окаймленные глубоко- и среднестолбчатыми солонцами. Еще ниже располагаются солонцы корковые. При этом выровненные площадки заняты корково-столбчатыми солонцами; такие же выровненные места, но с несколько более низкими абсолютными отметками, заняты корково-глыбистыми солонцами; наиболее низкие места с затрудненным поверхностным стоком заняты корково-крупноглыбистыми солонцами. Лиманные почвы развиваются в самых низких местах, лишенных поверхностного стока.

Необходимо остановиться еще на одной особенности, выявленной нами при изучении двух продольных почвенных профилей, пересекающих Кутулукскую депрессию. Профили эти представлены на рис. 19<sup>1</sup>.

Профиль № 1, протяжением в 2204 м, проходит с юго-востока на северо-запад через центральную часть депрессии, пересекает овраг Крутенький; при этом оба конца профиля выходят за пределами депрессии на пахотные земли. Профиль № 2, протяжением в 1971 м, рассекая депрессию по прямой линии с юго-запада на северо-восток, от магистрального канала самотечного орошения до пос. Кутулук, проходит также через центральную часть депрессии. Имея почти строго перпендикулярное направление один к другому, эти профили пересекаются в центральной части депрессии. Для закрепления в натуре линии профилей была сделана пропашка плугом по всей длине намеченных профилей. После этого проведено детальное изучение почв с точным промером и наложением на профиль почвенных контуров, протяженность которых была больше 2 м. По техническим причинам нам пришлось опустить все мелкие почвенные контуры и показать на представленных здесь профилях лишь контуры почв протяженностью более 5 м.

Нет необходимости анализировать все отраженные на профилях данные. Отметим лишь, что детальная нивелировка этих профилей с достаточной очевидностью позволила установить следующее: 1) самые высокие места за пределами депрессии, с отметками выше 57 м, заняты черноземами обыкновенными террасовыми; 2) луговые почвы располагаются на наиболее низких абсолютных отметках; они не поднимаются выше 55,13 м и являются, несомненно, самыми молодыми почвами по времени их формирования в супераквальных (надводных) условиях; 3) черноземовидные луговые почвы занимают более высокие участки, по сравнению с луговыми почвами, и приурочены главным образом к периферии депрессии; они представляют собой промежуточную стадию развития почв между луговыми почвами и черноземами.

Изложенные выше краткие сведения о Кутулукской депрессии, установленные продольными почвенными профилиями особенности, а также закономерность в распределении почв изучаемой территории, отраженная на почвенной карте, — все это проливает свет на условия формирования и дальнейшего развития почв, подтверждая ранее высказанную нами рабочую гипотезу о генезисе и эволюции террасовых почв.

В пределах опытной территории для более глубокого и всестороннего

<sup>1</sup> Выбор в натуре мест для профилей, описание почв по этим профилам и детальная нивелировка последних осуществлены при участии В. Б. Гуссак, а также студентов-практикантов Московского государственного университета А. Д. Ефимовой и Е. Е. Щербакова, за что всем им выражают благодарность.

изучения вопросов, связанных с орошаемым земледелием, выделены четыре опытных поля: а) верхнее черноземное поле у с. Тростянки, в зоне машинного орошения; б) среднее черноземное поле в зоне самотечного орошения; в) нижнее черноземное поле, расположено на последней трети первой надпойменной террасы Кутулуга, и г) солонцовое опытное поле — в северо-восточной части Кутулукской солонцовой депрессии.

Почвенная съемка среднего и нижнего черноземных полей произведена в масштабе 1 : 1000 на топографической основе того же масштаба с сечением рельефа через 20 см; на солонцовом опытном поле почвенная съемка сделана в масштабе 1 : 500 на топографической основе того же масштаба с сечением рельефа через 10 см. На верхнее черноземное поле топографической основы крупного масштаба не имеется и детальной почвенной съемки не производилось.

Степень детальности топографической основы с сечением рельефа на целине через 10 см и на пашне через 20 см была взята предельно возможная, так как небольшие неровности на целине, а также случайные неровности на пашне, создаваемые обработкой почвы, делают более дробную детализацию основы бесполезной.

Топографическая съемка опытных полей производилась одновременно с почвенной съемкой; при этом широко применялся метод детального пикетажа при оконтуривании отдельных почвенных разновидностей. Кроме того, на целине были строго фиксированы (инструментально) также и контуры наиболее ярко выраженных растительных аспектов. При выделении почвенных контуров мы, естественно, считались с топографической основой; однако нами принимались во внимание также и факторы почвообразования; поэтому полной прямой связи почвенных контуров с показаниями топографической основы на картах нет.

Исключительно сложная мозаика почвенного покрова, особенно на солонцовом опытном поле, где на протяжении 1 м зачастую встречается несколько почвенных разновидностей, заставляет картировать почвенные комплексы с указанием процентного содержания отдельных почв в каждом из комплексов. Попытка картировать каждую почвенную разновидность привела бы к появлению на карте многочисленных мелких контуров, которые, осложнив карту до предела, оказались бы бесполезными при оценке нарезаемых опытных делянок. Кроме того, даже такой крупный масштаб съемки, как 1 : 500, не позволяет картировать пятна почв протяжением в несколько десятков сантиметров<sup>1</sup>.

**Среднее черноземное опытное поле.** Среднее черноземное опытное поле находится в зоне командиния магистрального канала самотечного орошения. Непосредственно примыкая с запада к распределителю № 10, опытное поле простирается в виде прямоугольника на северо-северо-восток от магистрального канала.

Ширина опытного поля — 565 м (включая оросители), длина — около 730 м, общая площадь — 41,37 га.

Опытное поле расположено на спокойном северном склоне. В центральной его части имеется небольшое, но широкое понижение, которое к северу переходит в хорошо выраженную лощину с узким (3—5 м) водотоком. Далее на север, за пределами поля, эта лощина, постепенно расширяясь, становится плоской и незаметно сливается с Кутулукской солонцовой депрессией.

Микрорельеф на территории опытного поля представлен небольшими

<sup>1</sup> Методические особенности почвенной съемки опытных полей опубликованы в сжатом виде в нашей работе «Опыт крупномасштабного картирования почв» (Тр.-та АН СССР, т. XXX, 1949).

плоскими увалчиками, лощинами и замкнутыми понижениями различной формы.

Уклон местности колеблется в пределах 0,003—0,006 и лишь на склонах к лощине, в северной части, уклон местами достигает 0,01.

Почвообразующими породами здесь, как и на всей опытной территории, являются желто-бурые делювиальные отложения. По механическому составу они довольно однородны, представлены преимущественно иловато-пильеватыми суглинками. Мощность делювиального чехла невелика; на большей части территории опытного поля мощность делювиальной толщи равна 1—1,5 м. Резкая смена пород по механическому составу обнаруживается иногда и ближе к поверхности (на 80 см); местами же, в лощинах, мощность тяжелых по механическому составу пород превышает 2 м.

Подстилающими породами служат древнеаллювиальные отложения, представляющие чередование преимущественно песчаных и суглинистых слоев.

Наибольшее распространение здесь имеют черноземы обыкновенные террасовые. Пахотный слой их (16—20 см) сильно распылен; местами на поверхности встречаются прочные глыбы. Средняя мощность горизонта A — 30,3 см, с колебаниями от 25 до 36 см; мощность A + B<sub>1</sub> составляет в среднем 52,6 см; глубина линии вскипания колеблется в пределах 37—76 см, находясь в среднем на 58,6 см.

Среди этих черноземов встречаются небольшие пятна маломощных, слабо эродированных разновидностей террасового чернозема, у которых горизонт A составляет всего 22—24 см, а величина A + B<sub>1</sub> колеблется в пределах 40—50 см.

Черноземы обыкновенные террасовые лишены легкорастворимых солей в верхней части профиля и имеют хорошо прокрашенный гумусом подгоризонт B<sub>1</sub>.

Значительная площадь опытного поля, прилегающая к его пониженной центральной части, занята обыкновенными черноземами террасовыми с признаками засоления; эти почвы являются переходной стадией от черноземовидных луговых почв к черноземам. Кроме видимых иногда выделений сернокислых солей на глубине около 60 см, почвы эти морфологически обычно не отличаются от незасоленных черноземов, только в отдельных случаях наблюдается некоторая солонцеватость. На глубине ниже 100 см анализами улавливаются хлориды и сульфаты; в отдельных случаях почвы имеют явно щелочную реакцию (pH около 8 см). Возможно, что высокое залегание здесь солей обусловлено влиянием в прошлом Кутулукской засоленной депрессии, в которую спускается центральная лощина опытного поля.

Слегка пониженные места с затрудненным поверхностным стоком, а также слабо выраженные лощинки заняты черноземами обыкновенными террасовыми с пониженным вскипанием. Как по мощности гумусового горизонта, так и по интенсивности его окраски эти почвы близки к преобладающим здесь черноземам обыкновенным. Однако пониженная линия вскипания, колеблющаяся в пределах 60—100 см, красноватые тона в подгоризонте B<sub>2</sub> от вмытых сюда окислов железа, несомненно, характеризуют выщелачивание — начальную стадию разрушения почвенного поглощающего комплекса.

В хорошо выраженных лощинках и замкнутых понижениях залегают черноземы степных понижений выщелоченные и слабо оподзоленные. Седоватый налет в горизонте A, красноватые тона в подгоризонтах B<sub>2</sub> и B<sub>3</sub>, заметные количества кремневой присыпки по грядам структурных

отдельностей в подгрунтах  $B_1$  и  $B_2$ , глубокое залегание карбонатов являются характерными признаками этих почв, указывающими на процесс разрушения коллоидной части. Мощность гумусированного слоя в этих почвах несколько больше, чем в черноземах обыкновенных на соседних выровненных местах. По количеству гумуса и содержанию питательных веществ, как нами уже указывалось ранее, эти почвы богаче обыкновенных черноземов террасовых.

Выровненные площади в северной части опытного поля, начиная примерно с отметки 58 м и ниже, заняты черноземами обыкновенными террасовыми слабосолонцеватыми. Грубая призмовидная структура подпахотного слоя и легкий глянец по граням структурных отдельностей указывают на присутствие в поглощающем комплексе натрия. Средняя мощность горизонта  $A$  — 27,4 см, величина  $A + B_1$  составляет 49,6 см, линия вскипания — 47,4 см, с колебаниями от 35 до 68 см. Среди этих почв встречаются черноземы, в которых признаки солонцеватости отсутствуют; однако здесь же имеются небольшие пятна черноземов с хорошо выраженной солонцеватостью.

Места, прилегающие с западной и восточной сторон к центральной лощине, заняты комплексным почвенным покровом с преобладанием солонцеватых черноземов. В этих местах солонцеватость выражена довольно ярко — пахотный слой также сильно распылен, но на поверхности много прочных слитых глыб. Подпахотный слой почвы плотный, имеет глыбистую, призматическую или же ореховатую структуру с хорошо выраженным глянцем по граням структурных отдельностей.

В комплексе с солонцеватыми черноземами встречаются их осолодевающие разновидности, а также черноземы, в которых солонцеватые свойства выражены крайне слабо; здесь же имеются и отдельные пятна солонцов. Выделить указанные компоненты комплекса в самостоятельные контуры не представляется возможным, так как все элементы первичного микрорельефа в результате многолетней распашки уже синевелированы.

Центральная лощина, а также мелкие лощинки и замкнутые понижения, окруженные черноземами с признаками засоления, заняты черноземами террасовыми, осолодевающими.

Рассматривая представленный на рис. 20 почвенный план среднего черноземного опытного поля, легко убедиться, что большая часть поля, с абсолютными отметками выше 58 м, занята черноземами обыкновенными террасовыми; начиная примерно с отметки 58,2 м и ниже располагаются главным образом слабосолонцеватые разновидности этих черноземов. Места, прилегающие к центральной лощине, заняты черноземами уже с хорошо выраженными признаками солонцеватости, среди которых пятнами разбросаны солонцы. Развитие здесь солонцеватых черноземов и отдельных пятен солонцов обусловлено существованием (в прошлом) тесной связи этой лощины с засоленной Кутулукской депрессией, что наглядно отражено положением и характером горизонталей на топографической карте.

**Нижнее черноземное опытное поле.** Нижнее черноземное опытное поле находится на расстоянии 1 км на восток от пос. Кутулук, в конце первой надпойменной террасы р. Кутулук. Северная сторона опытного поля проходит вдоль крутого уступа, где первая надпойменная терраса резко обрывается к спорадически затапливаемой пойме Кутулука. Общая площадь поля — около 32 га.

Большая часть опытного поля располагается по правую сторону от распределителя; длина этой части поля около 900 м, ширина ее в среднем

около 300 м. Вторая, меньшая, часть опытного поля примыкает к распределителю слева — с запада; длина этой части около 600 м, ширина — от 200 до 280 м. Опытное поле представляет собой спокойный северный склон. Почти на всем протяжении в правой и левой его частях имеются хорошо заметные лощины, которые к северу значительно углубляются и здесь уже видны ясно выраженные водотоки. Микрорельеф представлен в виде мелких лощинок со стоком в центральные лощины, а также в виде небольших бессточных понижений разнообразной формы.

В результате многолетней обработки микрорельеф здесь в значительной мере уже утратил свои первоначальные формы — иногда на совершенно ровных местах наряду с черноземами нормального профиля встречаются пятна сильносолонцеватых черноземов и солонцов.

На нижнем черноземном опытном поле распространены те же почвенные разновидности, что и на описанном выше среднем поле. Здесь наблюдается лишь большая пестрота почвенного покрова, так как количество солонцов и солонцеватых черноземов увеличивается.

Из краткого описания черноземных опытных полей видно, что почвенный покров их неоднороден: развивающиеся здесь почвы нуждаются в различных агромелиоративных мероприятиях, а отсюда и подход при освоении отдельных частей полей под орошающее сельское хозяйство должен быть дифференцированным, со строгим учетом почвенно-гидрогеологических условий. Наличие на территории опытных полей почв, имеющих уже сейчас признаки засоления, а также почв солонцеватых и солонцов, указывает на то, что состоящие здесь водно-солевого режима почво-грунтов не может быть признано вполне благоприятным.

При составлении проекта планировки опытных полей должны быть учтены почвенные условия; при этом особое внимание следует обратить на контуры с преобладанием солонцеватых черноземов.

Динамика грунтовых вод, их химизм, солевой режим и водо-физические свойства почв, методы борьбы с поднятием уровня грунтовых вод — вот те вопросы, которые должны быть в первую очередь изучены во всех деталях. Если они не будут правильно разрешены, то не только вся оставленная территория черноземных опытных полей, занятая высокопроизводительными почвами, но и большая часть всего Кутулукского массива, находящаяся в зоне командиния магистрального канала самотечного орошения, окажется под угрозой заболачивания, а также засоления или осолонцевания черноземов, прилегающих к солонцовым депрессиям, являющимся очагами засоления.

Материалы, полученные в 1944 г., показывают, что уже при частичной эксплуатации Кутулукского массива орошения уровень грунтовых вод поднялся на 1,5—3 м и достиг местами 1,25—1,5 м от поверхности. Наибольшее поднятие грунтовых вод (до 3 м) наблюдается вблизи магистрального канала, а также вдоль распределителей, действующих в продолжение длительных периодов времени. Это обстоятельство указывает на то, что поднятие грунтовых вод происходит главным образом за счет фильтрации воды из головного канала и основных распределителей.

В отдельных местах на краях карьеров магистрального канала обнаружены выцветы солей. Нами установлено, что это легкорастворимые соли — хлориды и сульфаты. Означенные соли были обнаружены в карьере, проходящем через черноземные участки (близ распределителя), не говоря уже о карьере, проходящем в верхней части Кутулукской депрессии (у оврага Крутеньского), где хлориды и сульфаты в большом количестве выступают на бортах карьера. Таким образом, наряду с ис-

уклонным поднятием грунтовых вод, угрожающих заболачиванием почв, имеется основание утверждать, что здесь развивается и процесс засоления, который, несомненно, поведет к потере ценных земель и в первую очередь земель, прилегающих к солонцовым депрессиям.

При первом же взгляде на почвенную карту нижнего черноземного опытного поля (рис. 21) нетрудно увидеть, что и здесь солонцеватые черноземы и пятна солонцов приурочены к склонам лощин, связанным, по-видимому, в прошлом с засоленными частями первой надпойменной террасы Кутулуга.

Существовавший ранее микрорельеф, обусловивший в свое время распределение легкорастворимых солей, а следовательно, и формирование тех или иных почв, уже давно потерял свои начальные формы под влиянием длительной распашки. Поэтому топографическая карта даже с сечением рельефа через 20 см лишь в общих чертах (и то далеко не во всех случаях) отражает микрорельеф изучаемых полей. Отсюда, естественно, в отдельных местах на картах не следует искать прямой связи почвенных контуров с показаниями топографической основы.

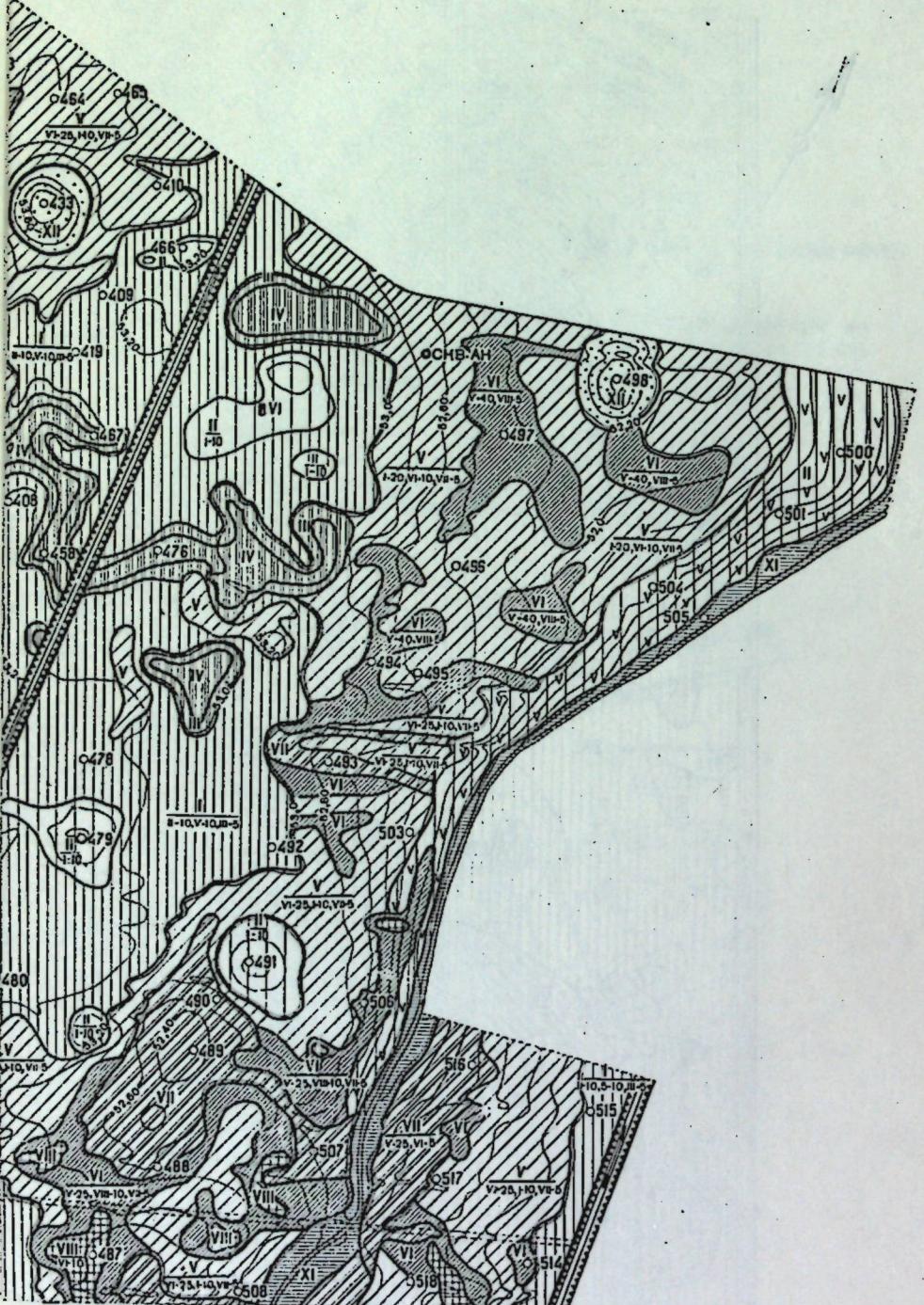
Несмотря на то, что при почвенной съемке черноземных опытных полей мы располагали довольно точной топографической основой с инструментально фиксированными почвенными разрезами, скважинами и пикетажем (расставленная сеть колышев в виде квадратов со сторонами, равными 100 м), перенесение почвенных контуров на карту в отдельных местах представляло нелегкую задачу. Особого внимания и большой затраты времени при картировании почв потребовали части опытных полей, занятые солонцеватыми черноземами и пятнами солонцов. В таких затруднительных для картирования местах применялся дополнительный, более дробный пикетаж и использовалось состояние культуры — люцерны, ржи, пшеницы. Упомянутые культуры, которыми в период картирования были заняты изучаемые поля, отчетливо выявляли размеры и конфигурацию солонцовых пятен, а также солонцеватых черноземов. Наиболее отчетливо обрисовывались контуры солонцов и солонцеватых черноземов под люцерной, особенно в период ее цветения; в это время, при отсутствии дождей, на пятнах солонцов и солонцеватых черноземов люцерна не только не имела цветов, но стебли ее увядали, а листья становились желтыми. Проверка размера и конфигурации почвенных контуров по состоянию культур производилась трижды, в различные вегетационные периоды — весной, летом и осенью; этот прием наблюдения за состоянием культуры позволил значительно уточнить почвенные контуры солонцов, солонцеватых черноземов и сильно эродированных почв.

Считаем уместным высказать здесь некоторые соображения по вопросу о значении топографической основы при различных масштабах почвенной съемки<sup>1</sup>. Нет нужды останавливаться на исключительно важном значении топографической карты с горизонталиями при почвенной съемке мелких и особенно крупных масштабов — этот вопрос освещен в работах многих исследователей и достаточно полно изложен в цитированных нами выше руководствах и отдельных указаниях по проведению полевых почвенных работ.

<sup>1</sup> А. А. Красюк считает масштаб 1 : 250 000 границей между съемкой мелкого масштаба и съемкой крупного масштаба; в крупномасштабной съемке он относит работы, произведенные в масштабе от 1 : 250 000 до 1 : 25 000; работы еще более крупного масштаба А. А. Красюк относит к съемке большой точности, для которой наиболее употребительными масштабами являются 1 : 10 000, 1 : 5 000 и реже 1 : 2 500.

так и в распределении растений и их видового состава. Влияние грунтовых вод сказалось особенно сильно в последние годы (начиная с 1941 г.), когда грунтовые воды стали подниматься вследствие фильтрации из





ты, произведенные в масштабе от 1 : 250 000 до 1 : 25 000; работы еще более крупного масштаба А. А. Красюк относит к съемке большой точности, для которой наибольшее употребительными масштабами являются 1 : 10 000, 1 : 5 000 и реже 1 : 2 500.

Изображение на почвенной карте горизонталей, как и некоторых топографических знаков, оврагов, рек, по нашему мнению, отнюдь не перегружает карту, как это считают некоторые исследователи, напротив, это как бы оживляет ее, делая без слов понятными многие особенности и закономерности, отраженные на почвенной карте.

Однако при масштабе почвенной съемки особо большой точности топографическая карта до известной степени теряет свое значение. Действительно, на рассмотренной ранее почвенной карте опытной территории мы наблюдали стройную корреляцию почвенного покрова с рельефом поверхности и абсолютными отметками местности, отраженными на топографической карте. На почвенных картах еще более крупного масштаба (1 : 1000), к числу которых относятся карты кутулусских опытных полей, уже нельзя видеть полной корреляции топографической и почвенной карт. Это объясняется, во-первых, тем, что многолетняя обработка сгладила большую часть элементов микрорельефа, во-вторых, еще и тем, что топографическая карта с сечением рельефа даже через 20 см дает лишь общее представление о поверхности и не отражает вариантов более мелких изменений микрорельефа, оказывающих большое влияние на распределение солей, а следовательно, и на формирование, а также на дальнейшее развитие того или иного вида почв и их разновидностей.

**Солонцовое опытное поле.** Солонцовое опытное поле расположено в восточной части Кутулукской солонцовой депрессии, в 200 м на восток от южного края пос. Кутулук. Наибольшая длина поля 630 м, ширина — 400—410 м; общая площадь равна 24,55 га (рис. 21).

Опытное поле представляет весьма слабый северный склон. Лишь в юго-восточном его углу, с отметками местности 55,20—54,00 м, склон этот становится более отчетливым, в остальной своей части, там, где на протяжении 400 м абсолютные отметки не падают ниже 52,20 м, уклон местности настолько мал, что уловить его на глаз невозможно. Рельеф поля равнинный; только в центральной части проходит с юга на север хорошо заметная лощина. Микрорельеф, напротив, выражен резко: вся поверхность представлена огромным количеством небольших ложбинок, замкнутых понижений, увальчиков и мелких бугорков самой разнообразной формы.

Площадь, отведенная под опытное поле, представляет собой целину. Только в некоторых местах ее в дождливые годы травы выкашиваются, остальная же часть используется как пастбище.

Сложность микрорельефа и большая чувствительность растений к степени увлажнения, засоленности и солонцеватости почв обусловили здесь большую мозаичность в распределении растительного покрова. Основными регуляторами распределения типов растительности, как известно, являются микрорельеф и зеркало грунтовых вод. Выпуклые элементы рельефа создают фон степной растительности, а ложбины, напротив, являются носителями лугового типа растительности. Обеспеченность поверхностью стоком — также важный фактор, бессточные впадины, в которые собираются атмосферные осадки с прилегающих склонов, обычно бывают в той или иной мере заболочены.

В Кутулукской солонцовой депрессии, в которой до орошения грунтовые воды находились на глубине 2,5—3 м, последние играли и сейчас еще играют решающую роль как в формировании почвенного покрова, так и в распределении растений и их видового состава. Влияние грунтовых вод сказалось особенно сильно в последние годы (начиная с 1941 г.), когда грунтовые воды стали подниматься вследствие фильтрации из

магистрального канала; в мае — августе 1944 г. грунтовые воды в изучаемой части солонцовой депрессии находились на глубине 1,5—2 м; к 1947 г. они поднялись еще выше — до 1,25—1,8 м.

Видовой состав растений зависит также и от количества осадков: в сухую осень доминирует степной тип растительности, придавая ксерофитный оттенок даже ассоциациям пониженных участков, при обилии же атмосферных осадков на первый план выступают элементы луговой растительности.

Ветровая эрозия, заметные насыщения золового происхождения, деятельность потоков дождевых и талых вод — все это еще больше усложняет картину распределения растительного покрова на солонцовом опытном поле.

Из растений преимущественное распространение здесь получили: *Artemisia maritima*, *Alyssum calycinum*, *Kochia (Bassia) sedoides*, *Artemisia austriaca*, *Agropyrum repens*, *Festuca sulcata*, *Statice Gmelini*; *Agropyrum prostratum*, *Kochia prostrata*, *Nostoc commune*.

Отдельные растительные ассоциации строго приурочены к элементам микрорельефа и к почвенному покрову.

Почвенный покров Кутулукского солонцового опытного поля настолько пестр, что даже при съемке в масштабе 1 : 500 не представляется возможным выделить здесь все почвенные разновидности в отдельные контуры, потому что нередко одним почвенным разрезом вскрываются две-три, а иногда и четыре почвенные разновидности. Выделение в самостоятельные контуры тех или иных почвенных разновидностей производилось с учетом морфологических особенностей, физико-химических и физических свойств почв, а также в зависимости от разнообразия и сложности потребных мелиораций.

Закономерность в распределении почв здесь такова.

Наиболее высокие отметки местности (55,2—53,7 м) имеют юго-восточный угол опытного поля с золово-злаковой ассоциацией. Здесь развиваются черноземы обыкновенные террасовые слабосолонцеватые. При этом даже на самых высоких местах в комплексе со слабосолонцеватой разновидностью в небольшом количестве (5—10%) находятся также и черноземы с явно выраженной солонцеватостью. Участки с несколько меньшими абсолютными отметками имеют до 25% солонцеватых черноземов; среди них уже встречаются небольшими пятнами солонцы (до 5% от площади контура). К черноземам обыкновенным слабосолонцеватым непосредственно прилегают черноземы террасовые солонцеватые; они занимают места с более низкими абсолютными отметками, однако ниже 53,7 м не спускаются. В комплекс с солонцеватыми террасовыми черноземами входят также слабосолонцеватые черноземы (до 25% от общей площади контура); в таких местах солонцы занимают около 10%.

В юго-восточной части опытного поля, слегка измятой плоскими лощинками, солонцеватые черноземы перекрыты аллювиально-делювиальными наносами; здесь площадь солонцов возрастает до 25%; кроме того появляется новый компонент — черноземы террасовые солонцеватые осолонцевавшие. Однако ни солонцы, ни осолонцевавшие черноземы выделить здесь самостоятельными контурами невозможно, так как микрорельеф, вследствие перекрытия этой площади наносами с вышележащих территорий, сильно сглажен. В виде отдельных самостоятельных площадей террасовые осолонцевавшие черноземы имеются лишь в сохранившихся лощинках, где развиваются слабосолонцеватые и солонцеватые черноземы.

На остальной части территории солонцового опытного поля все выровненные и слегка возвышенные места заняты черноземовидными луговыми почвами; на таких местах преобладают *Festuca sulcata* и *Kochia sedoides*, меньше *Artemisia austriaca*; фон серовато-зеленый. Повышения с волнистой поверхностью, занятые черноземовидными луговыми почвами солонцеватыми (и солончаковатыми), имеют полынно-злаковую ассоциацию: *Artemisia austriaca* — *Agropyrum repens* — *Festuca sulcata*; встречаются: *Artemisia maritima*, *Statice Gmelini*, *Nostoc commune*. Общий фон зеленово-серый от *Artemisia austriaca*.

Как правило, повышенные площадки заняты черноземовидными луговыми почвами, в пониженных же местах развиваются корковые солонцы; промежуточное положение между черноземовидными луговыми почвами и корковыми солонцами занимают солонцы средние и глубоко-столбчатые. Самые низкие, замкнутые бессточные понижения обычно заняты лиманическими заболоченными почвами.

Лощина, проходящая по середине опытного поля с юга на север, хорошо обеспеченная поверхностным стоком, занята черноземовидными луговыми почвами; при этом в наиболее пониженной ее части развиваются черноземовидные луговые почвы повышенного увлажнения. В лощине яркая зелень *Agropyrum repens*, разнотравье; здесь много также *Festuca sulcata* и *Artemisia austriaca*.

Отдельные разновидности корковых солонцов распределяются по территории опытного поля в такой зависимости: ровные площадки заняты корково-столбчатыми солонцами; на других участках, также выровненных, но с несколько более низкими (на 5—7 см) абсолютными отметками, распространены корково-глыбистые солонцы, а наиболее низкие места с затрудненным поверхностным стоком покрыты корково-крупноглыбистыми солонцами. При этом общий растительный фон на различных видах корковых солонцов резко выделяется. На корково-столбчатых солонцах в период наших работ большее распространение имел *Alyssum calycinum* (бурачок); растительная ассоциация *Artemisia maritima* — *Kochia sedoides*, причем *Kochia sedoides* здесь преимущественно зеленая; подчиненное место занимала *Festuca sulcata*, много *Nostoc commune*. Корково-глыбистые солонцы имеют ассоциацию *Kochia sedoides* — *Artemisia maritima*; *Kochia sedoides* здесь низкорослая (3—7 см), имеет красновато-фиолетовый цвет, создавая соответствующий фон, с редкими светло-серыми пятнами «бурачка». Обычно на таких местах в большом количестве встречаются водоросли *Nostoc commune* и чахлые экземпляры *Artemisia maritima*. На корково-крупноглыбистых солонцах развиваются высокие сочные экземпляры *Artemisia maritima* и в огромном количестве имеется водоросль *Nostoc commune* (после дождя покрывает всю поверхность почвы); встречаются отдельные экземпляры *Statice Gmelini*.

Такировидные солонцы-солончаки обычно занимают наклонные площадки различной экспозиции, однако нередко они находятся и на выровненных пониженных площадках.

Учитывая, что целевым назначением почвенной съемки на выделенном солонцовом опытном поле было обеспечение проведения опытов по освоению солонцовых территорий в орошаемом сельском хозяйстве, мы должны были выделить на карте по возможности все почвы в самостоятельные контуры, объединив в комплексные контуры только близкие в агромелиоративном отношении почвенные разновидности.

Выше было уже отмечено, что топографическая основа с горизонтальными при съемках большой точности с увеличением масштаба съемки до известной степени теряет свое значение — при большой комплексности

она не дает возможности точно отобразить на карте все имеющиеся многообразие почв. В этом мы особенно убедились при почвенной съемке Кутулукского солонцового поля, хотя и располагали высококачественной топографической основой масштаба 1 : 500, с сечением рельефа через 10 см.

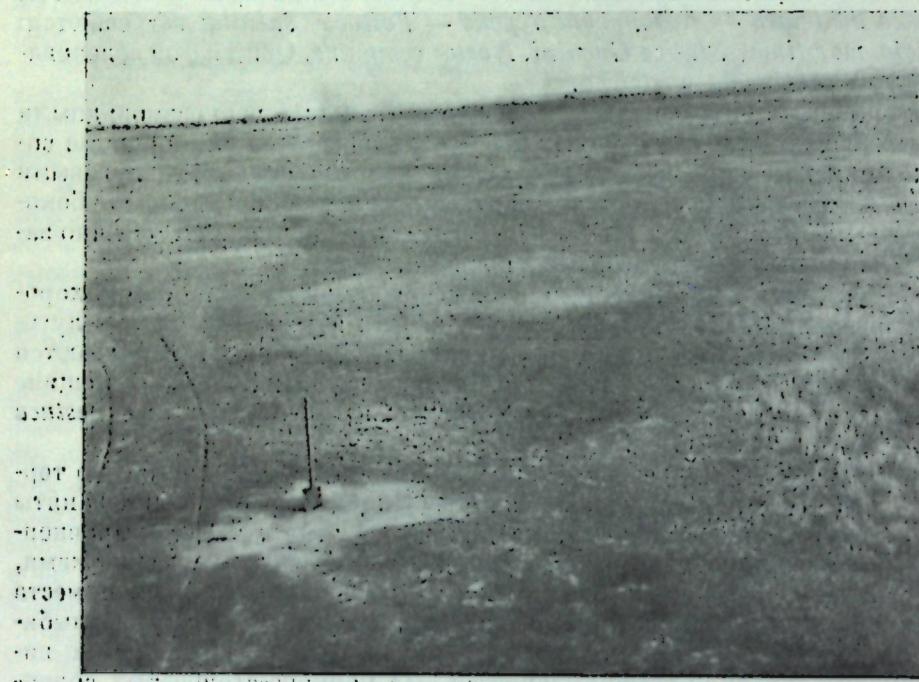


Рис. 22. Пятое такировидного солонца-солончака. Кутулукская солонцовая депрессия.

Кроме горизонталей, на этой основе были инструментально зафиксированы все почвенные разрезы со скважинами, а также был указан имеющийся в натуре никетаж — железные реперы, прочные деревянные столбы и колы с номерами, расположенные в шахматном порядке на расстоянии 50 м один от другого.

Получив в свое распоряжение копию с первого листа такой детальной топографической основы с достаточно большим количеством ориентиров, мы, однако, вскоре убедились, что составить по ней почвенную карту надлежащей точности невозможно. Применение еще более дробного никетажа и многократных промеров с целью определения размера и конфигурации почвенных контуров весьма сильно осложнило и замедлило работу по картированию. Кроме того, эти дополнительные приемы все же не давали достаточной уверенности в точности величины и особенно конфигурации выделяемых на карте почвенных контуров.

Оставался единственный, на наш взгляд, надежный прием — на месте инструментально на топографическую основу наилучше разработанных контуры растительных ассоциаций, что и было осуществлено топографическим отрядом при нашем участии.

Чтобы излишне не осложнить работу топографа, но в то же время получить основу с достаточными данными для составления почвенного плана

надлежащей точности, при топографической съемке инструментально фиксировались и наносились пунктирными контурами площадки с ярко-зеленою растительностью, занятые преимущественно типчаком (*Festuca sylvatica*), с обозначением внутри контура буквой «Ч»; довольно обширные площадки, занятые преимущественно бурачком (*Alyssum calycinum*) с обозначением буквой «Б»; контуры бессточных заболоченных низин с обозначением внутри контура буквой «Н». Кроме того, выделялись и обозначались буквой «Т» контуры такыровидных солонцов-солончаков — небольшие площадки, которые в то время были совершенно лишены растительности (рис. 22).

Реперы, столбы и колья были соединены между собой прямыми линиями путем неглубокой пропашки от одного пикета до другого. Таким образом, в шатре образовались клетки в  $2500 \text{ м}^2$  каждая с четко очерченными (плугом) сторонами.

Топографическая основа с такими дополнениями (рис. 23) значительно облегчила составление почевой почвенной карты<sup>1</sup>, а главное, она дала возможность с большой точностью изобразить на почвенной карте не только размеры, но и конфигурацию почвенных контуров, что было крайне необходимо для проведения дальнейших опытов на изучаемой площади.

Определив мелкими прикопками почвенную разновидность внутри растительного контура, инструментально нанесенного на топографическую основу, мы могли уже с уверенностью вносить необходимые корректиры и дополнения, расчленяя иногда один растительный контур на две или даже на три части. Так, например, в центральной части типчакового контура находится черноземовидная луговая почва; окаймленная глубокостолбчатым солонцом, который к периферии типчакового контура переходит в среднестолбчатый; последний сливается с корково-столбчатым солонцом, где произрастают уже преимущественно бурачок, а также *Kochia sedoides* и редкие кустики типчака. Сопоставляя почвенный план, представленный на рис. 24, и топографическую основу, легко убедиться, что многие контуры растительности, а также «такыры» и «шизы» строго совпадают с почвенными контурами как по величине, так и по конфигурации.

При небольших участках, предназначенных под опытные работы, требующих особую большой точности почвенной съемки, примененный нами прием — инструментальное нанесение на основу резко выделяющихся контуров растительных группировок, а на пахотных землях — нанесение контуров, выделяющихся по состоянию культур, — безусловно, доступен и, по нашему мнению, его необходимо применять. Само собой разумеется, что прием этот в известной мере осложняет работу топографа, но он, несомненно, себя оправдывает.

Отметим, что картирование почв в таком крупном масштабе, как 1 : 500, — работа весьма кропотливая и трудоемкая, даже при наличии описаний нами выше цепной топографической основы. Но зато, имея возможность наносить на карту контуры почв, весьма точные по величине и конфигурации их, исследователь получает полное удовлетворение от своего труда.

Располагая такой картой, можно уверенно проводить опытные работы и правильно оценивать их результаты.

<sup>1</sup> В настоящей работе мы даем, в виде примера, один лист этой карты, охватывающий площадь в 4,29 га.

При крупномасштабном картировании почв для хозяйственных целей (масштаб 1 : 25 000 и крупнее) только широкое использование биологического фактора (на целине — учет и фиксация отчетливо выделяющихся контуров растительных группировок, на пашне — пятен с угнетенной культурной растительностью) может обеспечить высокое качество почвенных планов. Точное написание на план-основу растительности может быть осуществлено не только «наземным» путем (мензулой), но и путем аэрофотосъемки; последний способ наиболее перспективен. При этом разработка вопроса о предварительной искусственной покраске отдельных растительных контуров перед аэрофотосъемкой, несомненно, даст возможность почвоведу с предельной точностью составлять почвенный план, на котором не только площади отдельных почвенных контуров, но и конфигурация их будут соответствовать натуре.

\* \* \*

Для успешного освоения территории солонцового опытного поля с учетом особенностей выделенных на планах почвенных разновидностей необходим дифференцированный подход при применении агромелиоративных мероприятий.

Если черноземовидные луговые почвы в большей своей части нуждаются только в улучшении условий дренажа, то площади, занятые солонцами, требуют химического воздействия с целью замены поглощенного натрия кальцием. При этом вносимые дозы гипса, извести или каких-либо других мелиорирующих веществ не должны быть одинаковыми для различных групп солонцов. Надо полагать, что наибольшие трудности встретятся при освоении под орошаемое сельское хозяйство солонцов корково-крупноглыбистых и лиманных заболоченных почв, где наряду с применением химических средств, повидимому, потребуется применение специальных мер механического и биологического воздействия.

#### Роль микрорельефа в формировании засоленных почв

Мезорельеф, как уже указывалось является, весьма важным условием почвообразования, так как им определяются состав почвенного покрова и дальнейшее его развитие на речных долинах черноземной полосы. Все замкнутые или полузамкнутые мезодепрессии, не обеспеченные поверхностным стоком атмосферной влаги, служат местами скопления легкорастворимых солей, поступающих с лежащих выше территорий. В долинах малых рек среднего Заволжья мезопонижения — депрессии чаще всего находятся на первых надпойменных террасах (имеющих наименьший уклон местности). В таких депрессиях всегда наблюдается комплексный почвенный покров. Здесь, внутри депрессий распределение почв обусловливается главным образом микрорельефом. При этом на формирование и развитие почв влияет не только первоначально существовавший микрорельеф, но также и те непрерывные изменения отдельных элементов микрорельефа, которые происходят в процессе почвообразования.

Результаты нивелировки почвенных профилей. При характеристике солонцового опытного поля нами была достаточно подробно рассмотрена закономерность распространения отдельных компонентов чрезвычайно нестрогого почвенного покрова; там же указывалось на существование тесной связи почвенного покрова с высотой местности, а также с общим характером и отдельными элементами микрорельефа.

Почвенный покров изменяется даже при очень незначительном изменении высоты отдельных элементов микрорельефа. Нами было произведено несколько нивелировочных ходов с максимально возможной точностью, при двух- и трехкратной повторности. Результаты этих нивелировок изображены на рис. 25 и 26.

Рассмотрим сначала распределение почв, представленных на профилях № 2 и 6.

Распределение почв здесь напоминает в миниатюре ту же картину распределения почвенного покрова, которую обуславливает и мезорельеф: положительные элементы освобождаются от солей, а отрицательные бессточные элементы, наоборот, накапливают соли. Профиль № 2 (рис. 26) пересекает замкнутое блюдцеобразное понижение, на самых низких отметках которого располагается такыровидный солонец-солончак (*Tk*); при незначительном повышении местности (2 см) уже наблюдается развитие солонцов корково-глыбистых (*CKG*), еще выше — солонцов корково-столбчатых (*CKC*) и, наконец, на самых высоких площадках развиваются незасоленные черноземовидные луговые почвы (*Чл*); при этом черноземовидным луговым почвам (на левой стороне рисунка) предшествуют еще солонцы столбчатые (*CC*), сперва средние, а затем глубокостолбчатые. Эта закономерность указывает на происходящий процесс рассоления депрессии. Такая же закономерность наблюдается и в профиле № 6, (рис. 25), заложенном в долинке речки Курноски, впадающей в р. М. Уран; здесь также на самых высоких местах развиваются черноземовидные луговые почвы, ниже — солонцы столбчатые, за ними — солонцы корково-столбчатые, далее — солонцы корково-глыбистые, еще ниже — такыровидные солонцы-солончаки и, наконец, в самом низком месте — типичные солончаки (мокрые).

Отмеченную в этих двух профилях закономерность можно считать основной, широко распространенной не только в пределах Кутулукского массива орошения, но и на других объектах местного стока в среднем Заволжье. Однако эта закономерность не единственная; встречается и другая, правда, мало распространенная закономерность, состоящая в том, что самые высокие места заняты такыровидными солонцами-солончаками или же солончаками. Примером такого распределения почв может служить профиль № 7 (рис. 25), заложенный нами в долинке речки Чесноковки, впадающей в р. М. Кинель. Профиль проходит перпендикулярно к речке Чесноковке; правый конец его со стороны речки представлен черноземовидной луговой почвой, к которой (с повышением местности от 100,00 до 100,11 м) примыкают сперва солонец корково-столбчатый, за ним солонец корково-глыбистый, а выше (в пределах 100,11—100,18 м) — такыровидный солонец-солончак. Далее влево, с уменьшением высотных отметок, профиль снова идет через те же группы солонцов и оканчивается черноземовидной луговой почвой, занимающей небольшую лощинку (склон лощинки перпендикулярен профилю), которая хорошо обеспечивает поверхностный сток атмосферной воды. Очевидно, засоленные воды речки Чесноковки транспортируют путем инфильтрации соли к небольшому прирусловому увалочку, лишенному растительного покрова, и здесь, под влиянием сильной инсоляции, соли выходят на поверхность; местами на этом увалочке имеются даже белые пятна пухлых солончаков. Повидимому, такая зависимость распределения почв от микрорельефа существует лишь при наличии процесса засоления — когда на тот или иной участок поступает значительное количество солей, а инсоляция и микрорельеф (положительные его элементы) способствуют концентрации этих солей.

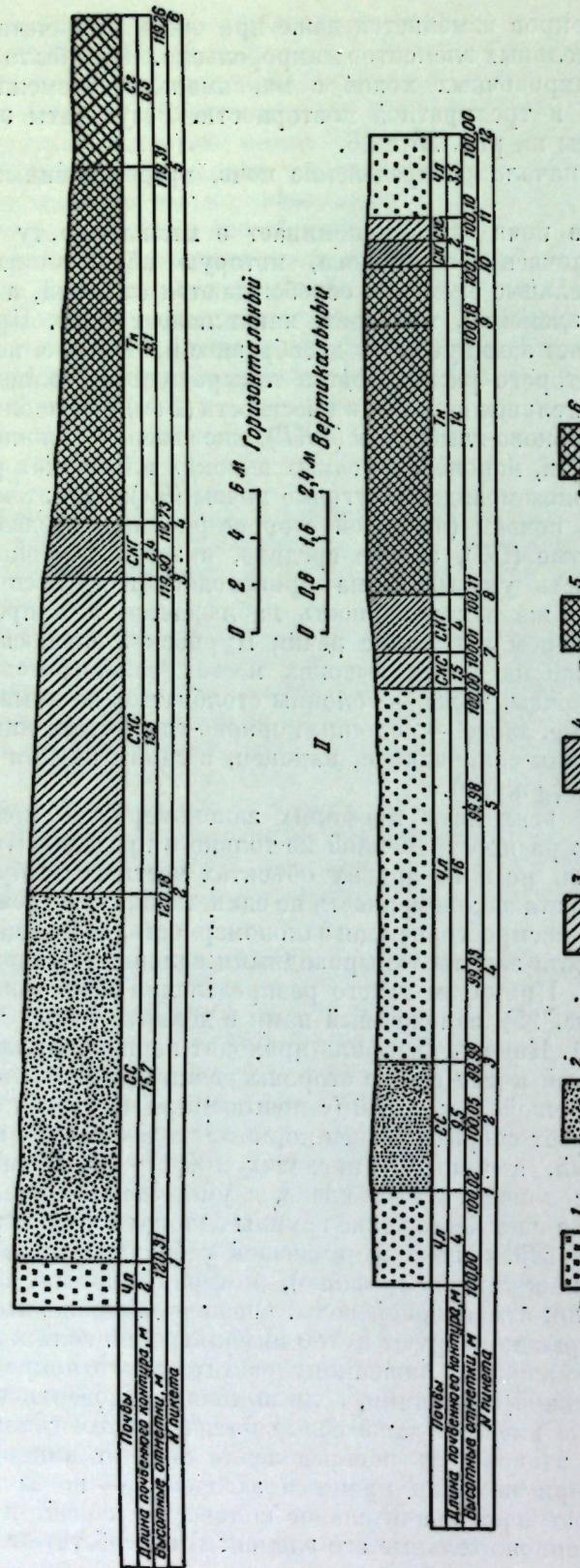


Рис. 25. I — профиль № 6, р. Курноска — приток М. Урана (Чкаловская область); II — профиль № 7, р. Чесноковка — приток р. М. Кипеля (Бугурусланский район); 1 — черноземовидные луговые почвы; 2 — солонцы средне- и глубокостолбчатые; 3 — солонцы коркоко-столбчатые; 4 — солонцы тякыровидные; 5 — солонцы-солончаки тякыровидные; 6 — солончаки.

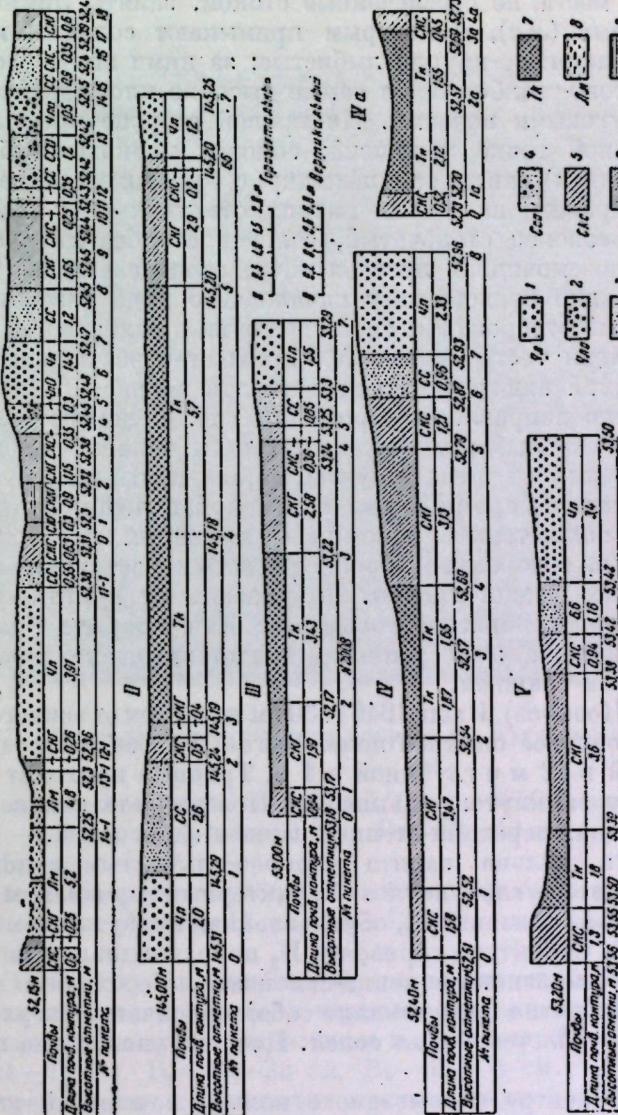


Рис. 26. I — профиль № 1, Кутулук — солонцовое опытное поле (правая сторона профилей № 2, долина р. Белый); II — профиль № 2, Кутулук — солонцовое опытное поле (Куйбышевская область); III — профиль № 3, Кутулук — солонцовое опытное поле (Куйбышевская область); IV — профиль № 4, Кутулук — солонцовое опытное поле (Куйбышевская область); IVa — профиль № 4a, попоречное сечение тактыра на профиле № 4 через шикет № 3; V — профиль № 5, Кутулук — солонцовое опытное поле (Куйбышевская область):  
1 — черноземовидные луговые почвы; 2 — солонцы средне- и глубокостолбчатые; 3 — солонцы коркоко-столбчатые; 4 — солонцы тякыровидные; 5 — солонцы-солончаки тякыровидные; 6 — лиманные заболоченные почвы; 7 — солонцы коркоко-прупноглинистые.

**Почвы, вскрытые траншесей.** Хотя Кутулукская солонцовая депрессия переживает стадию рассоления (на ней всюду наблюдается та преобладающая закономерность в распределении почв, которая отражена и рассмотрена нами на профилях № 2 и 6), однако мы и здесь встретили случай (правда, единственный) залегания солонца-солончака на положительном элементе микрорельефа. Это явление отражено на профиле № 1 (рис. 26). Здесь во всем профиле строго выдержано общая закономерность: самые низкие места, не обеспеченные стоком, заняты лиманными заболоченными почвами (*Lm*), к которым примыкают солонцы корково-глыбистые или же корково-крупноглыбистые; за ними выше располагаются солонцы корково-столбчатые, а самые высокие площадки заняты черноземовидными луговыми почвами. На правой стороне профиля эта закономерность в одной точке нарушена: солонец корково-глыбистый (вернее, солонец-солончак) занимает площадку с высотными отметками 52,45—52,44 м, а правее, на более низких отметках — от 52,42 до 52,45 м — залегают: солонец столбчатый, солонец столбчатый осолодевающий (*CCO*) и черноземовидная луговая почва осолодевающая (*ЧЛО*).

Этот пример наглядно представляет начало того хода развития засоленных почв, который отображен схемой эволюции в изложении ранее рабочей гипотезы. Правая часть профиля № 1 проходит через кольцеобразное повышение, внешний вид которого представлен на рис. 27 (пунктиром на фото обозначено направление профиля № 1). В центре «кольца» (под лаптой) — корково-глыбистый солонец (почти солонец-солончак), имеющий на фото вид светлого пятна округлой формы, почти голого, с редкими низкорослыми экземплярами кохии и морской полыни. Это пятно находится в кольце с более темным фоном черноземовидных луговых почв и столбчатых солонцов, с довольно хорошо развитым растительным покровом, в котором преобладает типчак. По указанному пунктиром направлению через все кольцеобразное повышение была прорыта траншея. Схематизированная картина этой траншееи представлена на рис. 28. Приводим описание этой траншееи.

**Разрез 2020 (П. М. Новиков).** Июль 1946 г. 300 м на восток от южного конца пос. Кутулук; солонцовое опытное поле. Выгон. Разрез представляет собой траншею длиной в 12 м и глубиной в 1 м. Траншея проходит через центр кольцеобразного замкнутого повышения. Поверхность занизелирована и сфотографирована; передняя стенка траншееи зарисована.

Центральная часть кольца занята корково-глыбистым солонцом, образующим небольшое круглое пятно. Характерным признаком этой почвы является рыхлость горизонта  $B_2$ , обусловленная присутствием большого количества солей. Структура горизонта  $B_2$  пороховидная. Эта часть профиля еще сохраняет признаки солонца-солончака. Необходимо иметь в виду, что в 1941 г. это пятно представляло собой солончак, поверхность которого была покрыта налетом белых солей. Цвет верхних слоев почвы бурковато-серый.

По обе стороны от центра описываемого кольца почвенный покров изменяется: с левой стороны с постепенным повышением местности солонец-солончак переходит в корково-столбчатый солонец и далее, через глубокостолбчатый солонец, в черноземовидную луговую слабосолонцеватую почву; с правой, через глубокостолбчатый осолодевший солонец, — в черноземовидную солонцеватую осолодевшую почву. За пределами кольца в обе стороны опять наблюдается постепенный переход через глубоко- и среднестолбчатый солонец в корково-глыбистый, причем с правой стороны траншееи — в корково-глыбистый, а с левой (где наиболее выражено понижение) — в корково-крупноглыбистый солонец.

Взятые нами для исследования почвы имеют такие мощности генетических горизонтов:

- 1) солонец корково-крупноглыбистый (разр. 2020-1, скв. № 1):  $A_d$  — 0—2 см,  $B_1$  — 2—15 см,  $B_2$  — 15—40 см,  $B_3C$  — 40—70 см,  $C$  — ниже 70 см;
- 2) черноземовидная луговая почва слабосолонцеватая (разр. 2020-2, скв. № 2, пикет № 6):  $A_d$  — 0—4 см,  $A_1$  — 4—16 см,  $B_1$  — 16—29 см,  $B_2$  — 29—53 см,  $B_3C$  — 53—90 см,  $C$  — ниже 90 см;



Рис. 27. Общий вид растительного покрова на Кутулукской солонцовой депрессии.

3) солонец корково-глыбистый (разр. 2020-3, скв. № 3, пикет № 9):  $A_d$  — 1—1,5 см,  $B_1$  — 1,5—13 см,  $B_2$  — 13—43 см,  $B_3$  — 43—55 см,  $B_3C$  — 55—115 см;

4) солонец глубоко-столбчатый осолодевающий (разр. 2020-4, скв. № 4):  $A_d$  — 0—4 см,  $A_2$  — 4—12 см,  $B_1$  — 12—26 см,  $B_2$  — 26—50 см,  $B_3C$  — 50—100 см.

Солонец глубокостолбчатый осолодевающий постепенно переходит (правая сторона траншееи) в черноземовидную луговую почву солонцеватую осолодевающую; мощности ее горизонтов:  $A_d$  — 0—4 см,  $A_1$  — 4—11 см,  $A_2$  — 11—18 см,  $B_1$  — 18—32 см,  $B_2$  — 32—54 см.

Характерные особенности черноземовидной луговой почвы осолодевающей следующие: наличие белесого подгоризонта  $A_2$  с пластинчато-комковатой непрочкой структурой. Ниже подгоризонта  $A_2$  структура ореховато-призмовидная; чрезвычайная плотность горизонта  $B_3C$ .

Во всей траншее под солонцовым горизонтом наблюдается сложение слитое, чрезвычайно плотное, обусловленное, повидимому, наличием кремнезема, растворимого в щелочной среде. Линия вскипания изменяется в связи с изменением вида почв: она выше всего (с поверхности) в корково-глыбистом солонце, а ниже всего (с 30 см) — в черноземовидной луговой почве осолодевающей; в глубокостолбчатом солонце

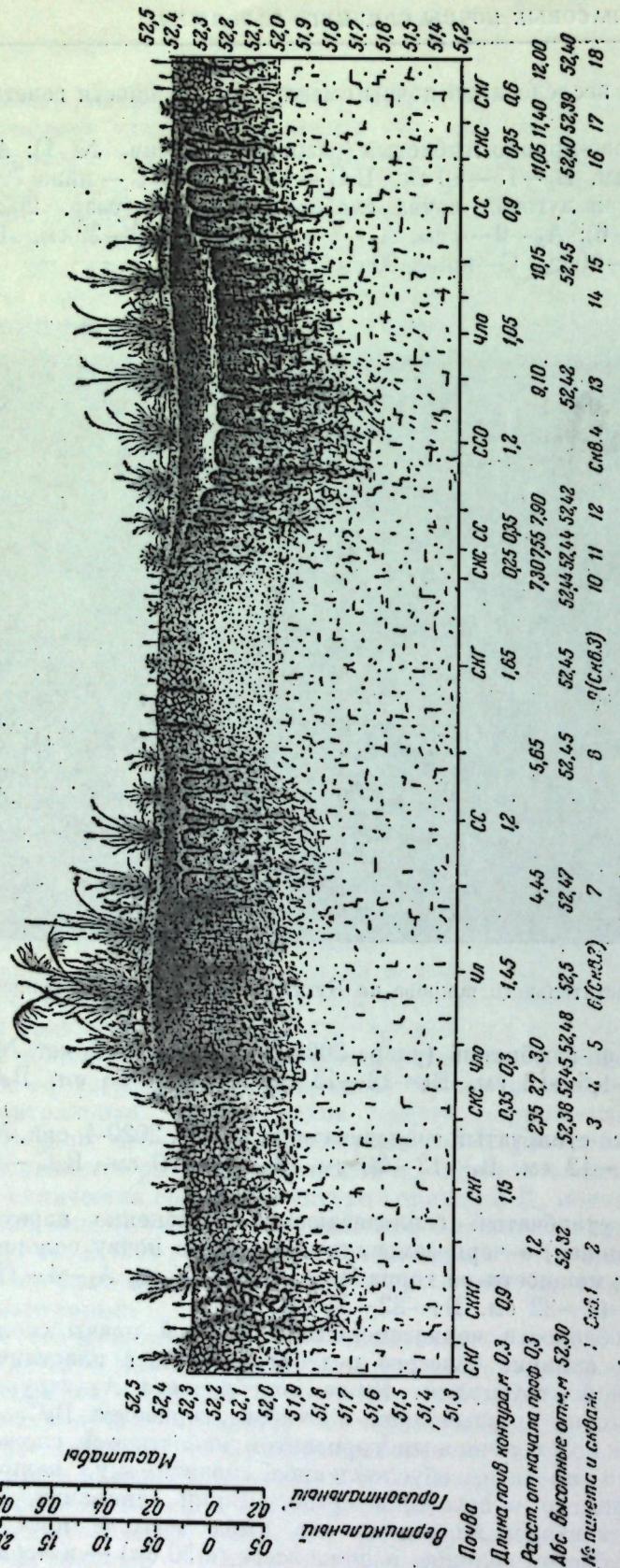


Рис. 28. Разрез по диаметру кольцеобразного полынишения на Кутулукской солончаковой депрессии (рис. П. М. Нопикова):  
СКГ — солончак корково-глыбистый; СКГГ — солончак корково-крупноглыбистый; ЧЛО — черноземовидная луговая почва;  
ЧЛ — солончак осолоневающий; ЧЛЮ — солончак столбчатый; ЧЛЮГ — солончак корково-столбчатый; ЧЛЮГГ — солончак корково-крупноглыбистый столоватый; ЧЛЮГГГ — солончак корково-крупноглыбистый столоватый.

и черноземовидной солонцеватой почве вскипание — с 25 см. В центре и теперь еще заметны на поверхности выцветы белых солей (разр. 2020-3). В столбчатых солонцах, в левой части траншеи, местами на глубине 20—30 см видны серые скопления кристаллов гипса.

Все почвы траншеи на глубину до 150 см — тяжелосуглинистые; глубже порода становится более легкой по механическому составу и, согласно данным, полученным при помощи буровых скважин, переходит в слойстые древнеаллювиальные отложения. Темная окраска органическим веществом резко выделяется в черноземовидных луговых почвах и в глубокостолбчатом солонце. Структура в подгоризонте  $B_1$  из столбчатой (в солонцах) переходит постепенно, теряя свою прочность и плотность, через глыбисто-призматическую в призмовидно-комковатую — в черноземовидные луговые почвы. Наибольшая трещиноватость свойственна корково-крупноглыбистым солонцам; трещины шириной в 7—8 см (с поверхности) постепенно становятся уже, проникая в глубину на 50—60 см. Основная растительность: на наиболее возвышенной части кольца (черноземовидная луговая почва) произрастают типчак, ковыль-волосатик, австрийская полынь; с правой стороны, на осолоневающих почвах, — типчак, полынь австрийская, чырей; на глубокостолбчатом солонце — типчак и австрийская полынь; на корково-глыбистом солонце — отдельные чахлые экземпляры *Kochia sedoides* и морской полыши. На поверхности находится водоросль *Nostoc commune*, особенно много ее на корково-глыбистых солонцах.

В дне траншеи пробурено три скважины.

Разрез 2020-1 — корково-крупноглыбистый солонец.

115—150 см	Желто-бурый, очень плотный, влажный; глинистый.
150—165 см	Желто-бурый, плотный, очень влажный; легкосуглинистый.
165—170 см	Желто-бурый, плотный, мокрый; супесчаный.
170—185 см	Желто-бурый, плотный, очень мокрый; глинистый.
С 185 см	Грунтовая вода.

Установившийся уровень грунтовой воды 155 см.

Разрез 2020-2 — черноземовидная луговая почва.

115—125 см	Желто-бурый, очень плотный, свежий; тяжелосуглинистый.
125—165 см	Желто-бурый, очень плотный, слегка влажный; тяжелосуглинистый, почти глина.
165—170 см	Желто-бурый, очень плотный, сырой, глинистый.
170—175 см	Желто-бурый, плотный, сырой; супесчаный.
175—190 см	Желто-бурый, плотный, мокрый; легкосуглинистый.
190—195 см	Желто-бурый, мокрый, плотный; среднесуглинистый.
195—205 см	Желто-бурый, очень мокрый, плотный; глинистый.

Установившийся уровень грунтовой воды — 180 см.

Разрез 2020-3 — в центре кольца, под корково-глыбистым солонцом.

100—110 см	Желто-бурый, свежий, очень плотный; суглинистый.
110—120 см	Желто-бурый, очень плотный, свежий, глинистый.
120—160 см	То же, но слабоплажный.
160—170 см	То же, но влажность больше — сырой.
170—180 см	Желто-бурый, очень плотный, сырой; тяжелосуглинистый.
180—200 см	Желто-бурый, плотный, мокрый; тяжелосуглинистый.
200—240 см	Желто-бурый, плотный, мокрый; глинистый.

Установившийся уровень грунтовой воды — 178 см.

Данные механического анализа (табл. 104) показывают, что вскрытые траншеей почвы относятся к тяжелосуглинистым; в них преобладает крупнопылеватая фракция и много ила, следовательно, мы имеем здесь дело с иловато-крупнопылеватыми тяжелыми суглинками. При этом в иллювиальном горизонте осолоневающего глубокостолбчатого солонца

Таблица 104  
Механический состав почв, вскрытых траншеей

Маршрут	Горизонт и глубина залегания образца, см	Глубина, м	Потеря при обработке HCl	Фракции (диаметры частиц в мм)						Сумма фракций (размеры частиц в мм)					
				> 0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	< 0,001	> 0,01	0,01	< 0,01	> 0,05	0,05—0,005	< 0,005
2020-3	A 0—1,5	1,7	1,2	20,5	7,6	39,2	9,5	12,0	10,0	67,3	31,5	28,1	48,7	22,0	
	B <sub>1</sub> 1,5—13	2,9	2,3	18,2	5,5	34,9	5,2	4,2	29,7	58,6	39,1	23,7	40,1	33,9	
	B <sub>2</sub> 15—25	3,9	4,7	14,3	6,7	30,5	3,6	24,4	15,8	51,5	43,8	21,0	34,1	40,2	
	B <sub>3</sub> 30—40	3,2	11,9	12,4	8,9	34,0	5,9	15,5	11,4	55,3	32,8	21,3	39,9	26,9	
	BC 60—65	2,1	18,0	12,6	6,1	30,6	3,2	17,2	12,3	49,3	32,7	18,7	33,8	29,5	
	C 90—100	2,1	16,7	15,0	8,7	29,4	6,5	19,5	4,2	53,1	30,2	23,7	35,9	23,7	
2020-4	A <sub>1</sub> 0—4	2,7	1,8	17,4	5,8	38,2	3,7	17,8	15,3	61,4	36,8	23,2	41,9	33,1	
	A 5—12	2,0	1,4	16,8	7,2	38,2	7,9	16,2	12,3	62,2	36,4	24,0	46,1	28,5	
	B <sub>1</sub> 12—22	2,6	3,4	14,0	5,3	27,8	3,9	17,9	27,7	47,1	49,5	19,3	31,7	45,6	
	B <sub>2</sub> 26—36	3,3	12,5	10,2	4,0	37,9	4,0	9,9	21,5	52,1	35,4	14,2	41,9	31,4	
	B <sub>3</sub> 60—65	1,9	17,4	12,1	6,0	31,5	4,0	18,0	11,0	49,6	33,0	18,1	35,5	29,0	
	C 90—100	1,9	15,0	22,2	13,9	25,5	6,3	7,6	9,5	61,6	23,4	36,1	31,8	17,1	

значительно повышено количество тонких механических фракций, что вполне согласуется с происходящим здесь процессом осолондения.

Результаты анализов водных вытяжек и данные некоторых химических анализов, полученные для почв траншеи, приведены в табл. 105. В самом поверхностном слое корково-глыбистых солонцов (в корочках разрезов 2020-1 и 2020-3) до глубины 1,5—2 см гумуса содержится больше 3%, ниже количество его снижается до 2%.

Наибольшее содержание гумуса наблюдается в верхних слоях черноземовидной луговой почвы (разр. 2020-2) и осолондевающего солонца (разр. 2020-4). При описании этих почв нами указывалось, что поверхностный слой их, мощностью около 4 см, представляет собой образование золового происхождения; генетически он не связан с профилем почвы, повидимому, и гумус самого верхнего слоя в большей своей части принесен сюда с окружающих территорий («черные бури»). Если учесть это обстоятельство, то следует признать, что по количеству гумуса черноземовидная луговая почва значительно (в 1,5 раза) превосходит глубокостолбчатый солонец; да и лежащие ниже слои в черноземовидной почве богаче гумусом, чем в солонце. Это явление тесно связано и с растительным покровом: на черноземовидной луговой почве кустики типчака гуще и выше, а кроме того, на них часто встречаются и экземпляры ковыля-волосатика, что на глубоких солонцах наблюдается крайне редко.

Вскрытые траншеи почвы особенно резко различаются по величине содержания поглощенного натрия.

Слабая солонцеватость черноземовидной луговой почвы, выявленная на основании морфологических признаков при полевом исследовании, подтверждается также и аналитическими данными: в подгоризонте B<sub>1</sub> на долю поглощенного натрия приходится 5,03% от емкости поглощения.

Глубокостолбчатый осолондевающий солонец в этом отношении сильно отличается от черноземовидной луговой почвы: содержание поглощенного натрия в подгоризонте B<sub>1</sub> составляет около 50% от емкости поглощения,

а в подгоризонте B<sub>2</sub>, на глубине 26—36 см, на поглощенный натрий приходится 68%. Таким образом, под влиянием растительности солонец теряет присущие ему отрицательные свойства сначала только в самой верхней части почвенного профиля (0—12 см), долго сохраняя морфологические признаки и химические особенности солонца в остальной части профиля.

Поглощенный натрий в корково-глыбистых солонцах является доминирующим катионом. Уже в самом поверхностном слое этих солонцов (в корочке) на долю поглощенного натрия приходится больше 15%, ниже величина содержания натрия сильно возрастает: на глубине 2—15 см в корково-крупноглыбистом солонце она составляет уже больше 26% от емкости поглощения, а в корково-глыбистом солонце (разр. 2020-3)— около 80%; ниже 20 см как в том, так и в другом разрезе на натрий приходится больше 90%, т. е. здесь почти вся коллоидная часть насыщена ионом натрия.

Хотя описываемые четыре пункта находятся на протяжении всего лишь 8 м, солевой режим почв в этих пунктах также резко различен (рис. 29).

Сода в солонцах корково-глыбистых имеется почти в самых верхних слоях (2—15 см), тогда как в осолондевающем солонце она встречается на глубине 40—50 см, а в черноземовидной луговой почве — только в самом конце первого метра. Общая щелочность в корковых солонцах большая: в горизонте B она составляет более 0,25%, причем щелочность обусловлена здесь присутствием преимущественно бикарбонатов щелочных металлов. Количество хлора в почвах траншеи (на некоторой глубине) составляет 0,01—0,62%; сульфаты обнаруживаются в значительно больших величинах, в корково-глыбистых солонцах SO<sub>4</sub> более 8 м-экв., т. е. около 0,4%. Таким образом, характер засоления может быть охарактеризован как содово-сульфатный.

Грунтовые воды, исследованные в трех точках траншеи (табл. 106), относятся к группе слабо минерализованных.

Отдельные мелкие пятна засоленных почв, несомненно, усиливают минерализацию грунтовых вод, но если общим потоком воды удаляются, а потому минерализация вод не достигает больших размеров.

Все же состав солей грунтовых вод солонцовой депрессии таков (содово-сульфатный), что при поднятии уровня грунтовых вод может привести к засолению почв, окружающих солонцовую депрессию.

Основываясь на сочетании отдельных компонентов сложного комплекса почв, на связи их с элементами микрорельефа, с растительностью и высотными отметками, а также на аналитических данных, мы приходим к заключению, что исходной причиной формирования тех или иных почв на засоленных депрессиях является микрорельеф, перераспределяющий по своим элементам легкорастворимые соли. При этом в самом микрорельефе происходит непрерывные изменения: отрицательные элементы рельефа, с выносом из них солей и с постепенным уплотнением рыхлых засоленных толщ, поникаются; повышенные же элементы после смытания солей заселяются растениями, обогащаются их остатками, задерживают на поверхности приносимые ветром и водами мелкие частицы почвы, что приводит к еще большей дифференциации отдельных элементов микрорельефа.

Признавая важное значение микрорельефа как фактора формирования и развития почв на засоленных территориях, мы отнюдь не считаем, что исходный микрорельеф является единственным фактором, благодаря которому создается нестрата почвенного покрова на означенных

Химический состав почв, вскрытых траншами  
(образцы взяты из четырех точек транши разреза 2020)

Вид анализа	Единица измерения	Солонец корново-крупнозернистый				
		Глубина взятия				
		0-2	2-15	20-30	30-40	45-55
Гумус по Кюнду . . . . .	%	3,43	1,96	1,44	0,98	0,34
CO <sub>2</sub> . . . . .	%	—	—	—	—	—
Поглощенный натрий . . . . .	% м.-экв.	0,111 4,82	0,105 4,57	0,361 15,70	0,335 14,57	—
Емкость поглощения . . . . .	% м.-экв.	0,727 31,61	0,392 17,04	0,382 16,61	0,350 15,22	—
Натрий от общей емкости . . . . .	%	15,19	26,82	94,58	95,73	—
Водная вытяжка (часовая)						
Сухой остаток . . . . .	%	0,129	0,198	0,491	0,603	—
Щелочность общая в HCO <sub>3</sub> ' . . . . .	% м.-экв.	0,065 1,06	0,111 1,82	0,229 3,75	0,264 4,33	—
Щелочность от бикарбонатов щелочных земель в HCO <sub>3</sub> ' . . . . .	% м.-экв.	0,027 0,44	0,047 0,77	0,024 0,39	0,079 1,29	—
Щелочность от бикарбонатов щелочных металлов в HCO <sub>3</sub> ' . . . . .	% м.-экв.	0,038 0,62	0,064 1,04	0,205 3,36	0,185 3,03	—
Щелочность от норм. карбонатов в CO <sub>3</sub> " . . . . .	% м.-экв.	Нет 0,26	0,008 0,86	0,026 0,96	0,029	—
Водорастворимый гумус . . . . .	%	0,020	0,025	0,046	0,057	—
Cl' . . . . .	% м.-экв.	0,005 0,14	0,014 0,39	0,011 0,31	0,017 0,48	—
SO <sub>4</sub> " . . . . .	% м.-экв.	0,010 0,20	0,014 0,29	0,084 1,74	0,117 2,43	—
Ca" . . . . .	% м.-экв.	0,019 0,94	0,006 0,29	0,025 1,24	0,012 0,59	—
Mg" . . . . .	% м.-экв.	0,005 0,41	0,003 0,24	0,007 0,57	0,004 0,32	—
Сумма анионов . . . . .	м.-экв.	1,40	2,50	5,80	7,23	—
Сумма катионов . . . . .	м.-экв.	1,35	0,53	1,81	0,91	—
K + Na по разности . . . . .	м.-экв.	0,05	1,97	3,99	6,32	—

шней. Кутулукское солонцовое опытное поле  
в пересчете на высушеннную при 100–105° павеску)

образца, см	глыбистый (разр. 2020-1)				Черновесомидная луговая почва слабосолонцеватая (разр. 2020-2)												
	Глубина взятия образца, см				60–65	95–100	115–125	145–155	0–4	4–15	20–25	30–40	45–50	60–65	95–100	115–125	165–170
					0,37	—	—	—	6,76	6,12	3,37	1,12	0,97	0,38	—	—	—
					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
					—	—	—	—	0,012 0,52	0,013 0,56	0,023 1,00	0,016 0,69	—	—	—	—	—
					—	—	—	—	0,507 22,04	0,600 26,09	0,459 19,96	0,327 14,22	—	—	—	—	—
					—	—	—	—	2,37	2,15	5,03	4,86	—	—	—	—	—
					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
					0,302	0,212	0,214	0,200	0,123	0,104	0,088	0,103	—	0,449	0,194	0,194	0,156
					0,163 2,67	0,118 1,93	0,113 1,85	0,077 1,26	0,042 0,68	0,053 0,86	0,044 0,72	0,047 0,77	—	0,084 1,37	0,094 1,54	0,084 1,37	0,072 1,18
					0,098 1,61	0,063 1,03	—	—	0,028 0,46	0,043 0,70	0,023 0,38	0,037 0,61	—	0,030 0,49	0,054 0,89	—	—
					0,065 1,06	0,055 0,90	—	—	0,014 0,22	0,010 0,16	0,021 0,34	0,010 0,16	—	0,054 0,88	0,040 0,65	—	—
					0,065 2,14	0,034 1,12	0,017 0,56	0,010 0,32	Нет	Нет	Нет	Нет	—	Нет	0,018 0,59	0,006 0,20	0,007 0,24
					0,008 0,22	0,008 0,22	Следы	0,005 »	0,004 0,14	0,004 0,11	0,015 0,42	—	0,007 0,20	0,005 0,14	0,002 0,05	Следы	
					0,028 0,58	0,015 0,31	0,015 0,31	0,016 0,33	0,021 0,43	0,015 0,31	0,025 0,52	0,024 0,50	—	0,008 0,16	0,012 0,25	0,034 0,71	0,017 0,35
					0,010 0,49	0,012 0,59	0,003 0,17	0,005 0,26	0,018 0,89	0,017 0,84	0,013 0,64	0,012 0,59	—	0,013 0,64	0,009 0,44	0,006 0,30	0,004 0,22
					0,006 0,49	0,010 0,82	0,002 0,17	0,005 0,17	0,005 0,41	0,005 0,41	0,004 0,32	0,003 0,24	—	0,006 0,49	0,004 0,32	0,002 0,17	0,002 0,17
					3,47	2,46	2,16	1,50	1,25	1,28	1,35	1,69	—	1,73	1,93	2,10	1,53
					0,98	1,41	0,34	0,43	1,30	1,25	0,96	0,83	—	1,13	0,76	0,46	0,39
					2,49	1,05	1,82	1,16	—	0,03	0,39	0,86	—	0,60	1,17	1,64	1,14

Таблица 105 (продолжение)

Вид анализа	Единица измерения	Солонец иорково-		
		Глубина взятия		
		0—1,5	1,5—13	15—25
Гумус по Кюону . . . . .	%	3,76	2,05	0,93
CO <sub>2</sub> . . . . .	%	0,07	0,52	0,85
Поглощенный натрий . . . . .	м.-экв.	0,034 1,47	0,284 12,30	0,368 16,00
Емкость поглощения . . . . .	м.-экв.	0,191 8,20	0,355 15,40	0,460 20,00
Натрий от общей емкости . . . . .	%	17,83	79,87	80,00
<b>Водная вытяжка (часовая)</b>				
Сухой остаток . . . . .	%	0,117	0,539	1,088
Щелочность общая в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> . . . . .	м.-экв.	0,051 0,83	0,475 2,86	0,266 4,36
Щелочность от бикарбонатов щелочных земель в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> . . . . .	м.-экв.	0,014 0,23	0,105 1,72	0,125 2,05
Щелочность от бикарбонатов щелочных металлов в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> . . . . .	м.-экв.	0,037 0,60	0,070 1,14	0,141 2,31
Щелочность от норм. карбонатов в CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> . . . . .	м.-экв.	Нет	Следы	0,012 0,39
Водорастворимый гумус . . . . .	%	0,020	0,075	0,093
Cl <sup>-</sup> . . . . .	м.-экв.	0,004 0,11	0,021 0,59	0,021 0,59
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> . . . . .	м.-экв.	0,000 0,18	0,091 1,89	0,399 8,30
Ca <sup>++</sup> . . . . .	м.-экв.	0,011 0,54	0,023 1,14	0,016 0,79
Mg <sup>++</sup> . . . . .	м.-экв.	0,004 0,32	0,008 0,65	0,010 0,82
Сумма анионов . . . . .	м.-экв.	1,12	5,34	13,25
Сумма катионов . . . . .	м.-экв.	0,86	1,79	1,61
K + Na по разности . . . . .	м.-экв.	0,26	3,55	11,64

	глинистый (разр. 2020-3)						Солонец глубиностолбчатый осололевающий (разр. 2020-4)							
	образца, см						Глубина взятия образца, см							
	30—40	45—55	60—65	90—100	120—130	160—170		0—4	5—12	12—22	26—36	40—50	60—65	90—100
	0,62	0,38	0,30	—	—	—	6,00	3,97	1,96	1,09	0,73	0,33	—	
	4,21	7,21	7,31	7,00	—	—	0,11	0,01	0,02	4,51	6,49	6,86	6,10	
	0,322	—	—	—	—	—	0,011	0,011	0,218	0,210	—	—	—	
	14,00	—	—	—	—	—	0,47	0,47	9,46	9,11	—	—	—	
	0,350	—	—	—	—	—	0,380	0,272	0,438	0,310	—	—	—	
	15,22	—	—	—	—	—	16,52	11,83	19,04	13,48	—	—	—	
	92,11	—	—	—	—	—	2,91	4,12	49,79	67,73	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	0,923	—	0,574	0,406	0,356	0,294	0,159	0,102	0,115	0,609	—	0,362	0,230	
	—	—	0,226	0,146	0,150	0,145	0,032	0,032	0,035	0,126	—	0,428	0,133	
	3,70	—	2,83	2,39	2,46	2,38	0,52	0,52	0,57	2,06	—	2,09	2,18	
	0,088	—	0,092	0,070	—	—	0,020	0,015	0,016	0,063	—	0,031	0,019	
	1,44	—	1,51	1,15	—	—	0,33	0,25	0,26	1,03	—	0,50	0,32	
	0,138	—	0,081	0,076	—	—	0,012	0,017	0,019	0,063	—	0,097	0,114	
	2,26	—	1,32	1,24	—	—	0,19	0,27	0,31	1,03	—	1,59	1,86	
	0,017	—	0,061	0,045	0,041	0,013	Нет	Нет	Нет	Нет	—	0,025	0,023	
	0,56	—	2,01	1,48	0,36	0,44	—	—	—	—	—	0,82	0,76	
	0,021	—	0,012	0,009	—	—	0,009	0,004	0,007	0,014	—	0,009	0,009	
	0,59	—	0,33	0,25	—	—	0,25	0,11	0,20	0,39	—	0,25	0,25	
	0,332	—	0,204	0,113	0,064	0,015	0,044	0,015	0,019	0,057	—	0,116	0,037	
	6,90	—	4,24	2,35	1,33	0,31	0,91	0,31	0,39	1,48	—	2,41	0,77	
	0,013	—	0,016	0,010	0,006	0,005	0,014	0,010	0,012	0,018	—	0,009	0,010	
	0,64	—	0,79	0,49	0,30	0,27	0,69	0,49	0,59	0,89	—	0,44	0,49	
	0,010	—	0,008	0,006	0,001	0,008	0,009	0,005	0,004	0,008	—	0,003	0,008	
	0,82	—	0,65	0,49	0,08	0,67	0,74	0,41	0,32	0,65	—	0,24	0,65	
	11,10	—	7,40	4,99	3,79	2,69	1,68	0,94	1,16	3,63	—	4,75	3,20	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	1,46	—	1,44	0,98	0,38	0,44	1,43	0,90	0,91	1,54	—	0,68	1,14	
	9,73	—	5,96	4,01	3,41	2,25	0,25	0,04	0,25	2,09	—	4,07	2,06	

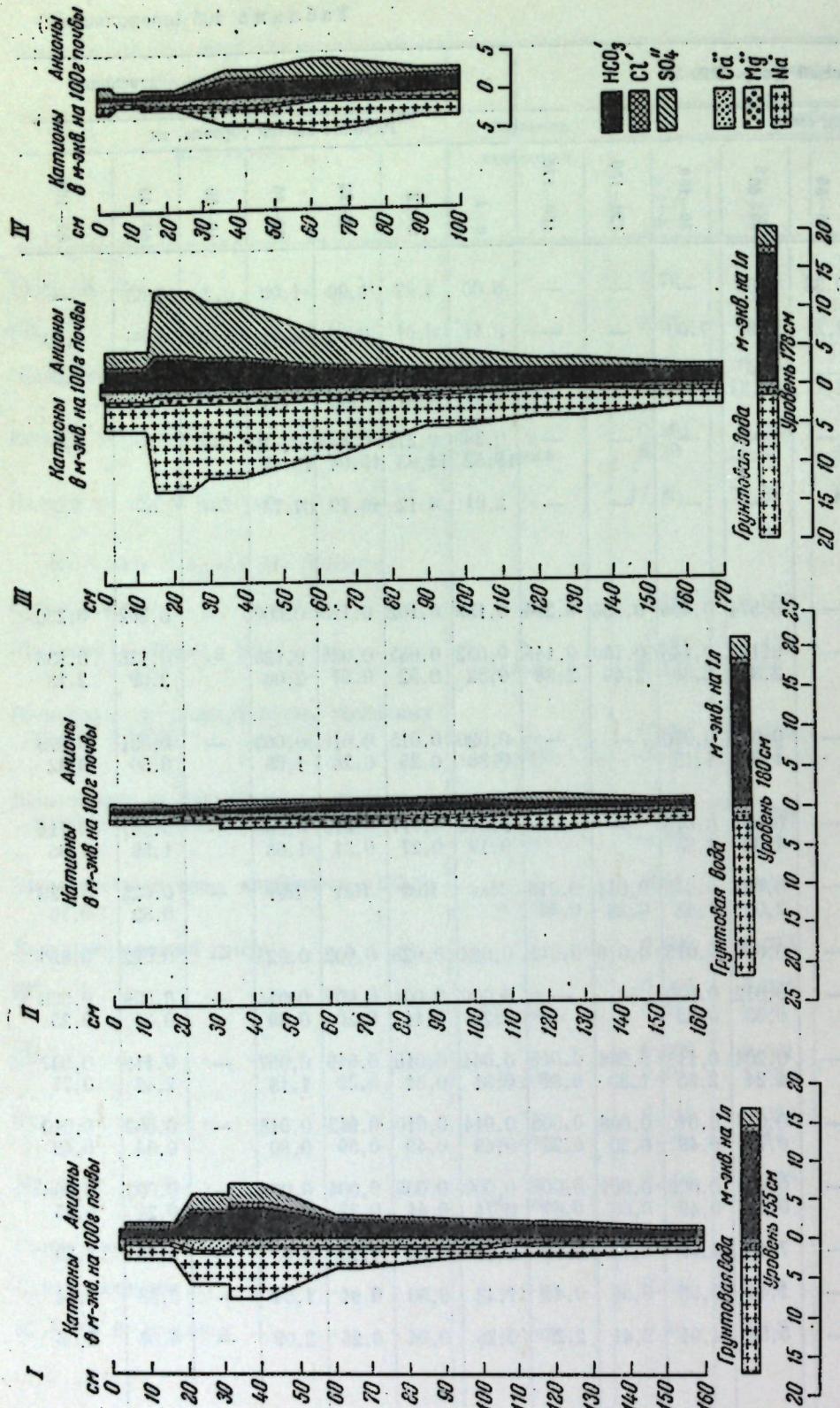


Рис. 29. Солевые профили почв трапецией:  
I — солонец корково-крупноглыбистый, разрез 2020-1; II — черноземоидная луговая почва, разрез 2020-2; III — солонец корково-глыбистый, разрез 2020-3; IV — солонец глубокостолбчатый осоледевающий, разрез 2020-4.

Таблица 106

Состав грунтовых вод под кольцеобразным повышением Кутулукской солонцовой депрессии  
(в г/л)

Вид анализа	Разрезы		
	2020-1	2020-2	2020-3
Оксисляемость	0,017	0,019	0,017
Сухой остаток	1,040	1,290	1,197
Прокаленный остаток	0,917	1,000	1,104
Потери при прокаливании	0,123	0,290	0,093
Щелочность от норм. карбонатов в $\text{CO}_3^{2-}$	0,053	0,075	0,058
Общая в $\text{HCO}_3^-$	0,902	1,126	1,024
Частная щелочность в $\text{HCO}_3^-$ ( $\text{Na} + \text{K}$ )	0,832	1,046	0,936
Частная щелочность в $\text{HCO}_3^-$ ( $\text{Ca} + \text{Mg}$ )	0,070	0,080	0,088
$\text{Cl}^-$	0,024	0,021	0,028
$\text{SO}_4^{2-}$	0,103	0,120	0,120
Ca	0,010	0,014	0,011
Mg	0,009	0,011	0,010
$\text{R}_2\text{O}_3$	0,033	0,018	0,019
$\text{SiO}_2$	0,041	0,070	0,046

территориях. Значение деятельности крупных землероев, создающих новые элементы микрорельефа и обуславливающих пестроту почвенного покрова, утверждается в литературе многочисленными фактами. Неоспорима также весьма важная роль растительного покрова в формировании и развитии почв.

Схематизированный рисунок трапеций наглядно показывает изменения — переходы одной почвы в другую, имеющие место в природе. Центральная часть кольцеобразного повышения изменялась буквально на наших глазах: в 1941 г. мы наблюдали здесь небольшое окружное пятно пухлого солончака, в 1946 г. это же пятно уже представляло начальную стадию корково-глыбистого солонца, у которого еще сохранились признаки солонца-солончака. На рис. 28 (см. от центральной части вправо) изображен солонец-солончак, перешедший уже в солонец корково-глыбистый; далее переход совершается по схеме: солонец корково-столбчатый → солонец столбчатый → глубокостолбчатый осоледевающий → черноземо-видная луговая почва осоледевающая.

Несомненно, с течением времени, под влиянием биологического фактора, черноземо-видная луговая почва осоледевающая перейдет в чернозем обыкновенный террасовый через осоледелую его разновидность. Этим примером объясняется особенность, отраженная в представленной нами схеме эволюции террасовых почв: любая исходная почва, начиная с луговой и кончая злостным солончаком, не исключает возможности образования из нее черноземов обыкновенных террасовых, если имеются налицо условия, необходимые для перехода от одного этапа развития почвы к другому.

Таким образом, изложенные выше данные, по нашему мнению, с достаточной очевидностью подтверждают те соображения относительно генезиса и развития террасовых почв среднего Заволжья, которые отражены в приведенной ранее схеме.

## Автоморфные и гидроморфные почвы

Возрасту почвы как важному фактору почвообразования уделял большое внимание в своих исследованиях еще академик Рупрехт. «Если принять, что время, в которое образуется слой чернозема, пропорционально его толщине,— писал он,— то окажется, что ...чернозем образовался в течение 2400—4000 лет». И далее: «Террасы от Черного моря к северу, до границ явственного чернозема, характеризующиеся постепенным увеличением чернозема почками, совершили соответственно такому постепенному возвышению Понтийского берега, на близайших окрестностях которого чернозем еще совсем не образовался вследствие их молодости».

В. В. Докучаев в 1891 г. находил, что «судить о соотношениях между высотой и возрастом местности, с одной стороны, и характером черноземных почв — с другой, можно по мощности (A и B) почв, содержанию гумуса».

Н. Н. Соколов в своей работе «О возрасте и эволюции почв» (1932), рассмотрев в историческом разрезе развитие вопроса о возрасте почв, констатировал, что даже автоморфные почвы «достигают заметного развития, видимому, скорее, чем думали раньше (почти в 100 лет). Гидроморфные почвы, т. е. болотные почвы и солончаки, формируются на наших глазах, часто в течение одного сезона».

Вопрос о возрасте почв — о скорости их формирования является одним из актуальных вопросов в науке о почве; вопрос этот нуждается в дальнейшем изучении путем стационарных наблюдений над образованием и развитием отдельных стадий почвообразования в различных зонах.

Материалы, приведенные в предыдущих разделах настоящей работы, показывают, что террасовые почвы, развивающиеся на надпойменных террасах в плакорных условиях, на широких увалах или на выровненных склонах, а также в понижениях между увалами — в лощинах с хорошим стоком поверхностных вод, уже длительное время находятся в условиях достаточной аэрации; грунтовые воды здесь потеряли свое влияние на почвообразование.

Двухметровая толица почвообразующей породы если и была в той или иной степени засолена в отдаленном прошлом, то теперь уже не содержит легкорастворимых солей в таких количествах, которые могли бы влиять на ход почвообразовательного процесса. Поэтому здесь и развиваются незасоленные почвы — черноземы обыкновенные, а также выщелоченные и слабо оподзоленные черноземы степных понижений. Однако в нижней части профиля этих черноземов еще сохраняются признаки затухающих раскислительных процессов, что дает основание применять к этим черноземам дополнительное определение — «террасовые».

Если на лежащих выше положительных элементах рельефа шло смыывание и вымывание легкорастворимых солей, то, естественно, в понижениях местах, но обеспеченных в достаточной мере оттоком грунтовых и стоком поверхностных вод, должно было происходить скопление солей, что и наблюдалось во всех без исключения речных долинах среднего Заволжья. Именно в таких условиях формируются описанные нами выше засоленные террасовые почвы. Пестрота почвенного покрова в таких местах зависит от засоленности материнских пород, от степени минерализации и глубины стояния грунтовых вод, а также от микрорельефа и характера растительного покрова.

В обширных понижениях, не обеспеченных или недостаточно обеспеченных поверхностным стоком, террасовые почвы развиваются, при недостаточном количестве кислорода, преимущественно в условиях ана-

эробных вследствие высокого стояния минерализованных грунтовых вод. В таких местах почвы развиваются в гидроморфных условиях, точнее — в условиях супераквальных, т. е. таких, при которых грунтовые воды большую часть времени являются существенным фактором почвообразования.

Как уже нами указывалось, почвы Кутулукской солонцовой депрессии представляют собой наиболее молодые образования, что подтверждается также сравнением строения профиля гидроморфных и автоморфных почв, некоторыми химическими особенностями их, в частности, количеством, качеством и характером распределения органических веществ и окислительно-восстановительным потенциалом в генетическом ряде незасоленных почв.

**Строение профиля почв.** Прежде чем перейти к изложению результатов наблюдений, опытов и аналитических данных по вопросу о развитии террасовых почв, приведем краткое описание наиболее характерных почв, находящихся в супераквальных, а также в автоморфных условиях, при отсутствии сколько-нибудь значительного количества легкорастворимых солей.

### Разрез 3021-5 — луговая почва.

Первая надпойменная терраса р. Кутулука. Кутулукская солонцовая депрессия. Абс. высота 54,18 м. Микрорельеф мелкобугристый. Разрез заложен на ровном месте сдвоя замятного склона на север. Выгон. Растительность: осот, осоки, перловка, щучка, тысячелистник, полынь австрийская.

Aд 0—4 см Буровато-серый, зернистый, с пороховидной массой, уплотненный; много корней; суглинок тяжелый.

A + B<sub>1</sub> 4—19 см Светлосерый, буроватый; комковато-мелкозернистый, пороховидной массой; плотный, сухой; суглинок тяжелый.

B<sub>2</sub> 19—34 см Светлобурый, сизоватый с темными потеками, явные признаки заболачивания, корней много; плотный, влажный; суглинок тяжелый.

I(B<sub>3</sub>) 34—57 см Желто-бурый с темнобурыми языками; сизые пятна, ореховый; плотный, сырой; глинистый.

II(C) 57—105 см Желто-бурый, сильно оглеенный; много черных точек; плотный, ореховатый; сырой, глинистый.

III(D) Со 105 см Ржаво-бурый, охристые и голубые пятна, мокрый; песок.

Вспыхивает с поверхности. Установившийся уровень грунтовой воды на 10 августа 1947 г. — 133 см.

### Разрез 3022-А — луговая почва.

Первая надпойменная терраса р. Кутулука. Кутулукская солонцовая депрессия. Абс. высота — 54,75 м. Микрорельеф — бугорки, мелкие лопинки со стоком на север. Ровное место. Целина, выгон. Растительность: осока, подорожник, перловка, одуванчик, тысячелистник, гвоздика и др.

Aд 0—4 см Серовато-бурый, комковато-пороховидный с бесструктурной массой; пронизан корнями, сухой, уплотненный; тяжелосуглинистый.

A + B<sub>1</sub> 4—15 см Темнобурый, комковатый с зернами; свежий, уплотненный; тяжелый суглинок.

B<sub>2</sub> 15—36 см Неоднородный: светлосерый с буроватостью, темные потеки; комковато-мелкозернистый, с пороховидной массой; плотный, свежий; тяжелый суглинок.

I(B<sub>3</sub>) 36—50 см Светлосерый с более темными потеками, в нижней части белые соли, глыбисто-ореховый, влажный, плотный; тяжелосуглинистый.

II (BC) 50—68 см Желтовато-бурый, болесый, с большим количеством белых солей; глыбисто-ореховый, плотный, влажный; изредка голубоватые и темные пятна.

II (C) 68—98 см Светлосерый. Много карбонатов, прочные стяжения (почти журавчики); сырой, глинистый; ржавые и голубоватые пятна.

III (D) 98 см и ниже Желто-бурый; сырой песок.  
Вспыхивает с поверхности. Установившийся уровень грунтовой воды на 10 августа 1947 г. — 110 см.

**Разрез 3022-Д** — черноземовидная луговая почва (начальная стадия формирования).

Первая надпойменная терраса р. Кутулука. Кутулукская солонцовая депрессия. Абс. высота 55,16 м. Микрорельеф выражен ярко — бугорки, мелкие западинки и лощинки. Разрез заложен на ровном месте между двумя лощинками. Целина. Преобладает пырей, много подорожника, тысячелистника, цикорий и пр.

A<sub>d</sub> 0—5 см Буро-серый; много корней, мелкокомковатый; бусы по корням; уплотненный, сухой; суглиник тяжелый.

A<sub>1</sub> 5—18 см Сухой; темно-серый, с едва заметной буроватостью; корней много; мелкокомковатый с бусами по корням; слабо уплотненный, сухой; тяжелосуглинистый.

B<sub>1</sub> 18—35 см Темнобурый, призмовидно-ореховатый, плотный, свежий, корней мало; тяжелый суглиник.

B<sub>2</sub> 35—55 см Неоднородный по цвету: желтовато-бурый с более светлыми пятнами; глыбисто-ореховатый, сухой, плотный; тяжелосуглинистый.

B<sub>3</sub> 55—77 см Желто-бурый, в верхней части темные затеки, местами голубоватые пятна; ореховатый, плотный, слегка увлажненный; глинистый.

BC 77—140 см Желто-бурый, белесоватый от присутствия большого количества карбоатов; ниже 100 см сильно оглеен, много ржаво-бурых, голубоватых и棕褐色 пятен, черные точки; ореховатый, плотный, сырой; глинистый.

Вспыхание слабое с поверхности, бурное с 18 см. Установившийся уровень грунтовой воды на 10 августа 1947 г. — 134 см.

**Разрез 3040** — чернозем обыкновенный террасовый, тяжелосуглинистый, с признаками солонцеватости (начальная стадия формирования — переход от черноземовидной луговой к чернозему).

Надпойменная терраса р. Кутулука. Периферия Кутулукской солонцовой депрессии. Абс. высота 57,5 м. Микрорельеф выражен слабо. Ровное место на слабопологом западном склоне. Целина. Растительность: *Festuca sulkata*, *Stipa capillata*, *Stipa stenophylla*, *Filipendula millifolium*, *Artemisia austriaca*, *Medicago falcata*, *Veronica spicata*, *Odontites rubra*, *Galium verum*.

A<sub>d</sub> 0—5 см Темно-серый с коричневатым оттенком; очень много корней; сверху покрыт слоем полуразложившейся растительной массы; тяжелый суглиник, уплотненный.

A<sub>1</sub> 5—16 см Темно-серый; корней много, есть и полуразложившиеся; угловато-комковатый, уплотненный; тяжелосуглинистый; сухой, небольшие (0,5 см) вертикальные трещины.

A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub> 16—24 см Неоднороден по окраске: темно-серый с небольшим количеством темнобурых участков-языков; сухой, плотный; в темно-серых участках структура угловато-комковатая, в бурых — призмовидная, разделяется на плитки и грубые комки; корней много, есть кротовины; тяжелый суглиник.

B<sub>1</sub> 24—36 см Темнобурый с темно-серыми пятнами, книзу с желто-бурыми; призмовидно-комковатый, плотный, сухой; трещины, кротовины; корней меньше; тяжелый суглиник.

B<sub>2</sub> 36—57 см Серо-бурый с желто-бурыми языками; плотный, по механическому составу несколько легче вышележащего, много кротовин, корней мало, трещины тонкие, вертикальные; призмовидно-глыбистый, глыбки непрочные.

B<sub>2</sub> 57—89 см Желто-бурый, палевый, очень темные тонкие потеки; пятна карбоатов. Сухой, очень плотный, призмовидный; разламывается на мелкие глыбки; тяжелый суглиник.

BC 89—125 см То же, что и предыдущий, но меньше темных потеков и карбоатов; слегка влажный; тяжелосуглинистый.

D 125—134 см Желто-бурый, влажный, очень плотный; тяжелая супесь.  
D 134—200 см То же; масса черных размазывающихся точек; пористый, очень влажный.  
Вспыхивает с 32 см.

**Разрез 3005** — чернозем обыкновенный террасовый тяжелосуглинистый.

Надпойменная терраса р. Кутулука. Абс. высота 58,95 м. Пашия — свекла.

A<sub>d</sub> 0—29 см До 20 см современная пашня — рыхлый, ниже уплотнен, отчетливо видна линия старой вспашки; темно-серый, комковатый, с бесструктурной массой, в старопахотном слое бесструктурной массы почты нет; влажный (после дождей); пронизан корнями растений; суглиник тяжелый.

B<sub>1</sub> 29—53 см Влажноватый, почти сухой; темно-серый с заметной буроватостью; местами бурые кротовины; комковатый, с небольшим количеством бесструктурной массы, слабо уплотнен; суглиник тяжелый.

B<sub>2</sub> 53—90 см Сухой; неоднородный по окраске: желтовато-бурый с темно-серыми, желтыми и бурыми кротовинами; крупнокомковатый, хорошо уплотнен; суглиник тяжелый.

B<sub>3</sub> 90—133 см Сухой, желто-бурый с палевым оттенком от распыленных карбоатов, с выцветами и примазками карбоатов; суглиник тяжелый, в отдельных местах супесчаные линзы.

C 133—155 см Желто-бурый с палевым оттенком; плотный, слегка влажный, глыбистый; суглиник тяжелый.

Вспыхивает с 40 см. Установившийся уровень грунтовой воды на 13 августа 1945 г. — 480 см.

**Разрез 3043** — чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый на сыртовых глинах.

Водоразделы Мόча — Самарка — Ветляника. Плато. Абс. высота 180 м. Микрорельеф — редкие небольшие западинки и лощинки. Ровное место в верхней части водораздела. 12-летняя лесозащитная полоса — прохоженные насаждения клена и желтой акации. На площадках между дресвесной растительностью (выпады) — типчак, ковыль, отдельные экземпляры пырея, полынь австрийская. Разрез заложен на пятне с травянистой растительностью.

A<sub>d</sub> 0—6 см Сухой; темно-серый, коричневатый от большого количества корней, сильно связан корнями, плотный; зернисто-комковатый; тяжелосуглинистый.

A<sub>1</sub> 6—29 см Влажноватый; темно-серый; зернисто-комковатый с пороховидной массой; очень много корней; уплотненный; тяжелосуглинистый.

B<sub>1</sub> 29—50 см Темно-серый с буроватостью; корней много; зернисто-комковатый, но комки несколько грубее, чем в предыдущем горизонте; легко распадается на более мелкие комочки; небольшие вертикальные трещины; хорошо уплотнен; тяжелый суглиник.

B<sub>2</sub> 50—73 см Сухой; серовато-бурый с желто-бурыми языками и карманами; есть корни; мелкие вертикальные трещины; призмовидные отдельности разламываются на комочки и небольшое количество зерен; уплотнен, слабовлажный; тяжелый суглиник.

B<sub>3</sub> 73—110 см Желто-бурый, с черными потеками, есть черные кротовины; карбоаты в виде пятен и примазок; наибольшее скопление карбоатов на глубине 80—100 см; глыбистый с легкой корочкой на гранях структурных отдельностей; сухой, плотный; глинистый.

C 110—210 см Желто-бурый, слегка влажный, очень плотный, глыбистый, по граням глыб легкий глянец; на глубине 165 см большая кротовина землероя (обнаружены кости хомяка); глинистый.

Вспыхание на отдельных участках с 38 см, сплошное — с 45 см.

Разрез 3016 — чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый на элювии пермских отложений.

Водораздел рек М. Кинель — Кутулук. Плато. Правобережье р. Кутулука. Микрорельеф выражен слабо. Разрез заложен на ровном месте. Абс. высота 130 м. Выкашивающая многолетняя залежь; растительность полынино-злаковая.

A <sub>d</sub> 0—6 см	Сухой, темносерый, уплотнен корнями; комковатый с зернами; тяжелосуглинистый.
A <sub>1</sub> 6—30 см	Слегка влажный; темносерый, комковатый с зернами, хорошо уплотнен, комки прочные; корней много; на глубине 17 см слабо заметна граница старой вспашки; тяжелый суглинок.
B <sub>1</sub> 30—55 см	Темносерый, буроватый, карбонаты в виде выщетов и точек; комковато-призморицкий; хорошо уплотнен; почти сухой; тяжелосуглинистый.
B <sub>2</sub> 55—72 см	Темнобурый с желто-бурыми затеками и языками; бледные прожилки известки; призморицкий, плотный, сухой; тяжелый суглинок.
B <sub>3</sub> 72—99 см	Желто-бурый с темными затеками (редко); много черных крошки; цалярный оттенок от распыленных карбонатов; точки карбонатов и изредка мелкая белоглазка; сухой, очень плотный; глыбисто-призморицкий; тяжелый суглинок.
C 99—210 см	Желто-бурый с красноватым оттенком; цалярная белоглазка; слегка влажный, влажность книзу постепенно возрастает; глыбистый, с легкой корочкой по граням; плотный, тяжелый суглинок.
Вскапание с 55 см в отдельных точках, с 59 см — сплошное.	

Некоторые химические особенности почв. Данные, приводимые в табл. 107, показывают, что рассматриваемые почвы являются тяжелыми по механическому составу — глинистыми и тяжелосуглинистыми. Если распределить потерю при обработке HCl по отдельным механическим фракциям, как это рекомендует Н. А. Качинский, то во всех случаях (кроме подстилающих древнеаллювиальных отложений) на физическую глину (частицы меньше 0,01 мм) приходится более 50%. Обращает на себя внимание большой процент потери в луговых почвах, что обусловлено главным образом наличием в них большого количества карбонатов кальция; однако некоторая часть потери происходит за счет более подвижных органических соединений, накапливающихся в этих гидроморфных почвах.

Результаты водных вытяжек (табл. 108) показывают, что солевой режим луговых почв существенно отличается от солевого режима оステпенных почв. Даже цвет водной вытяжки у них различный: в верхней части профиля луговых почв, а также в почвах, переходных от луговых к черноземам, цвет вытяжки желтый, иногда даже коричневый, тогда как водные вытяжки из черноземов бесцветны и только вытяжки из самого поверхности слоя чернозема иногда принимают желтоватый оттенок, что, повидимому, указывает на различный состав органической части этих почв. Если засоление гидроморфных почв, формирующихся в замкнутых депрессиях с затрудненным, поверхностным стоком, и незначительно, то, во всяком случае, такие почвы более засолены, чем почвы, находящиеся в пахотных условиях с хорошим поверхностным стоком атмосферной влаги. В то время как в луговых почвах сухой остаток составляет от 0,16 до 0,7%, в почвах оステпенных он обычно не превышает 0,1%. Почти всегда в луговых и черноземоидных луговых почвах обнаруживается сола. Общая щелочность у них повышенная, причем колеблется в пределах 0,08—0,2%; передко щелочность бывает обусловлена присутствием преимущественно бикарбонатов щелочных металлов. Иногда в верхней части профиля наблюдается скопление сульфатов натрия (разр. 3022-А); в таких

Таблица 107

Механический состав луговых почв и черноземов обыкновенных  
(в % на высушеннную при 100—105° павеску)

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Гигроскопич. влага	Потери при обработке известком	Фракции (диаметры частиц в мм)							Сумма фракций (диаметры частиц в мм)						
				> 0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	0,001	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
3021-5	0—5	7,7	23,7	3,5	13,7	26,1	12,5	3,4	17,5	43,3	33,4	17,2	38,6	20,9			
	40—50	3,7	26,9	3,3	9,5	24,9	3,5	4,0	27,9	37,7	35,4	12,8	28,4	31,9			
	95—105	3,8	27,3	7,5	17,7	22,0	2,7	2,0	20,8	47,2	25,5	25,2	24,7	22,8			
3022-А	0—4	6,0	22,4	3,6	15,0	24,0	4,7	11,1	19,2	42,6	35,0	18,6	28,7	30,3			
	5—10	7,2	25,3	4,7	15,7	25,0	2,4	8,3	18,6	45,4	29,3	20,4	27,4	26,9			
	40—50	5,0	17,1	9,0	15,1	21,5	3,4	3,2	30,7	45,6	37,3	24,1	24,9	33,9			
	100—110	2,2	14,8	9,4	38,8	16,2	2,4	6,1	12,3	64,4	20,8	48,2	18,6	18,4			
3022-Д	0—5	8,4	9,5	4,9	13,4	34,4	6,1	7,7	24,0	52,7	37,8	18,3	40,5	31,7			
	8—18	3,8	10,6	5,6	12,3	36,4	3,5	9,2	22,4	54,3	35,1	17,9	39,9	31,6			
	40—50	4,2	13,0	3,6	13,5	29,1	4,8	8,3	27,7	46,2	40,8	17,1	33,9	36,0			
	110—120	3,0	27,0	1,2	8,9	33,9	2,5	3,1	23,4	44,0	29,0	10,1	36,4	26,5			
3040	0—5	1,5	7,8	8,2	17,3	25,6	6,5	17,9	16,7	51,1	41,1	25,5	32,1	34,6			
	7—15	2,1	7,0	5,4	14,1	34,8	4,9	12,0	21,8	54,3	38,7	19,5	39,7	33,8			
	27—32	4,0	4,5	5,4	15,8	34,3	11,3	3,2	25,5	55,5	40,0	21,2	45,6	28,7			
	65—70	3,5	20,5	4,7	11,0	30,1	2,2	6,3	25,2	45,8	33,7	15,7	32,3	31,5			
	90—95	2,8	19,0	5,2	11,7	30,4	5,8	4,9	23,0	47,3	33,7	16,9	36,2	27,9			
	115—120	1,4	6,1	40,0	32,6	6,7	3,2	1,9	9,5	79,3	14,6	72,6	9,9	11,4			
3005	0—10	5,8	2,9	6,5	14,7	20,7	11,6	17,2	26,4	41,9	55,2	21,2	32,3	43,6			
	37—42	5,7	3,4	7,2	11,3	30,5	4,1	14,5	29,0	49,0	46,9	18,5	34,6	43,5			
	70—80	4,3	19,9	4,4	12,2	21,6	9,7	10,7	21,5	38,2	41,9	16,6	31,3	32,2			
	110—115	2,9	18,0	12,5	21,7	18,9	2,7	8,7	17,5	53,1	28,9	34,2	21,6	26,2			
	145—155	4,3	16,1	4,4	10,7	33,4	8,2	7,3	19,9	48,5	35,4	15,1	41,6	27,2			
3043	0—6	6,2	2,6	0,6	3,3	34,4	13,7	17,3	28,1	38,3	59,1	3,9	48,1	45,4			
	10—15	5,8	2,9	0,3	3,0	29,1	13,6	18,1	33,0	32,4	64,7	3,3	42,7	51,1			
	35—45	6,5	2,5	0,3	4,3	36,5	5,8	15,4	35,2	41,1	56,4	4,6	42,3	50,6			
	85—95	4,9	15,1	0,3	3,4	23,6	6,6	15,1	35,9	27,3	57,6	3,7	30,2	51,0			
	140—150	4,9	16,5	0,2	2,6	29,4	7,3	10,1	33,9	32,2	51,3	2,8	36,7	44,0			
	200—210	4,6	14,6	0,3	2,3	30,7	11,3	6,7	34,1	33,3	52,1	2,6	42,0	40,8			
3016	0—16	6,8	3,1	2,5	8,2	30,2	12,3	10,6	33,1	40,9	56,0	10,7	42,5	43,7			
	40—45	6,1	5,2	2,9	6,1	30,0	4,9	13,6	37,3	39,0	55,8	9,0	34,9	50,9			
	150—155	5,4	9,7	3,2	6,5	32,3	10,2	6,5	31,6	42,0	48,3	9,7	42,5	38,1			
	200—210	4,0	14,1	1,5	4,4	29,2	10,8	14,1	25,9	35,1	50,8	5,9	40,0	40,0			

случаях количество м-экв. натрия, вычисленное по разности, значительно превышает сумму м-экв. кальция и магния. В черноземах обыкновенных, развивающихся как на террасах, так и на водораздельных пространствах, повышенная щелочность наблюдается только в нижних слоях почвенного профиля (ниже 100 см), где она, как правило, бывает обусловлена главным образом бикарбонатами щелочных металлов; сода иногда обнаруживается только в самых нижних частях почвенного профиля (около 2 м), как это отмечено, например, в разрезе 3043.

Грунтовые воды под луговыми почвами более минерализованы, чем под черноземами обыкновенными террасовыми, что и вполне естественно,

Анализы водных вытяжек из образцов  
(в

№ разреза	Глубина взятия образца, с	Единица измерения	Описательность	Сухой остаток	Остаток при прокаливании	Щелочное		
						от норм. карбонатов в CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	общая HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	частная K + Na
3021-5	A <sub>d</sub> 0—5	%	0,050	0,306	0,119	0,012	0,195	0,129
	A+B <sub>1</sub> 5—10	м.-экв.	0,034	0,201	0,183	Нет	3,19 0,089	2,11 0,044
	I 40—50	м.-экв.	0,012	0,145	0,049	»	1,45 0,103	0,72 0,069
	II 95—105	м.-экв.	0,005	0,062	0,025	»	1,68 0,043	1,13 0,014
							0,70	0,22
3022-А	A <sub>d</sub> 0—4	%	0,018	0,487	0,357	Нет	0,120	0,052
	A+B <sub>1</sub> 5—10	м.-экв.	0,036	0,701	0,524	»	1,96 0,103	0,85 0,046
	B <sub>2</sub> 20—30	м.-экв.	0,026	0,231	0,093	0,010	1,68 0,143	0,75 0,101
	I 40—50	м.-экв.	0,012	0,140	0,068	Нет	2,34 0,100	1,65 0,069
	II 55—65	м.-экв.	0,006	0,102	0,068	»	1,64 0,066	1,13 0,042
	III 100—110	м.-экв.	0,003	0,049	0,017	»	1,08 0,035	0,68 0,010
							0,55	0,16
3022-Д	A 0—5	%	0,040	0,157	0,032	Нет	0,084	0,037
	A <sub>1</sub> 8—18	м.-экв.	0,021	0,168	0,087	»	1,37 0,050	0,60 0,020
	B <sub>1</sub> 22—32	м.-экв.	0,018	0,111	0,044	»	0,82 0,067	0,32 0,041
	B <sub>2</sub> 40—50	м.-экв.	0,010	0,118	0,043	0,008	1,09 0,073	0,67 0,054
	B <sub>3</sub> 55—65	м.-экв.	0,007	0,103	0,051	Следы	1,19 0,076	0,88 0,055
	BC 110—125	м.-экв.	0,004	0,055	0,022	Нет	1,24 0,051	0,90 0,025
							0,83	0,41
3040	A 0—5	%	0,020	0,077	0,039	Нет	0,036	0,011
	A <sub>1</sub> 7—12	м.-экв.	0,026	0,075	0,027	»	0,59 0,026	0,18 0,012
	B <sub>1</sub> 27—32	м.-экв.	0,022	0,072	0,029	»	0,42 0,028	0,19 0,017
	B <sub>3</sub> 65—70	м.-экв.	0,009	0,075	0,035	»	0,45 0,047	0,27 0,017
	BC 90—95	м.-экв.	0,006	0,094	0,059	»	0,77 0,076	0,27 0,047
	D 115—120	м.-экв.	0,005	0,089	0,047	0,014	1,24 0,066	0,77 0,045
							1,08	0,73

Таблица 108  
луговых почв и черноземов обыкновенных  
(%)

с ть в HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca + Mg	Cl'	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сумма анионов	Сумма катионов	K + Na по разности	Прозрачность, цвет	
									Cl'	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
0,066	0,006	0,036	0,008	0,008	0,008	4,10	1,04	3,06	Прозрачная коричневая	
1,08	0,16	0,75	0,39	0,65					Прозрачная желтая	
0,035	0,008	0,107	0,006	0,008					Мутная бесцветная	
0,73	0,22	2,22	0,29	0,65	3,89	0,94	2,95		Прозрачная бесцветная	
0,034	0,008	0,006	0,010	0,001					Прозрачная желтая	
0,55	0,22	0,12	0,49	0,08	2,02	0,57	1,45		То же	
0,029	0,006	0,018	0,011	0,003					Прозрачная бесцветная	
0,48	0,16	0,37	0,54	0,24	1,23	0,78	0,45		»	
0,068	0,008	0,206	0,011	0,021					Прозрачная желтая	
1,11	0,22	4,28	0,54	1,72	6,46	2,26	4,20		Прозрачная желтая	
0,057	0,008	0,387	0,008	0,028					То же	
0,93	0,22	8,05	0,39	2,30	9,95	2,69	7,26		»	
0,042	0,008	0,043	0,014	0,002					Прозрачная бесцветная	
0,69	0,22	0,89	0,69	0,16	3,45	0,85	2,60		»	
0,031	0,007	0,023	0,008	0,001					Прозрачная бесцветная	
0,51	0,20	0,47	0,39	0,08	2,31	0,47	1,84		»	
0,024	0,005	0,015	0,010	0,001					Прозрачная желтая	
0,39	0,14	0,31	0,49	0,08	1,53	0,57	0,96		То же	
0,024	0,005	0,010	0,015	0,001					»	
0,39	0,14	0,20	0,74	0,08	0,89	0,82	0,07		»	
0,047	0,006	0,018	0,018	0,008					Прозрачная желтая	
0,77	0,16	0,37	0,89	0,65	1,90	1,54	0,36		Прозрачная желтая	
0,030	0,008	0,053	0,014	0,010					Прозрачная желтоватая	
0,50	0,22	1,10	0,69	0,82	2,14	1,51	0,63		»	
0,026	0,006	0,023	0,007	0,006					Прозрачная желтая	
0,42	0,16	0,47	0,34	0,49	1,72	0,83	0,89		»	
0,019	0,008	0,018	0,005	0,001					Прозрачная бесцветная	
0,31	0,22	0,37	0,25	0,08	1,78	0,33	1,45		»	
0,021	0,006	0,012	0,022	0,002					Прозрачная бесцветная	
0,34	0,16	0,25	1,09	0,16	1,65	1,25	0,40		»	
0,026	0,004	0,007	0,018	0,001					То же	
0,42	0,11	0,14	0,89	0,08	1,08	0,97	0,11		»	
0,025	0,007	0,012	0,010	0,001					Прозрачная желтая	
0,41	0,20	0,25	0,49	0,08	1,04	0,57	0,47		»	
0,014	0,005	0,010	0,012	0,001					Прозрачная желтоватая	
0,23	0,14	0,20	0,59	0,08	0,76	0,67	0,09		»	
0,011	0,007	0,008	0,012	0,002					Прозрачная бесцветная	
0,18	0,20	0,16	0,59	0,16	0,81	0,75	0,06		»	
0,020	0,006	0,010	0,009	0,003					Прозрачная бесцветная	
0,50	0,16	0,20	0,44	0,24	1,13	0,68	0,45		»	
0,029	0,007	0,010	0,006	0,003					То же	
0,47	0,20	0,20	0,29	0,24	1,64	0,53	1,11		»	
0,021	0,006	0,010	0,008	0,003					»	
0,35	0,16	0,20	0,39	0,24	1,44	0,63	0,81		»	

Таблица 108 (продолжение)

№ разреза	Глубина залегания образца, см	Единица измерения	Описательность	Сухой остаток	Остаток при прокаливании	Щелочность			
						от норм. пар- гидрата $\text{CO}_3^{2-}$	общий $\text{HCO}_3^-$	частная K + Na	
3005	A <sub>п</sub> 0—10	% м.-экв.	0,010	0,063	0,013	Нет	0,034 0,55 0,064	0,012 0,19 0,012	
	B <sub>1</sub> 37—42	% м.-экв.	0,016	0,104	0,026	*	1,04 0,063	0,19 0,014	
	B <sub>2</sub> 70—80	% м.-экв.	0,019	0,092	0,043	*	1,03 0,069	0,22 0,020	
	B <sub>3</sub> C 110—115	% м.-экв.	0,007	0,100	0,056	*	1,13 0,070	0,32 0,020	
	C 145—155	% м.-экв.	0,006	0,115	0,058	*	1,14 0,050	0,32 0,026	
							0,82 0,31	0,54 0,44	
3043	A <sub>п</sub> 0—6	% м.-экв.	0,023	0,082	0,050	Нет	0,043 0,70	0,016 0,26	
	A <sub>1</sub> 10—15	% м.-экв.	0,020	0,075	0,026	*	0,029 0,47	0,013 0,21	
	B <sub>1</sub> 35—45	% м.-экв.	0,021	0,070	0,036	*	0,043 0,70	0,014 0,22	
	B <sub>3</sub> 85—95	% м.-экв.	0,007	0,073	0,036	*	0,048 0,78	0,016 0,26	
	C 140—150	% м.-экв.	0,008	0,105	0,056	*	0,083 1,36	0,060 0,98	
	C 200—210	% м.-экв.	0,008	0,168	0,110	0,010	0,095 1,55	0,046 0,75	
							0,80 0,22	0,29 0,39	
3016	A <sub>п</sub> 0—16	% м.-экв.	0,038	0,075	0,020	Нет	0,021 0,34	0,014 0,22	
	B <sub>1</sub> 40—45	% м.-экв.	0,015	0,074	0,031	*	0,034 0,55	0,014 0,22	
	C 150—155	% м.-экв.	0,006	0,084	0,029	*	0,053 0,86	0,023 0,37	
	C 200—210	% м.-экв.	0,005	0,087	0,033	*	0,064 1,04	0,036 0,59	
							0,45 0,14	0,22 0,29	

так как в депрессии поступают все соли, которые выщелачиваются и переносятся с окружающих склонов. Состав грунтовых вод, приведенный в табл. 109, наглядно это подтверждает. (Разрез 3005 — чернозем обыкновенный террасовый, развивающийся на склоне падением террасы р. Кутулуга; остальные три разреза — луговые почвы депрессии.) Сухой остаток из грунтовых вод депрессии в 2—3 раза больше, чем остаток из грунтовой воды на склоне террасы; общая щелочность в водах депрессии также выше, чем щелочность в водах на склонах террасы, и передко обусловлена в значительной мере (больше 30% от величины общей щелочности) бикарбонатами щелочных металлов, как это отмечено в разрезах 3021-5 и 3022-Д; повидимому, этим большим содержанием и характером щелочности можно объяснить и повышенные количества кремниевой кислоты в грунтовых водах депрессии (разрезы 3021-5 и 3122-Д).

Результаты химического анализа, приведенные в табл. 110 и 111, показывают следующее.

1. В почвах, формирующихся в гидроморфных условиях (почвы, вскрытые разрезами 3021-5, 2022-А и 3022-Д, табл. 111), нисходящие токи

степь в $\text{HCO}_3^-$	Ca + Mg	Cl <sup>-</sup>	$\text{SO}_4^{2-}$	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Сумма анионов		Сумма катионов	Сумма катионов по разности	K + Na по разности	Прозрачность, цвет
0,022	0,008	0,014	0,009	0,002							
0,36	0,22	0,29	0,44	0,16							
0,052	0,011	0,015	0,014	0,005				1,06	0,60	0,46	
0,85	0,31	0,31	0,69	0,41				1,66	1,10	0,56	
0,049	0,010	0,025	0,010	0,006							
0,81	0,28	0,52	0,49	0,49				1,83	0,98	0,85	
0,049	0,011	0,028	0,009	0,008							
0,81	0,31	0,58	0,44	0,65				2,02	1,09	0,93	
0,050	0,011	0,026	0,009	0,007							
0,82	0,31	0,54	0,44	0,57				1,99	1,01	0,98	

атмосферных вод в значительной степени ограничены близким залеганием грунтовых вод. Это подтверждается равномерным распределением карбонатов по всему профилю почв (см. гр.  $\text{CO}_3^{2-}$ ). Хотя в разрезе 3022-Д в настоящее время (в период орошения массива) уровень грунтовых вод залегает так же высоко, но плакорные условия и более высокое положение этой точки (при глубине залегания грунтовых вод до орошения около 2,5 м) периодически обеспечивают нисходящие токи атмосферной влаги, что вызвало опускание основной массы карбонатов за пределы первого полуметра; правда, и в пределах первого полуметра карбонаты здесь имеются еще в достаточно больших количествах. Эта почва уже отличается от первых двух луговых почв; она начинает приобретать внешний вид чернозема и находится уже на стадии формирования черноземовидной луговой почвы.

Наоборот, почвы, развивающиеся в настоящее время в аэробных условиях, т. е. такие, на верхнюю часть профиля которых грунтовые воды не оказывают влияния, имеют характерное для черноземов распределение карбонатов по профилю: из верхней части профиля (до 30 см) карбонаты

Таблица 109

Состав грунтовых вод под луговыми почвами и черноземами обыкновенными террасовыми (г/л)

Показатели	# разреза			
	3005	3021-5	3022-А	3022-Д
Окисляемость $O_2$ . . . . .	0,035	0,035	0,052	0,076
Сухой остаток . . . . .	0,340	0,657	0,580	0,931
Остаток при прокаливании . . . . .	0,200	0,494	0,438	0,698
Щелочность от норм. карбонатов в $CO_3^{''}$ . . . . .	Нет	Нет	Нет	Нет
Щелочность общая в $HCO_3^{-}$ . . . . .	0,297	0,398	0,419	0,634
Щелочность частная в $HCO_3^{-}$ (Na + K) . . . . .	0,030	0,140	0,043	0,223
Щелочность частная в $HCO_3^{-}$ (Ca + Mg) . . . . .	0,267	0,258	0,376	0,411
Cl . . . . .	0,016	0,044	0,017	0,045
$SO_4$ . . . . .	0,015	0,121	0,140	0,156
Ca . . . . .	0,040	0,034	0,068	0,054
Mg . . . . .	0,018	0,029	0,037	0,054
$R_2O_3$ . . . . .	0,017	0,030	0,010	0,032
$SiO_2$ . . . . .	0,007	0,018	0,005	0,032

кальция удалены почти полностью; наибольшее скопление карбонатов наблюдается во второй половине первого метра и ниже, как это отмечается в черноземах обыкновенных — в разрезах 3040, 3005, 3043 и 3016 (см. табл. 111). При этом разрез 3040 можно считать начальным звеном формирования черноземов обыкновенных террасовых из черноземовидных луговых почв.

2. Наибольшее количество гумуса в верхних слоях находится в почвах супераквальных; характер распределения гумуса по профилю в этих почвах резко отличается от такового в черноземах: в черноземах, как правило, содержание гумуса постепенно уменьшается книзу профиля; в луговых же почвах, наоборот, наблюдается резкий скачок в сторону уменьшения гумуса на небольшой глубине (10—20 см).

Количество общего азота и фосфорной кислоты находится в прямой зависимости от содержания гумуса, что указывает на накопление этих веществ биологическим путем.

В верхних слоях целинных почв, как известно, содержится большое количество полуразложившихся растительных остатков, которые не отделяются даже при самом тщательном препарировании почвенного образца; поэтому исследователями передко приводится крайне преувеличесное содержание гумуса в почве.

Для отделения таких органических остатков (легкая фракция) мы употребляли жидкость Туле с удельным весом 2,10. При помощи нашего делительного сосуда<sup>1</sup> полуразложившиеся растительные остатки количественно отделяли от остальной массы образца. Навеску исходного образца брали из такого расчета, чтобы получить органических остатков не менее 0,1 г. Углерод определяли мокрым сжиганием в приборе Кюпа. Результаты определения приводятся в табл. 112.

Так как определение углерода в легкой фракции и общего его содержания в исходном образце производится в двух различных навесках,

<sup>1</sup> См. П. М. Новиков «Новое в методике разделения минералов по удельному весу». Почвоведение, 1950, № 4.

Таблица 110

Содержание  $CO_2$ , гумуса, азота и фосфора в луговых почвах

(%)

# разреза	Горизонт и глубина взятия образца, см	$CO_2$	Гумус	Азот общий	$P_2O_5$ общая
3021-5 (луговая почва)	A <sub>д</sub> 0—5	7,44	14,06	—	—
	B <sub>1</sub> 5—10	—	7,59	—	—
	B <sub>2</sub> 20—30	9,47	2,58	—	—
	I 40—50	—	0,76	—	—
	II 95—105	11,68	—	—	—
3022-А (луговая почва)	A <sub>д</sub> 0—4	6,88	9,25	0,557	0,189
	A+B <sub>1</sub> 5—10	7,37	8,87	0,506	0,169
	B <sub>2</sub> 20—30	8,51	3,24	0,180	0,148
	I 40—50	6,42	1,25	—	0,075
	II 55—65	8,38	1,29	—	—
	III 100—110	5,26	—	—	0,070
3022-Д (черноземовидная луговая почва)	A <sub>д</sub> 0—5	2,72	13,44	0,745	0,200
	A <sub>1</sub> 8—18	2,72	10,45	0,550	0,164
	B <sub>1</sub> 22—32	3,58	5,05	0,276	0,153
	B <sub>2</sub> 40—50	4,25	1,51	—	0,096
	B <sub>3</sub> 55—65	9,04	0,57	—	—
	BC 110—120	10,30	—	—	0,078

то, естественно, возникает вопрос: можно ли судить о количестве гумуса в почве по разности между общим содержанием гумуса в исходном образце и содержанием его в легкой фракции?

Чтобы ответить на этот вопрос и решить, насколько примененный нами способ разделения органической части является достоверным, мы в одной и той же навеске почвы определяли величину углерода как в легкой, так и в тяжелой фракциях; в другой же навеске (исходный образец) нами определялось общее количество углерода. В качестве примера таких определений приводим в табл. 113 результаты по трем образцам. Расхождение величины общего содержания углерода в исходном образце с суммой величин содержания углерода в обеих фракциях вполне приемлемо, а потому избранный нами способ считаем вполне удовлетворительным.

Таким образом, даже после отделения полуразложившихся растительных остатков при помощи жидкости Туле оказалось, что наибольшей величиной содержания гумуса характеризуются верхние слои луговых и черноземовидных луговых почв. Промежуточное положение между этими почвами и черноземами водораздельных пространств занимает чернозем обыкновенный террасовый на целине (табл. 112, разр. 3040); меньше всего гумуса содержится в черноземе обыкновенном террасовом на пашне (разр. 3003).

Образцы первых четырех почв были нами взяты на целинных участках, между тем как образцы чернозема обыкновенного террасового — на пашне; так как нам не удалось найти на целине характерный чернозем террасовый, то приведенное выше сопоставление следует принимать с учетом данного обстоятельства. Наименьшее количество полуразложившихся растительных остатков содержится в черноземе на пашне; очевидно, в этих условиях органические остатки минерализуются наиболее быстро. Можно

Таблица 111  
Содержание  $\text{CO}_2$ , гумуса, азота, фосфора и поглощенного натрия в черноземах обыкновенных  
(в %)

№ разреза	Горизонт и глубина взятия образца, см	$\text{CO}_2$	Гумус	Азот общий	$\text{P}_2\text{O}_5$ общая	На от смыкости поглощения
3040 (чернозем обыкновенный террасовый, целина)	A <sub>d</sub> 0—5	0,10	9,11	0,418	0,185	2,37
	A 7—12	0,12	8,37	0,364	0,153	—
	A+B <sub>1</sub> 18—23	0,09	5,70	0,285	—	3,01
	B <sub>1</sub> 27—32	0,09	4,48	0,235	0,138	—
	B <sub>2</sub> 47—52	1,91	2,73	—	—	—
	B <sub>3</sub> 65—70	8,93	0,70	—	0,080	—
	BC 90—100	6,90	0,33	—	—	—
3043 [чернозем обыкновенный (водоразд.), на сыртовых глинах]	D 115—120	2,77	—	—	0,036	—
	A <sub>d</sub> 0—6	0,10	7,26	0,359	—	1,00
	A <sub>1</sub> 10—15	—	6,62	0,318	—	—
	A <sub>1</sub> 20—25	0,03	6,47	0,300	—	—
	B <sub>1</sub> 35—45	0,20	5,55	0,286	—	1,2
	B <sub>2</sub> 55—65	5,41	2,69	—	—	—
	B <sub>3</sub> 85—95	7,19	1,20	—	—	—
3016 [чернозем обыкновенный (водоразд.), на пермских отложениях]	C 140—150	7,05	—	—	—	—
	C 200—210	5,72	—	—	—	—
	A <sub>p</sub> 0—16	0,07	7,52	0,363	0,153	1,4
	A <sub>1</sub> 20—25	0,12	6,58	0,278	0,122	—
	B <sub>1</sub> 40—45	0,13	5,34	0,239	0,089	1,7
	B <sub>2</sub> 58—68	4,90	2,62	—	—	—
	C 150—155	5,81	—	—	—	—
3005 (чернозем обыкновенный террасовый, пашня)	C 200—210	4,61	—	—	0,068	—
	A <sub>p</sub> 0—10	0,05	6,45	0,334	—	1,8
	A 20—29	0,07	6,02	0,291	—	—
	B <sub>1</sub> 37—42	0,44	4,03	0,228	—	2,7
	B <sub>2</sub> 60—65	5,24	2,48	—	—	—
	B <sub>3</sub> 70—80	9,53	0,94	—	—	—
	BC 110—115	6,66	—	—	—	—
	C 145—155	6,46	—	—	—	—

с уверенностью утверждать, что гумус луговых почв в химическом отношении иной, чем гумус черноземов. Это различие частично охарактеризовано в работе Н. А. Панковой.

Определения окислительно-восстановительного потенциала, приводимые ниже, также указывают на различия органической части в гидроморфных и автоморфных почвах.

Окислительно-восстановительный потенциал автоморфных и гидроморфных почв. Результаты полевых измерений окислительно-восстановительного потенциала ( $Eh$ ) изображены графически на рис. 301<sup>1</sup>.

Луговая почва (разр. 3022-А), с глубиной залегания грунтовых вод на 110 см, находится в самых плохих условиях аэрации. Наиболее осложнены чернозем обыкновенный водораздельный (разр. 3016) и чернозем

<sup>1</sup> Полевые измерения  $Eh$  в почвах произведены нами совместно с М. Г. Синягиной. При работе по измерению  $Eh$  как в полевых, так и в лабораторных условиях мы пользовались консультацией И. П. Сердобольского. За оказанную помощь выражаем благодарность И. П. Сердобольскому и М. Г. Синягиной.

Таблица 112  
Содержание органического вещества в верхнем слое различных почв  
(в %)

№ разреза	Горизонт и глубина взятия образца, см	Общее количество органического вещества		Количество легкой фракции органического вещества		Содержание гумуса (без легкой фракции)
		С	Гумус	С	Гумус	
3021-5 (луговая почва, целина)	A <sub>d</sub> 0—4	8,15	14,06	2,03	3,50	10,56
3022-Д (черноземовидная луговая почва, целина)	A <sub>d</sub> 0—5	7,15	13,44	1,61	2,78	10,66
3040 (чернозем обыкновенный террасовый, целина)	A <sub>d</sub> 0—4	5,29	9,11	1,15	1,98	7,13
A 7—12	4,85	8,37	0,49	0,84	7,43	
3043 (чернозем обыкновенный, водораздел, целина)	A <sub>d</sub> 0—6	4,22	7,26	0,298	0,51	6,75
A 10—15	3,84	6,62	0,100	0,17	6,45	
3003 (чернозем обыкновенный террасовый, пашня)	A <sub>p</sub> 0—15	3,51	6,06	0,145	0,25	5,81

Анализы П. М. Новикова и М. С. Кевдиной.

Таблица 113

Содержание углерода в растительных остатках почвы (фракция уд. веса  $< 2,10$ )  
(в %)

№ разреза	Горизонт и глубина взятого образца, см	Количество органического вещества в легкой фракции (g)		Количество органического вещества в глинистой фракции (G)		Количество органического вещества по сумме обеих фракций (g)	Общее количество органического вещества в исходном образце (e)	Расходжение между e и z
		С	Гумус	С	Гумус			
422-44 (чернозем осолождающий)	A <sub>p</sub> 0—10	0,17	0,29	3,93	6,79	4,10	7,08	4,16
							7,17	-0,06
3043 (чернозем обыкновенный, водораздельный)	A <sub>d</sub> 0—6	0,51	0,298	4,02	6,93	4,32	7,44	4,22
	A <sub>1</sub> 10—15	0,10	0,17	3,76	6,49	3,86	6,66	3,84
							6,62	+0,02
								+0,04

Анализы П. М. Новикова и М. С. Кевдиной.

обыкновенный террасовый (разр. 3005); промежуточное положение, в смысле аэрации, между луговой почвой и черноземами обыкновенными занимает черноземовидная луговая почва (разр. 3022-Д). Различные условия аэрации сильно отразились на профиле почв, что видно из ранее приведенных полевых описаний этих почв.

Величины Eh, измеренные в нескольких точках по профилю каждой почвы, находятся в полном соответствии со степенью аэрации этих почв: в пределах первого метра наименьшим Eh (от +316 до +450 mV) характеризуется луговая почва, за ней следует черноземовидная луговая почва

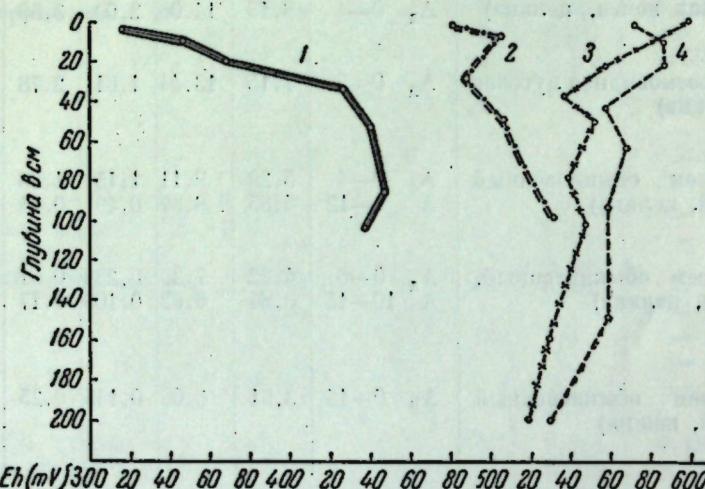


Рис. 30. Полевые измерения Eh в почвах Кутулукского массива орошения Куйбышевской области (28 июля — 2 августа 1947 г.):

1 — луговая почва, разрез 3022-А; 2 — черноземовидная луговая почва, разрез 3022-Д; 3 — чернозем обыкновенный террасовый, разрез 3005; 4 — чернозем обыкновенный (водораздел), разрез 3016.

(Eh от +486 до +534 mV), далее — чернозем обыкновенный террасовый (+540, +600 mV) и, наконец, чернозем обыкновенный на водоразделе (+560, +590 mV).

В самом верхнем слое чернозема обыкновенного террасового на пашне Eh даже несколько выше, чем в черноземе водораздельном на залежи; очевидно, верхний слой на пашне находится в лучших условиях аэрации, чем на залежи.

Кроме измерения Eh при естественной влажности — в полевых условиях, нами был поставлен лабораторный опыт по измерению окислительно-восстановительного потенциала при насыщении водой воздушно-сухих образцов, взятых из тех же почв.

Опыт проводился следующим образом.

Образцы всех почв размельчали, пропускали через 1-мм сито и насыпали в цилиндрические стеклянные трубы (высота трубок 6—8 см, диаметр около 2,5 см), нижний конец которых предварительно прикрывали небольшим фильтром и обтягивали марлей. Все образцы в этих цилиндрах устанавливали в экскатор на стеклянную подставку, также покрытую марлей в 3—4 ряда; края марли спускали на дно экскатора, в который наливали дистиллированную воду. Вода, смачивая постепенно марлю, непрерывно насыщала снизу помещенные на подставку образцы

почв в цилиндрах. Сверху в каждый такой образец, на глубину 1,5—2 см, вставляли платиновый электрод.

Первое измерение Eh производилось 20 апреля, после того как все образцы в цилиндрах были капиллярно насыщены до поверхности (опыт поставлен 19 апреля), второе измерение произведено через 2 дня (22 апреля), третье — через 12 дней (4 мая) и четвертое через 24 дня (28 мая).

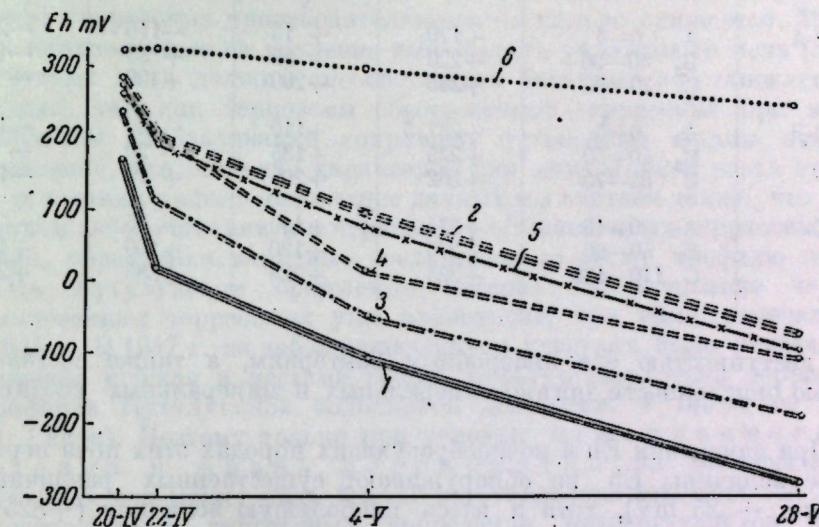


Рис. 31. Изменение окислительно-восстановительного потенциала в различных почвах при капиллярном насыщении водой воздушно-сухих образцов:

1 — луговая почва, разрез 3022-А; глубина 0—4 см; 2 — то же, глубина 70—80 см; 3 — черноземовидная луговая почва, разрез 3022-Д; глубина 0—5 см; 4 — то же, глубина 65—70 см; 5 — чернозем обыкновенный террасовый, разрез 3005; глубина 0—10 см; 6 — то же, глубина 110—120 см.

Результаты произведенных лабораторных измерений (рис. 31, табл. 114) показали следующее.

1. При начальном измерении Eh в горизонтах A во всех трех почвах величины были сравнительно близкие (от +170 до +275 mV) и выражались положительными показателями. Однако уже и здесь видно, что наибольшую величину (+275 mV) имеет чернозем обыкновенный террасовый, наименьшую (+170 mV) — луговая почва, среднее положение занимает черноземовидная луговая почва (+237,5 mV).

2. При всех последующих измерениях, с развитием анаэробных процессов в капиллярно насыщенных образцах, Eh во всех почвах падает и получает к концу опыта отрицательные значения; при этом различие величин Eh в описываемых почвах становится еще более резким; от -100 mV в черноземе до -280 mV в луговой почве. Черноземовидная луговая почва по прежнему занимает промежуточное положение (-190 mV) между черноземом обыкновенным террасовым и луговой почвой.

Количество гумуса в этих почвах неодинаковое, и можно было бы предполагать, что анаэробный процесс наиболее энергично развивается в тех почвах, которые содержат больше органических веществ. Однако данные табл. 109 и 110 показывают, что наибольшее количество гумуса содержит черноземовидная луговая почва — 13,44% (разр. 3022-Д), тогда как в луговой почве его имеется 9,25% (разр. 3022-А). Очевидно, здесь величина Eh обусловливается не столько количеством гумуса, сколько его соста-

Таблица 114

Изменение Eh в различных почвах при капиллярном насыщении водой воздухо-сухих образцов  
(в мВ)

№ разреза	Горизонт и глубина взятия образца, см	20.IV	22.IV	4.V	23.V
3022-А	A <sub>1</sub> 0—4	+170	+15	-110	-280
	B <sub>2</sub> 40—50	+220	+95	+30	-100
	C 70—80	+285	+200	+90	-80
3022-Д	A <sub>1</sub> 0—5	+237,5	+110	-50	-190
	B <sub>2</sub> 40—50	+235	+135	-20	-90
	C 65—70	+262	+200	+10	-110
3005	A <sub>1</sub> 0—10	+275	+190	+75	-100
	B <sub>1</sub> 50—60	+275	+120	+100	+115
	C 110—120	+325	+325	+285	+230

вом — доступностью его анаэробным бактериям, а также составом и степенью окисленности органо-минеральных и минеральных соединений почвы.

3. При измерении Eh в почвообразующих породах этих почв первоначальные величины Eh не обнаруживают существенных различий (от +262 до +325 мВ), хотя и здесь наибольшую величину (+325 мВ) показывает порода чернозема обыкновенного, как вполне ожидаемое. Самое низкое положение занимает потенциал в породе черноземовидной луговой почвы, а не в породе луговой, как этого можно было ожидать. Однако следует иметь в виду различие в распределении карбонатов по профилю этих почв, которое, как мы уже отмечали ранее, указывает на наличие в черноземовидной луговой почве исходящих токов атмосферной влаги. Не исключена также возможность, что органические вещества (наиболее подвижная их часть) опускаются с исходящими токами влаги на исследуемую глубину и здесь оказывают дополнительное влияние на снижение величины Eh.

4. В почвообразующей породе луговой почвы, а также в породе черноземовидной луговой почвы к концу опыта величина Eh сильно снизилась (от +285 и +262 до -80 и -110 мВ); к тому же времени величина Eh в почвообразующей породе чернозема обыкновенного террасового изменилась сравнительно мало (от +325 до 230 мВ).

5. У почв, находящихся в гидроморфных условиях, раскислительные процессы хорошо выражены по всему их профилю; в образцах таких почв при хранении в воздухо-сухом состоянии совершаются процесс окисления как органической, так и минеральной их части.

6. Почвообразующие породы гидроморфных почв при хранении образцов в воздухо-сухом состоянии хотя и окисляются, но приобретают, повидимому, не вполне устойчивые формы: помещенные нами в анаэробные условия, т. е. в такие условия, при которых доступ кислорода воздуха затруднен, они снова восстановили закисные формы. Наоборот, почвообразующие породы почв, находившихся длительное время в остеином состоянии, содержат преимущественно окисленные соединения; при этом их окисленные формы достаточно устойчивы, так как искусственно созданные для них анаэробные условия мало изменяют первоначальный окислительно-восстановительный потенциал.

Результаты измерений окислительно-восстановительного потенциала подтверждают изложенную ранее гипотезу о формировании и эволюции террасовых почв — переход луговых почв при развитии и остеинии в черноземы обыкновенные.

Проведенные нами исследования по изучению окислительно-восстановительного потенциала почв позволяют высказать следующее, важное в практическом отношении соображение.

Известно, что при временном заболачивании черноземов обыкновенных террасовых производительность их сильно снижается. Мероприятия, направленные на удаление избыточного увлажнения почв (снижение грунтовых вод), должны способствовать быстрому восстановлению плодородия, так как черноземы обыкновенные террасовые при непродолжительном заболачивании сохраняют устойчивые формы окисленных соединений, что особенно характерно для минеральной части этих почв. На основании приведенных выше данных мы считаем также, что при длительном заболачивании и в черноземах обыкновенных террасовых, несомненно, образуются закисные соединения по всему профилю почвы.

На Кутулукском орошаемом массиве заболачивание черноземов обыкновенных террасовых уже происходит, что нами отмечалось еще в 1945 г. В 1947 г. на заболачивающихся участках было констатировано снижение урожая и местами гибель культур (черноземы террасовые на периферии Кутулукской солонцовой депрессии, а также на усадьбах пос. Садок). Поэтому только при условии немедленного проведения в жизнь мероприятий по снижению уровня грунтовых вод может быть быстро восстановлена прежняя высокая производительность террасовых черноземов, подвергающихся заболачиванию. В противном случае неминуемо образуются закисные соединения (в результате заболачивания) по всей глубине профиля этих почв и тогда на восстановление их плодородия потребуется уже длительный срок.

Деятельность человека является мощным фактором, способным ускорить развитие почв и изменять направление почвообразовательного процесса в желаемую сторону. Разумно воздействуя на почвы, применяя одновременно комплекс необходимых мероприятий, человек может неуклонно повышать производительность любых почв, увеличивать их плодородие.

Урожай зерновых культур на Бузулукском орошаемом массиве показывают, что в результате разумной деятельности человека производительность черноземов обыкновенных террасовых может возрастти за короткий срок в несколько раз. Так, в колхозе «Луч Пахаря» звено т. Лопашарева на орошаемых участках Бузулукской системы благодаря применению надлежащей агротехники еще в 1939 г. получило урожай проса на одном участке в 34,98 ц/га и на другом — 49,15 ц/га; в том же году с неорошаемого участка, без удобрений, проса было собрано всего только 6,1 ц/га.

В то же время вследствие неправильного землепользования и совершение недопустимого водопользования такие ценные почвы, как черноземы обыкновенные террасовые, на Кутулукской орошаемой территории подвергаются заболачиванию и частичному засолению. Здесь требуется неотложное проведение мероприятий по снижению уровня грунтовых вод. Необходимо также неослабное наблюдение за уровнем грунтовых вод и водно-солевым режимом почво-грунтов. С этой целью Управлением Кутулукской оросительной системы совместно с бригадой Почвенного института Академии Наук СССР в 1947 г. были намечены на массиве

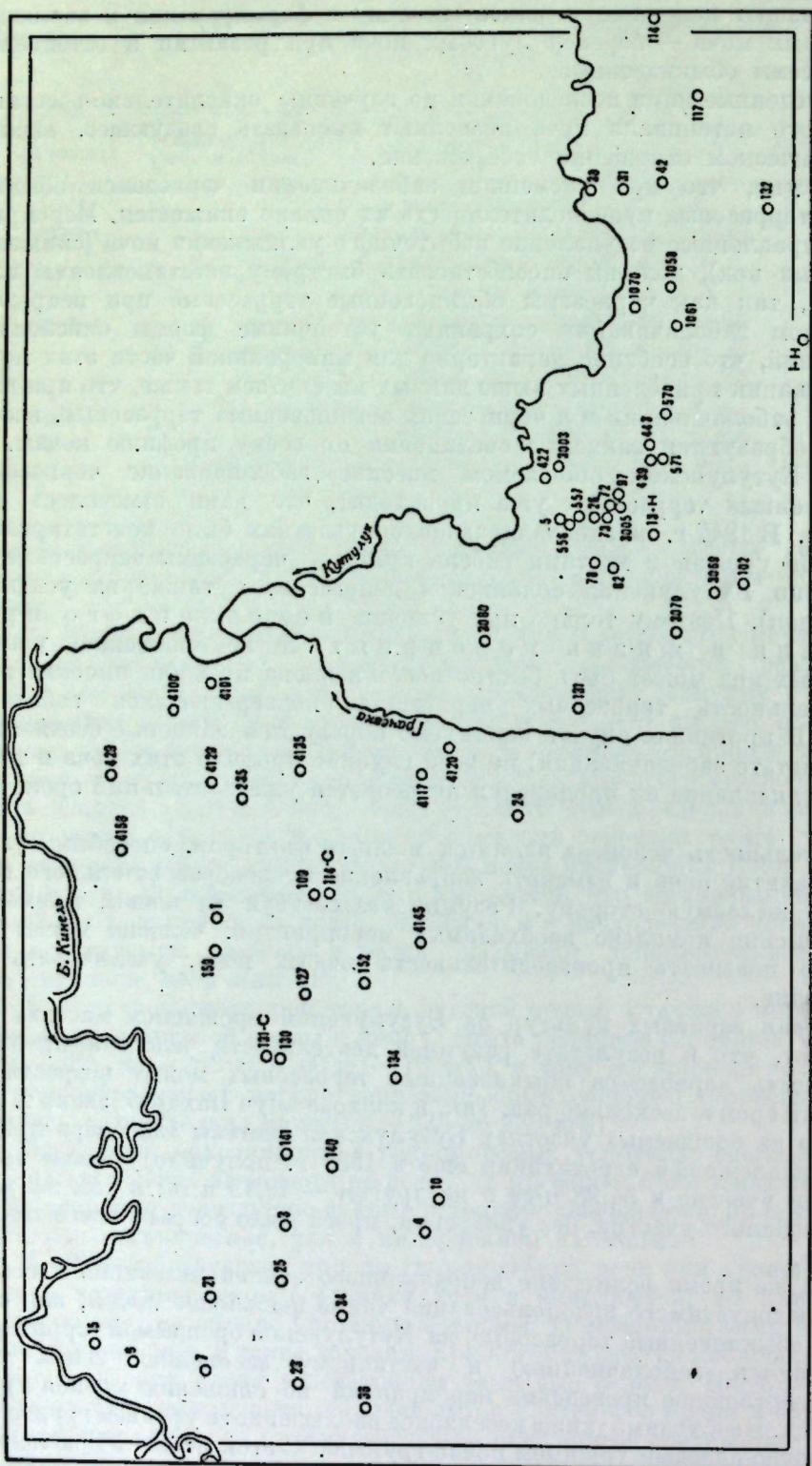


Рис. 32. Схема расположения почвенных разрезов, охарактеризованных анализами

орошения пункты для закладки дополнительных смотровых скважин. Выявленные в 1947 г. процессы заболачивания и признаки засоления, благодаря даже незначительному улучшению водосбросов в отдельных местах массива (колхоз «Красное Знамя») несколько приостановлены. К сожалению, этого нельзя сказать про Кутулукский массив орошения в целом, так как уровень грунтовых вод (см. картограмму глубин грунтовых вод на 1 января 1949 г. В. Д. Разумова) продолжает неуклонно повышаться, и в отдельных местах, особенно в районе пос. Садок, заболачивание прогрессирует.

#### ВЫВОДЫ

Рассмотренные нами физико-географические условия Кутулукского массива орошения, строение и закономерность распределения почв, физические и химические свойства отдельных почвенных разновидностей позволяют сделать некоторые выводы, относящиеся не только к данной территории, но и ко всем другим долинам рек среднего Заволжья, называемым под орошение на местном стоке.

1. Кутулукский массив орошения является самым крупным в Заволжье объектом, орошенным на местном стоке. Занимая левобережья рек Кутулук и Б. Кинеля, указанный массив охватывает пойменные террасы, первые и вторые надпойменные террасы этих рек, а также склоны водоразделов рек Кутулук — Самарка — Б. Кинель.

2. Характерная черта климата в районе Кутулукского массива орошения — континентальность, выражаясь в дефицитности атмосферных осадков, температурных контрастах, сухости воздуха, быстрых переходах от суровой зимы к лету, большой изоляции и наличии суховеев. Эти климатические факторы обусловливают резкие колебания температурного и водного режимов почвы. Годовое количество осадков в среднем Заволжье составляет обычно около 350—400 мм. Около 95% годовой величины испарения приходится на теплый период (апрель — октябрь). Так как осадки, выпадающие в теплый период, составляют 60—70% годового их количества, то, следовательно, источниками запаса влаги в почве служат небольшая часть осадков, выпадающих в теплый период, успевающая просачиваться в почву, и осадки зимнего периода (25—40% от годовой суммы). Осадки, выпадающие в периоды кущения и колошения, являются решающими для урожая зерновых культур.

Эти климатические условия указывают на то, что для получения устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур здесь необходимо орошение. Особо важное значение для этих районов имеет насаждение лесных полезащитных полос.

3. Коренными породами в районе Кутулукского массива орошения являются породы пермской, триасовой и третичной систем.

4. Почвообразующими породами на большей части Кутулукского массива являются делювиальные накопления сыртовой толщи, на меньшей — древнеаллювиальные, а также современные аллювиальные отложения. Мощность делювиального плаща, перекрывающего древний аллювий, различна (0,8—4 м), средняя мощность его около 2 м.

Почвообразующие породы по механическому составу представлены преимущественно тяжелыми суглинками; склоны водораздела, а также возвышенные места вторых надпойменных террас в западной части массива сложены главным образом легкими суглинками.

На всем массиве, кроме солонцовых депрессий, толща почвообразующих и подстилающих пород до водоносного горизонта не содержит

легкорастворимых солей: величина сухого остатка обычно колеблется в пределах 0,04—0,08% и только в отдельных случаях достигает 0,14—0,15%.

Легкорастворимые соли, вымытые из толщи склонов массива, акумулировались в отдельных замкнутых депрессиях; в таких местах верхняя толща в пределах почвенного профиля и теперь еще содержит большие количества легкорастворимых солей: сухой остаток составляет 0,5—1,0%, нередко величина его достигает 2,0—2,5%; сложена эта толща преимущественно глинистыми отложениями.

Можно считать установленным, что в прошлом не только депрессии, но и вся территория массива орошения была в той или иной степени засолена; на это указывают: а) наличие у черноземов обыкновенных террасовых заметно уплотненного горизонта и призмовидной структуры; б) присутствие в этих черноземах поглощенного натрия в количествах, обычно несколько больших, чем в черноземах водораздельных пространств.

5. Грунтовые воды речных террас минерализованы слабо. Наименьшая минерализация наблюдается в водах верхних террас — величина сухого остатка колеблется здесь в пределах 200—350 мг/л. Несколько сильнее (но тоже слабо) минерализованы грунтовые воды первых надпойменных террас — сухой остаток не превышает здесь 350—500 мг/л. Наиболее минерализованы воды солонцовых депрессий, в них сухой остаток составляет обычно 800—900 мг/л и в отдельных местах достигает 1,5—2 г/л.

В зоне, запроектированной под машинное орошение, уровень грунтовых вод находится ниже 7 м; в значительной же ее части он ниже 10 и даже ниже 15 м. Только в отдельных местах грунтовые воды обнаруживаются на глубине 5—7 м от поверхности. В пределах зоны существующего самотечного орошения на большей ее части (7530 га) грунтовые воды до орошения находились на глубине от 5 до 7 и от 7 до 10 м, и только на сравнительно небольшой части орошающей территории (2300 га) воды вскрывались на глубине от 3 до 5 м. Выше 3 м грунтовые воды были вскрыты на крайне ограниченной площади (210 га) первой надпойменной террасы р. Б. Кинелья, а также на Кутулукской солонцовой депрессии и на склонах, прилегающих к р. Тростянке; эти участки из плохости орошения были исключены.

В 1949 г. (после восьмилетнего орошения) уровень грунтовых вод в зоне самотечного орошения сильно повысился: на большей части территории грунтовые воды стоят теперь выше 3 м, а примерно на одной четверти зоны самотечного орошения — ближе 2 м от поверхности. Поэтому необходимы срочные меры по снижению уровня грунтовых вод на всей зоне самотечного орошения.

6. Физико-географические условия почвообразования в долинах рек среднего Заволжья, так же как и на Кутулукском массиве орошения, территории которого достаточно типична для долин среднего Заволжья, являются характерными для развития черноземов обыкновенных, которыми главным образом и представлен почвенный покров речных долин.

7. Мезорельеф в связи с высотными отметками местности обусловливает состав почвенного покрова и дальнейшее его развитие на речных долинах черноземной полосы Заволжья.

Черноземами обыкновенными заняты все положительные элементы рельефа на склонах речных террас.

На достаточно круtyх склонах и узких увалах с уклоном местности 0,01 и более развиты эрозионные процессы; особенно резко они выражены в зоне орошения, выше 70-й горизонтали; здесь требуется проведение противоэрозионных мероприятий.

Среди черноземов обыкновенных находятся черноземы выщелоченные и слабо оподзоленные, залегающие на отрицательных элементах рельефа с достаточно хорошим поверхностным стоком атмосферной воды. Черноземы обыкновенные, а также черноземы степных понижений выщелоченные и слабо оподзоленные составляют группу незасоленных почв.

Черноземы обыкновенные террасовые находятся в хороших условиях аэрации, обладают достаточно прочной комковатой структурой, хорошей водоудерживающей способностью, большим запасом питательных веществ; поглощающий комплекс их насыщен щелочно-земельными катионами. Эти показатели характеризуют черноземы обыкновенные террасовые как весьма ценные, высокопроизводительные почвы.

Изучение строения почвенных профилей черноземов обыкновенных террасовых на различных геоморфологических элементах показало, что вполне остеиненные черноземы даже высоких надпойменных террас еще сохраняют реликтовые признаки гидроморфного их происхождения. В черноземах же первых надпойменных террас, где грунтовые воды, находящиеся ниже 4,5—5 м, повидимому, также уже не влияют на почвообразовательный процесс, в нижней части почвенного профиля еще отчетливо сохраняются признаки раскислительных процессов. Эти черноземы, в связи со свойственным им своеобразным солевым режимом, представляют собой переходную стадию от черноземовидных луговых почв к черноземам, вполне остеиненным. Участки с такими черноземами в случае поднятия грунтовых вод при орошении в первую очередь подвергаются заболачиванию и некоторому засолению.

8. Многообразные отрицательные формы мезорельефа с затрудненным поверхностным стоком атмосферной воды или же совсем не имеющие такого явления являются местами скопления легкорастворимых солей, поступающих с лежащих выше территорий. Внутри таких депрессий формируются преимущественно засоленные почвы. Наличие большого количества солонцов в депрессиях на первых надпойменных террасах рек Кутулуга и Б. Кинелья свидетельствует о пережитой этими депрессиями стадии хлоридно-сульфатного засоления. В настоящее время здесь имеет место рассоление, повидимому, начальная его стадия; на это указывают присутствие соды в профиле солонцов и явное преобладание сульфатов над хлоридами. Распределение почв внутри таких депрессий обусловлено главным образом микрорельефом. При этом на формирование и развитие почв влияют не только первоначально существовавший здесь микрорельеф, но также и те непрерывные изменения отдельных элементов микрорельефа, которые происходят в процессе почвообразования.

Закономерность в распределении почв здесь связана с высотными отметками отдельных частей элементов микрорельефа: на самых высоких выровненных площадках развиваются черноземы террасовые солонцеватые или же черноземовидные луговые почвы, ниже — солонцы столбчатые, за ними — солонцы корково-столбчатые, далее — солонцы корково-глыбистые, еще ниже — такировидные солонцы-солончаки и, наконец, типичные солончаки (мокрые); в самых же низких местах, с затрудненным поверхностным стоком, но с достаточно большой водосборной площадью, развиваются лиманные заболоченные почвы или же солонцы корково-крупноглыбистые. Такая смена почв наблюдается при крайне незначительных колебаниях высотных отметок местности (2—4 см).

9. Солонцы, развивающиеся в речных долинах, принадлежат к одному и тому же ряду так называемых луговых солончаковых солонцов; по соотношению количеств легкорастворимых солей они относятся также к одной и той же стадии — к стадии содово-сульфатных солонцов. Солонцы

речных долин среднего Заволжья различаются по некоторым химическим особенностям и физическим свойствам, а также и по хозяйственной ценности, и потому их необходимо разделять по группам:

- а) солонцы корковые (начало уплотненного горизонта от 0 до 5 см);
- б) солонцы средние (начало уплотненного горизонта между 5 и 10 см);
- в) солонцы глубокие (начало уплотненного горизонта между 10 и 20 см);
- г) солонцы глубокие пахотноспособные (начало уплотненного горизонта глубже 20 см).

10. Пространственное распределение засоленных почв, постепенный переход одной почвы в другую в связи с высотой месторасположения и формами микрорельефа указывают на то, что в депрессиях долин рек среднего Заволжья, где идет процесс рассоления почв, солонцы корковоглыбистые образуются из солонца-солончака и представляют собой наиболее молодую стадию, переходную к солонцам столбчатым.

11. Депрессии с комплексным солонцовыми почвенным покровом являются наиболее неблагоприятными, трудными для освоения их под орошаемые культуры.

Солонцеватые черноземы, содержащие натрий в поглощении состоянии, обладают плохой водопроницаемостью; уплотненный горизонт этих почв может вызывать застаивание влаги и тем самым способствовать развитию процесса заболачивания. Несмотря на достаточно большой запас питательных элементов, черноземы солонцеватые, для того чтобы они могли успешно эксплуатироваться в орошаемом хозяйстве, нуждаются в кальцинировании и улучшении дренажа. Солонцы в отдельных местах депрессий занимают до 80% площади контура. Глубокостолбчатые солонцы стоят по плодородию несравненно выше солонцов корковых, но в орошаемом хозяйстве те и другие нуждаются в предварительной мелиорации. Наличие осолондевающих горизонтов в столбчатых солонцах указывает на процесс рассоления, но это не гарантирует того, что и в дальнейшем указанный процесс будет продолжаться. Наоборот, при близком стоянии минерализованных грунтовых вод легкорастворимые соли подсолонцового горизонта могут вызвать вторичное засоление не только самой депрессии, но и прилегающих к ней частей с высокопроизводительными черноземами.

12. Кутулукская опытная территория по геоморфологическим и гидрогеологическим особенностям, условиям рельефа и почвенному покрову является типичной не только для Кутулукского массива орошения, но и для большей части речных долин среднего Заволжья, намеченных к орошению на местном стоке. Опытная территория представляет собой лучший объект для изучения водного и солевого режимов почв, а также для постановки и проведения ряда других опытных работ.

13. Почвенная съемка Кутулукской опытной территории и опытных полей на ней показала, что крупномасштабное картирование почв с подробным изучением продольных профилей есть один из важных этапов работы, позволяющий выявлять и разрешать ряд вопросов, связанных с возникновением, формированием и развитием почв изучаемой территории.

14. Почвенная карта опытной территории масштаба 1 : 10 000 показывает, что почвенный покров находится в полном соответствии с рельефом поверхности и абсолютными отметками местности, нанесенными на топографической карте.

15. Топографический план пахотных угодий масштаба 1 : 1000 с сечением рельефа через 20 см отражает только элементы мезорельефа и

наиболее крупные элементы микрорельефа. Отсюда, естественно, на почвенном плане масштаба 1 : 1000 не может быть полной корреляции почвенных контуров с топографической основой.

16. При большой нестроте почвенного покрова на выровненных целинных участках топографическая основа даже такого крупного масштаба, как 1 : 500, с сечением рельефа через 10 см, не может отразить всех особенностей микрорельефа.

17. Степень детальности топографической основы на целине (масштаб 1 : 500) с сечением рельефа через 10 см и на пашне (масштаб 1 : 1000) с сечением рельефа через 20 см следует считать технически предельно возможной по точности изображения рельефа.

18. При крупномасштабном картировании почв для хозяйственных целей (масштаб 1 : 25 000 и крупнее) только широкое использование биологического фактора (на целине — учет и фиксация отчетливо выделяющихся контуров растительных группировок, на пашне — пятен с угнетенной культурной растительностью) может обеспечить высокое качество почвенных планов. Точное нанесение на план (основу) растительности может быть осуществлено не только «изземным» путем (мензура), но и путем аэрофотосъемки.

19. Для небольших участков, когда необходима крупномасштабная почвенная съемка особо высокой точности (съемка под опытные работы), следует обязательно применять инструментальное нанесение на топографическую основу отчетливо выделяющихся на целине контуров растительных группировок, а на пахотных угодьях — нанесение контуров, выделяющихся по состоянию сельскохозяйственной культуры (пятна с угнетенной или погибшей культурой). В черноземной полосе в сухой период люцерна является культурой, наиболее чутко реагирующей на солонцеватость почв.

20. На основании анализа продольных профилей, заложенных на Кутулукской солонцовой депрессии, установлено, что: а) склоны депрессии с высотными отметками больше 57 м заняты черноземами обыкновенными террасовыми; б) в местах с наиболее низкими абсолютными отметками (ниже 55,13 м) располагаются луговые почвы, являющиеся здесь самыми молодыми образованиями по времени их формирования в гидроморфных (точнее — в супераквальных) условиях, когда грунтовые воды стоят близко к поверхности; в) черноземовидные луговые почвы занимают более возвышенные участки, главным образом периферию депрессии; таким образом, в черноземной полосе черноземовидные луговые почвы представляют собой промежуточную стадию разлития почв между луговыми почвами и черноземами обыкновенными террасовыми.

21. Распределение солей по почвенному профилю, особенно распределение карбонатов, показывает, что в самой начальной стадии формирования черноземовидных луговых почв в гидроморфных условиях, исходящие токи атмосферной влаги предельно ограничены близким залеганием грунтовой воды; по мере снижения уровня грунтовых вод исходящие токи влаги проявляются все больше и больше, дифференцируя соответственно соли по почвенному профилю.

22. Наибольшим содержанием гумуса в самых верхних горизонтах обладают почвы гидроморфных условий; при этом на небольшой глубине, 10—20 см от поверхности, наблюдается резкое изменение в содержании гумуса в сторону его уменьшения.

23. Определения окислительно-восстановительного потенциала указывают не только на своеобразный состав органической части гидроморфных

и автоморфных почв, но и на особенности этих почв во всем их профиле. В природных условиях наибольшим окислительно-восстановительным потенциалом обладают (полевые определения) черноземы водораздельных пространств ( $+560, +590$  mV), близкий к ним, но несколько меньший потенциал имеют черноземы террасовые; за ними следуют черноземовидные луговые почвы и, наконец, луговые почвы, имеющие наименьший окислительно-восстановительный потенциал ( $+316, +450$  mV). Лабораторные определения окислительно-восстановительного потенциала показали, что с развитием анаэробных процессов в образцах верхних горизонтов этих почв наибольшее снижение потенциала происходит в луговой почве, наименьшее — в черноземе обыкновенном; черноземовидная луговая почва занимает промежуточное положение.

24. В почвообразующих породах вполне остеиненных почв окисленные формы соединений достаточно устойчивы: при капиллярном насыщении воздухоносных образцов окислительно-восстановительный потенциал их почти не изменяется; паоборот, в почвообразующих породах гидроморфных почв, окисленных кислородом воздуха во время хранения образцов, при капиллярном насыщении их снова быстро восстанавливаются закисные формы соединений.

25. Деятельность человека является самым мощным фактором, способным ускорять и изменять почвообразовательный процесс в желаемую сторону. Разумно воздействуя на почву, применяя одновременно комплекс необходимых мероприятий, человек может неуклонно повышать плодородие почвы. При недоучете некоторых особенностей почв, особенно в орошаемом хозяйстве, деятельность человека может ухудшить производительность почв, что уже имеет место на периферии солонцовой депрессии Кутулукского орошаемого массива. Поэтому, хотя солонцовые депрессии в настоящее время еще не входят в орошенную площадь, на них теперь же должен быть осуществлен дренаж.

Необходимо также немедленное проведение в жизнь мероприятий, рекомендованных проф. Н. А. Качинским<sup>1</sup>, по снижению уровня грунтовых вод на всем Кутулукском орошаемом массиве, потому что на отдельных участках, занятых высокопроизводительными черноземами, уже идут процессы заболачивания. Дальнейшее замедление в проведении этих мероприятий, как показали наши работы по определению окислительно-восстановительного потенциала, приведет к образованию здесь закисных соединений во всей толще почвенного профиля, и тогда на восстановление плодородия этих черноземов потребуется длительный срок.

26. Данные, приведенные в настоящей работе, подтверждают правильность схемы происхождения и развития террасовых почв, изложенной нами в качестве рабочей гипотезы.

27. Естественно и совершенно необходимо выделять на почвенных картах черноземы террасовые как самостоятельную таксономическую единицу. Дополнительное определение «террасовые» особенно важно в отношении черноземов первых и вторых надпойменных террас, так как оно не только указывает на происхождение и развитие черноземов террасовых, но таким определением подчеркивается высокая хозяйственная ценность этих почв в условиях неорошаемого земледелия, а также определяется надлежащая оценка

и место их при мелиоративном районировании площадей, проектируемых под орошающие культуры.

Считаю своим долгом выразить глубокую благодарность академику Леониду Ивановичу Прасолову и профессору Никодиму Антоновичу Качинскому за редактирование почвенной карты Кутулукской опытной территории и карт опытных полей, а также за их ценные советы и указания, которыми я пользовался в процессе проведения настоящей работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Антипов - Карапас И. И. К вопросу о генезисе иллювиальных горизонтов в солонцах. «Почвоведение», 1939, № 7.
- Антипов - Карапас И. И., Савинов И. И. и др. Работы Малоузенского солонцового стационара в 1935 г. «Тр. Комиссии по ирригации», вып. 9. Изд. АН СССР, 1937.
- Бирюкова А. П. Характер засоления почв солонцового комплекса при орошении. «Почвоведение», 1946, № 5.
- Богдан В. С. Отчет Валуйской сельскохозяйственной опытной станции за 1895—1896 годы (I—II). СПб., 1900.
- Вилейский Д. Г. Засоленные почвы, их происхождение, состав и способы улучшения. Изд. «Новая деревня», М., 1924.
- Вилейский Д. Г. Русская почвенно-карографическая школа. М.—Л., Изд. АН СССР, 1945.
- Вильямс В. Р. Почвоведение. М., Сельхозгиз, 1946.
- Воскресенский М. Н. Эволюция солевого профиля долинных почв пустынной части Средней Азии. «Почвоведение», 1935, № 2.
- Временная инструкция по проведению исследования и крупномасштабного картирования почв колхозов. Почвенный институт АН СССР. «Почвоведение», 1939, № 6.
- Гедройц К. К. Осоложение почв. «Тр. Носовской с.-х. опыт. станции», вып. 44, 1926.
- Гедройц К. К. Почвенный поглощающий комплекс и почвенные поглощающие катионы как основа почвенной генетической классификации. Изд. Носовской с.-х. опыт. станции, 1927.
- Геммерлинг В. В. Русские исследования в области изучения динамики естественных почв. «Бюллетень почвоведа», 1927, № 5—8.
- Геммерлинг В. В. О генезисе почв степного типа почвообразования. «Почвоведение», 1930, № 4.
- Герасимов И. П. и Доскач А. Г. Геоморфологический очерк сыртовой части Нижнего Заволжья. «Тр. Комиссии по ирригации», вып. 7. Изд. АН СССР, 1937.
- Герасимов И. П., Завалишин А. А. и Иванова Е. Н. Новая схема общей классификации почв СССР. «Почвоведение», 1939, № 7.
- Глазовская М. А. Материалы по изучению почвенного комплекса Нижнего Заволжья. Ленингр. гос. ун-т, 1939.
- Горошина К. И. и Баранов В. И. К познанию солонцовых комплексов черноземной полосы Западной Сибири. «Труды Сибирск. ин-та сельского хозяйства и лесоводства», т. VII, вып. 1. Омск, 1927.
- Даценко П. И. Почвы центральной части Самарской губернии. В сб. «Материалы по изучению русских почв», вып. 13. СПб., 1910.
- Димо И. А. Главнейшие типы засоления почв и грунтов на территории России. «Ежегод. Отдела земельн. улучшений», год V, ч. I. СПб., 1914.
- Димо И. А. и Келлер Б. А. В области полупустынь. Саратов, 1907.
- Докучаев В. В. Способы образования речных долин Европейской России. СПб., 1878.
- Докучаев В. В. Русский чернозем. СПб., 1883.
- Докучаев В. В. К вопросу о соотношениях между возрастом и высотой местности. «Вести. естествознания», СПб., 1891, № 2.
- Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь. СПб., 1892.
- Еремин Г. Г. Солонцово-солончаковые комплексы уроцища Б. Майтуга, Куйбышевского края. «Почвоведение», 1936, № 5.
- Жилинский И. Очерк работ экспедиции по орошению на юге России и Кавказе. СПб., 1892.
- Жилинский И. Об управлении водами для целей сельского хозяйства. «Тр. Вольного экономич. об-ва», т. II, № 5, 1895.

<sup>1</sup> См. его статью в данном сборнике.

- Захаров С. А. К вопросу о значении макро- и микрорельефа в подзолистой области. «Почвоведение», 1910, № 4, и 1911, № 1.
- Захаров С. А. Курс почвоведения. М., Сельхозгиз, 1931.
- Захаров С. А. Почвы поймы р. Дона и его притоков. Почвы Ростовской области и их агрономическая характеристика. Кн. 4. Ростиздат, 1940.
- Земятченский П. А., Силачтьев А. А. и Траишель В. А. Пады. Имение В. Л. Нарышкина. Естественно-исторический очерк. СПб., 1894.
- Иванова Е. И. Генезис и эволюция засоленных почв в связи с географической средой. В кн. «Почвы СССР», т. I. М.—Л., Изд. АН СССР, 1939.
- Измайльский А. А. Как высохла наша степь. М., Сельхозгиз, 1937.
- Иоэлевич Л. И. К вопросу о происхождении микрорельефа и комплексности сухих степей. В сб. «Природа и сельское хозяйство засушливых пустынных областей СССР», № 3, 1928.
- Иоэлевич Л. И. О возрасте и эволюции гидрогенных почв в связи с их использованием. М.—Л., Сельхозгиз, 1931.
- Иоэлевич Л. И. К вопросу о возрасте и эволюции гидрогенных почв. «Почвоведение», 1931, № 3.
- Касаткин В. Г. и Красюк А. А. Указания к производству полевых почвенных исследований, под ред. Коссовича. Пг., 1917.
- Карпинский Н. П. Основные вопросы методики детальных почвенных исследований. «Химизация соц. земледелия», 1938, № 1.
- Качинский Н. А. Опыт агромелиоративной характеристики почв. Часть первая. Программа и методы исследования физических свойств почвы в целях орошения. «Тр. Сов. секции МАП», т. III, М., 1934.
- Качинский Н. А. О принципах построения почвенно-мелиоративной карты в целях ирригации. «Почвоведение», 1937, № 6.
- Качинский Н. А. Методы механического и микроагрегатного анализа почвы. М.—Л., АН СССР, 1943.
- Ковда В. А. Влияние поглощенного натрия на выщелачивание карбоатов почвы. «Тр. Почв. ин-та АН СССР им. Докучаева», вып. 6, 1932.
- Ковда В. А. Современные формы засоления почв в Заволжье. «Проблемы Волго-Каспиия». Л., Изд. АН СССР, 1934.
- Ковда В. А. Солончаки и солонцы. М.—Л., Изд. АН СССР, 1937.
- Ковда В. А. Солонцы. В кн. «Почвы СССР», т. I. Изд. АН СССР, 1939.
- Ковда В. А. Происхождение и режим засоленных почв. Т. I и II. М.—Л., Изд. АН СССР, 1946.
- Ковда В. А., Самбур Г. И. и Розов Н. Н. Как улучшить и освоить солонцы. Изд. АН СССР, 1950.
- Коржинский С. Предварительный отчет о почвенных и геоботанических исследованиях 1886 г. в губерниях Казанской, Самарской, Уфимской, Пермской и Рижской. «Тр. Общ. естеств. при Казанском ун-те», т. XVI, вып. 6, 1887.
- Коссович П. С. Основы учения о почве. Ч. II, вып. 1. СПб., 1911.
- Красюк А. А. Почвы и их исследование в природе. 3-е изд. М.—Л., 1931.
- Курапов И. А. Комплексность почв черноземной зоны и метод учета ее на участках полевых опытов. «Химизация соц. земледелия», 1938, № 1.
- Мазарович А. И. Опыт систематического сопоставления неогеновых и послетретичных отложений Поволжья. «Изв. Акад. Наук СССР», 1927.
- Мазарович А. И. Генезис и возраст пермских отложений в бассейне р. Самары. «Бюлл. Моск. об-ва испытат. природы», 1928.
- Мазарович А. И. Основные черты истории рельефа высокого Заволжья. Журн. «Землеведение», т. 32, 1930.
- Неуструев С. С. Бузулукский уезд. «Материалы для оценки земель Самарской губ.», т. VI, 1916.
- Неуструев С. С. и Безсонов А. И. Краткий почвенно-геологический очерк Новокузнецкого уезда Самарской губернии. «Почвоведение», 1902, № 3.
- Неуструев С. С., Прасолов Л. И. и Безсонов А. И. Естественные районы Самарской губернии. Самара, 1910.
- Новиков П. М. К вопросу о известковании и гипсования почв при орошении. «Почвоведение», 1937, № 3.
- Новиков П. М. Количество коллоидальных частиц в генетических горизонтах основных почвенных типов СССР. «Ученые зап. МГУ», вып. XII, 1937.
- Носин В. А., Агафонов И. П., Крылов В. П., Ситников Б. Л. Почвы Куйбышевской области. Куйбышев, 1949.
- Панков А. М. Землерой и его роль в почвообразовании. «Вестн. опыта. дела Средне-черноземи. обл.», Воронеж, 1921, № 4, 5 и 6.
- Плюсчин И. И. Почвы Волго-Ахтубинской поймы. «К познанию аллювия и аллювиальных почв». Сталинград, 1938.

- Полынов Б. Б. Пески Донской области, их почвы и ландшафты. «Тр. Почв. ин-та АН СССР им. В. В. Докучаева», вып. 1, 1926.
- Полынов Б. Б. и Быстров И. С. Об изменении растворов солей, циркулирующих в почвах. «Почвоведение», 1932, № 3.
- Попов Т. Происхождение и развитие осиновых кустов в пределах Воронежской губ. «Труды Докучаевского почвенного комитета», вып. 2. СПб., 1914.
- Прасолов Л. И. О черноземе приазовских степей. «Почвоведение», 1916, № 1.
- Прасолов Л. И. К вопросу об «осоложении» почв. «Почвоведение», 1927, № 1.
- Прасолов Л. И. Картография почв. «Бюллетень почвоведа», 1927, № 5—8.
- Прасолов Л. И. Почвы возвышенных степей Заволжья как объект ирригации. «Труды Комиссии по ирригации», т. I. Изд. АН СССР, 1933.
- Прасолов Л. И. О единой номенклатуре и основах генетической классификации почв. «Почвоведение», 1937, № 6.
- Прасолов Л. И. Почвы Заволжья. В кн. «Почвы СССР», т. III. Изд. АН СССР, 1939.
- Прасолов Л. И. Чернозем как тип почвообразования. В кн. «Почвы СССР», т. I. Изд. АН СССР, 1939.
- Ремезов Н. П. Динамика окислительно-восстановительного потенциала в подзолистых почвах. «Тр. Научн. ин-та удобрений», вып. 76, 1930.
- Рупrecht. Геоботанические исследования о черноземе. СПб., 1866.
- Садовников И. Ф. Классификация почв южного Заволжья. «Почвоведение», 1941, № 1.
- Садовников И. Ф. Руководство по производству почвенных исследований. Министерство земледелия СССР. Гл. Упр-ние землеустройства, 1946.
- Садовников И. Ф. и Зайцев А. А. Солонцы Заволжского района ирригации. В кн. «Солонцы Заволжья». Нижневолгопроект, вып. VII, 1937.
- Силигин И. И. Метод определения абсолютного возраста почв. «Докл. Акад. Наук СССР», т. XII, № 8, 1943.
- Славянин Н. Н. Эквивалентная форма выражения анализов воды и ее применение. Геологоразв. изд-во, 1932.
- Соколов Н. Н. О возрасте и эволюции почв в связи с возрастом пород и рельефа. «Тр. Почв. ин-та АН СССР им. В. В. Докучаева», вып. 6, 1932.
- Соловьев П. Е. Генезис террасовых черноземов среднего Заволжья и сравнение их с черноземами смытов. «Ученые зап. МГУ», вып. 27. Почвоведение. М., 1939.
- Тихомиров И. К. и Рязанцева З. М. Климат Заволжья. М., 1939.
- Томашевский И. И. Труды Амурской экспедиции. Вып. XV, под ред. К. Д. Глинико. СПб., 1912 (об эволюции луговых почв).
- Тюрип И. В. О биологическом накоплении кремниекислоты в почвах. «Проблемы сов. почвоведения», сб. 4. Изд. АН СССР, 1937.
- Усов И. И. Генезис и мелиорация почв Каспийской низменности. Саратов, 1940.
- Усов Н. И. О биологическом накоплении кремниекислоты в почвах. «Почвоведение», 1943, № 9—10.
- Усов И. И. Почвы Саратовской области, ч. I и II. Саратов, 1948.
- Францесон В. А. и Галкин Т. Г. Новые данные о солонцовом процессе почвообразования. «Химизация соц. земледелия», 1932, № 5.
- Ханинский А. И. Почвы южной части Семипалатинского уезда. «Тр. почв.-ботанич. экспедиции. Почв. исследов.» 1914, вып. 1. Пг., 1916.
- Хан Д. В. Методика определения в почвах полуразложившихся растительных остатков. «Почвоведение», 1941, № 6.
- Цаценкин И. А. Влияние рельефа и материнских пород на солонцеватость пустынных степей Калмыцкой АССР. «Изв. Гос. геогр. об-ва», т. 70, вып. 2, 1938.
- Чернов В. А. О природе почвенной кислотности. М.—Л., Изд. АН СССР, 1947.
- Шеппин И. Об орошении садов, огородов и полей в губерниях Саратовской и Астраханской и в Кавказской области. «Журн. Министерства госуд. имущ.», СПб., ч. XII, 1844.
- Шульц С. С. К вопросу о генезисе и морфологии речных террас. «Почвоведение», 1930, № 6.
- Шукевич М. М. Миграция солей в почвах и растениях пустыни. «Тр. Почв. ин-та АН СССР им. В. В. Докучаева», т. XIX, вып. 2, 1939.
- Шуккин Д. М. Метеорологические условия урожая 1927 г. в Самарской губ. Губ. метеорол. бюро, вып. II, № 130, 1927.
- Шуккин Д. М. Погода и сельскохозяйственные культуры 1925—1926 гг. в Средне-Волжской области. Ср. Волжск. метеор. бюро, вып. I, № 127, 1926.
- Федяницев И. П. О методике крупномасштабного картографирования почв. «Проблемы сов. почвоведения», сб. 5, 1937.
- Филатов М. М. Очерк почв Московской губернии. М., 1923.

Е. И. КОЧЕРИНА

## ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ТЕРРАС РЕКИ КУТУЛУКА КУЙБЫШЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

При исследовании почвенного покрова в настоящее время изучение физических свойств почв является обязательным, а для проведения ирригационных мероприятий оно ставится на первый план. Практические вопросы орошаемого хозяйства, нормы полива при различных формах его, сроки полива, расход воды на всей оросительной сети и др. требуют для получения высоких урожаев с орошаемого массива определенных, конкретных знаний в отношении водопроницаемости, влагоемкости, порозности, минимальных и максимальных запасов влаги орошаемых почв.

В связи с этим в 1940, 1941 и 1944 гг. нами было произведено в полевых условиях всестороннее изучение физических свойств почвенных разновидностей террас р. Кутулуга в районе опытной территории; собранный материал был подвергнут затем лабораторной обработке.

Работа являлась частью комплексных почвенных исследований Кутулукского орошаемого массива, выполнявшихся экспедицией Почвенного института Академии Наук СССР совместно с кафедрой физики и мелиорации почв Московского государственного университета под руководством проф. доктора Н. А. Качинского.

### КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА

Естественно-исторические условия, факторы почвообразования и почвенный покров опытной территории орошаемого массива подробно описаны в статье П. М. Новикова, помещенной в настоящем сборнике; здесь же дается лишь краткая характеристика их.

Кутулукский опытный участок расположен вблизи пос. Кутулуга Куйбышевской области и занимает центральную часть Кутулукской системы орошения.

Весь массив орошения сложен древним аллювием на глубину 30—40 м и подстилается акчагыльскими и сарминскими глинами.

На исследуемом участке выделяются три надпойменные террасы, постепенно переходящие одна в другую: первая надпойменная терраса относится к вюрмскому времени и отличается большой неоднородностью механического состава отдельных слоев; вторая — к рисскому возрасту и сложена более тяжелым по механическому составу материалом; третья терраса относится к миндельскому возрасту, причем некоторые исследо-

ватели считают ее склонами сыртов. От современной поймы первая надпойменная терраса отделяется крутым уступом.

Древние аллювиальные отложения перекрыты делювиальным чехлом мощностью около 2 м.

Грунтовые воды на первой надпойменной, вюрмской, террасе залегают на глубине 4—5 м и только в депрессии — на глубине 3 м; на рисской террасе грунтовые воды находятся на глубине 11—13 м, на третьей, миндельской, террасе — на глубине около 15 м.

Почвенный покров террас р. Кутулуга в районе опытной территории представлен комплексом почв с преобладанием черноземов обыкновенных террасовых, по преимуществу суглинистых и тяжелосуглинистых. По понижениям залегают черноземы различной степени выщелоченности и деградации, а также солонцеватости и осолождения и небольшой процент солонцов. Находящаяся на опытном участке депрессия представлена сложным комплексом почв, среди компонентов которого преобладают солонцы и черноземовидные луговые почвы.

Для изучения физических свойств чернозема обыкновенного террасового был заложен профиль глубоких разрезов (в районе орошающего участка — до грунтовой воды, а вне его — на глубину 4—5 м) от уступа при переходе современной поймы Кутулуга в первую надпойменную террасу, далее через вторую и третью террасы к водоразделу (см. почвенные планы в статье П. М. Новикова). Кроме того, физические свойства изучались на других почвенных разновидностях, входящих в комплекс почв террас Кутулуга, — на черноземе осолождающем и солонце окультурением.

В профиле от водораздела к первой террасе были заложены разрезы 5К, 13К, 97, 420. На первой террасе в лощинке описаны чернозем осолождающий (разр. 422) и солонец окультуренный (разр. 418). На депрессии, находящейся на первой террасе Кутулуга, изучались следующие почвы: черноземовидная луговая тяжелосуглинистая почва, солонец, корково-столбчатый тяжелосуглинистый и солонец-солончак (такыровидный) суглинистый.

### МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАННЫХ ПОЧВ

Разрез 5К — чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, пылевато-песчаный.

Разрез заложен в верхней части слабой широкой лощины, на третьей террасе р. Кутулуга. Рожь:

Ap	0—16 см	Темносерый, глыбисто-пылевато-комковатый, плотноватый, сухой.
A <sub>1</sub>	16—25 см	Темносерый; выламывается вертикальными отдельностями, расходящимися на комки; плотноватый, вертикальные трещины, пористый, сухой.
B <sub>1</sub>	25—53 см	Темносерый, слегка коричневатый, книзу светлее; структура комковатая, слегка угловатая; много кротовин; плотноватый, крупнопористый, суховатый.
B <sub>2</sub>	53—70 см	Темнобурый, неравномерно окрашен; выламывается вертикальными отдельностями, которые распадаются на комки, удлиненные в вертикальном направлении; плотный, крупнопористый; много кротовин, суховатый.
B <sub>3</sub> C	70—96 см	Бурый, неравномерно окрашен, в нижней части горизонта песчаные линзы; структура, как в горизонте B <sub>2</sub> , много кротовин; плотный, крупнопористый, сырват.

96—200 см	Желтый, слегка коричневатый слоистый песок, в верхней части горизонта слоистость выражена слабо, много песчаных линз; выделение карбонатов по трещинам, идущим вертикально на всю мощность горизонта; наблюдаются также и горизонтальные полосы выделений карбонатов в суглинистых тонких слоях; единичные кротовины заходят до глубины 150 см; сухой.
200—235 см	Палевый сырьеватый суглинок с линзами песка; большое количество карбонатных трубочек; плотный, пористый; выделения марганица в виде мелких черных точек.
235—400 см	Палевый, с 325 см слегка коричневатый; редкие отложения карбонатов в виде трубочек, а в нижней части горизонта очень плотные конкреции; большое количество черных точек выделений марганица; влажный.
Вскипает с HCl с глубины 64 см.	
Разрез 13К — чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, песчано-пылеватый.	
Разрез заложен в верхней части второй террасы Кутулука. Рожь.	
Aп 0—15 (23) см	Темносерый, глыбисто-комковатый, рыхлый, глыбы плотные, сухой.
A <sub>1</sub> 15—29 см	Темносерый, на глубине 15—23 см заметна старая вспашка; эта часть горизонта более плотная, чем нижняя; выламывается вертикальными отдельностями, распадающимися на комки; пористый, сухой.
B <sub>1</sub> 29—65 см	Темносерый коричневатый; плотноватый, структура, как в горизонте A <sub>1</sub> , но более грубая; в нижней части горизонта редкие кротовины, заполненные более светлой неоднородной породой, в некоторых кротовинах наблюдается седоватость от карбонатной присыпки, слегка влажный.
B <sub>2</sub> 65—95 см	Бурый, неоднородный по окраске вследствие сильной перерывности землеройками; выламывается вертикальными отдельностями, распадающимися на глыбки и комки; плотный, тонкопористый, по ходам старых корней отложения карбонатов в виде тонких жилок, книзу отложения карбонатов увеличиваются; слегка влажный.
C 95—120 см	Светлобурый, неоднородный по окраске вследствие сильной перерывности, светлые бурые участки чередуются с более темными участками до темносерых включительно; в светлобурых участках большое количество отложений карбонатов в виде жилок, трубочек и сплошных потоков по трещинам; сильно плотный, пористый; неоднороден по механическому составу: в светлых участках более легкий, слегка влажный.
D 120—207 см	Слоистый, слои песка — крупного и мелкого — чередуются между собой; среди них тонкие суглинистые слои и линзы; в верхней части горизонта кротовины; отложения карбонатов в виде трубочек, жилок и потоков, преимущественно в суглинистых участках; слегка влажный.
207—300 см	Желто-бурый суглинок с редкими песчаными линзами; весьма плотный, выламывается плитками до 1 см толщиной, пористый; отложения карбонатов в виде трубочек и жилок; черные точки марганица, сырьеватый.
300—410 см (дно ямы)	Слоистый, слои суглинка чередуются со слоями песка, слои неправильные, мощностью от 3 до 6 см; в суглинистых слоях, мощность которых больше, чем песчаных, отложения известня в виде конкреций и жилок; черные точки марганица, влажный.
	Вскипает от HCl на глубине 55—64 см.
Разрез 97 — чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, песчано-пылеватый. Разрез заложен в верхней части склона к небольшой ложбинке в верхней трети первой террасы Кутулука. Пар.	
A <sub>п</sub> 0—20 см	Темносерый; глыбисто-пылевато-комковатый; рыхлый, в нижней части полуразложившиеся растительные остатки; сухой.
A <sub>1</sub> 20—35 см	Темносерый; выламывается вертикальными отдельностями, распадающимися на комки; рыхлый, редкие кротовины; сухой.

B <sub>1</sub> 35—48 см	Темносерый, коричневатый; выламывается вертикальными отдельностями, распадающимися на удлиненные комки с округлыми гранями; кротовины довольно часто; плотноватый, крупнопористый; переход в горизонт B <sub>2</sub> резкий; сухой.
B <sub>2</sub> 48—70 см	Темносерый, белесоватый от известковой присыпки; структура, как в горизонте B <sub>1</sub> , структурные отдельности более крупные; плотный, крупнопористый, сухой.
B <sub>3</sub> 70—106 см	Светлобурый с темными заклиниками и кротовинами; выламывается вертикальными отдельностями диаметром 4—7 см; более плотный, чем горизонт B <sub>2</sub> , пористый; выделение карбонатов в виде весьма редкой белоглазки и лжемицелия; сухой.
D 106—155 см	Желто-бурый, легкосуглинистый, на глубине 130 см прослойка из глинистого песка мощностью до 14 см; отложения карбонатов в суглинистой части горизонта в виде лжемицелия, в небольшом количестве, в песчаной прослойке — в виде редких небольших тяжей; единичные кротовины; в нижней части слегка влажный.
155—250 см	Желто-бурый, тяжелосуглинистый, книзу суглинистый; в нижней части горизонта песчаные линзы; большое количество черных точек выделений марганица; желтые пятна железа, много карбонатов в виде псевдомицелия и редкой белоглазки; сырой.
250—325 см	Песок желтый, слоистый, сырой.
325—350 см	Желто-бурый суглинок, мокрый; большое количество круглых отверстий диаметром 3—5 см и длиной 2—5 см в виде замкнутых камер, расположенных в вертикальном направлении, заполненных водой; при срезе вода из камер уходит; редкие конкреции известня. С 350 см до дна ямы (440 см). Песок серый, сильно оглеенный.
Вскипает от HCl с 54 см.	Грунтовая вода залегает на глубине 438 см.
Разрез 420 — чернозем обыкновенный террасовый тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый.	
Разрез заложен в первой трети первой террасы Кутулука. Стерня под солнечника, густо поросшая подсолнечником-самосевом.	
A 0—15(17) см	Темносерый глыбисто-комковатый, комки при надавливании легко распадаются; сухой.
A <sub>1</sub> 17—26(30) см	Темносерый, выламывается вертикальными отдельностями, распадающимися на удлиненные комки с округлыми краями; кротовины довольно часто; сухой.
B <sub>1</sub> 30—50 см	Темносерый, буроватый; выламывается вертикальными отдельностями, распадающимися на комки и глыбки; плотный, крупнопористый; довольно частые кротовины; сухой.
B <sub>2</sub> 50—75 см	Бурый, книзу светлее; структура, как в горизонте B <sub>1</sub> , структурные отдельности более крупные; плотный, крупнопористый, много кротовин; сухой.
B <sub>3</sub> 75—100 см	Бурый, слегка красноватый, серовато-бурые кротовины создают неравномерную окраску; редко белоглазка, плохо оформленная; сильно плотный; сухой.
C <sub>1</sub> 100—130 см	Светлобурый, весьма плотный, вертикальная трещиноватость; кротовины в большем количестве, чем в горизонте B <sub>3</sub> ; сухой.
C <sub>2</sub> 130—158 см	Палевый, тяжелый суглинок с песчаными линзами; карбонаты в виде псевдомицелия; плотный; сухой.
D 158—182 см	Слоистый суглинок с тонкими слоями песка; плотный, сырват.
182—235 см	Суглинок, в верхней части карбонаты и редкие песчаные линзы, по трещинам в вертикальном направлении спускается песок; влажный.
235—385 см	Песок слоистый; сырой.
385—462 см	Суглинок, в верхней части песчаные линзы; редкие выделения карбонатов в виде трубочек; книзу сизые пятна оглеения, местами плотные известковые тяжи, по которым появляется грунтовая вода; выше эти известковые образования в виде больших глыб до 15 см в диаметре, плотно сцепленные; мокрый.
Вскипает от HCl с 31—37 см.	
Грунтовая вода на глубине 446 см.	

**Разрез 422 — чернозем осоледевающий тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый.**

Разрез заложен на первой террасе р. Кутулука в слабой лощине. Пар.

A<sub>n</sub> 0—22 см Темносерый, глыбисто-комковатый, комки непрочные, легко разрушаются при надавливании; сухой.

A<sub>1</sub> 22—33 см Темносерый, слегка коричневатый; в верхней части (4—5 см) плотный, бесструктурный (плужная подошва), книзу вертикальная трещиноватость, распадается на угловатые комки; сухой.

B<sub>1</sub> 33—52 см Темнобурый, выламывается вертикальными отдельностями, распадающимися на комки и слабо выраженные призмы; кротовины, камеры насекомых; плотный, с вертикальной трещиноватостью; сухой.

B<sub>2</sub> 52—72 см Бурый, окраска неоднородная, книзу красноватый; много темных кротовин; структура призматическая; плотнее предыдущего, гористый, сухой.

B<sub>3</sub> 72—93 см Бурый, красноватый, темные пятна кротовин; структура, как в горизонте B<sub>2</sub>; сильно плотный; сухой.

C 93—114 см Светлобурый; большое количество карбонатов в виде псевдомицелия, густо пронизывающего породу; структура пластинчатая; сильно плотный; сухой.

D 114—185 см Слоистый песок; в слоях супеси отложения карбонатов, полосы карбонатов идут в вертикальном направлении.

C 185 см до дна ямы (218 см) более однородный песок с редкими пятнами карбонатов, имеющими вертикальное направление; сырой.

Вскипает с 70 см.

**Разрез 418 — солонец тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый, окультуренный.**

Разрез заложен в нескольких метрах от разреза 422, на первой террасе р. Кутулука в первой ее трети. Пар.

A + B<sub>n</sub> 0—18 см Темносерый, глыбисто-комковато-пылеватый, глыбы диаметром до 20 см; довольно рыхлый (вспашка была произведена 14 июня, описание разреза — 9 августа).

B<sub>1</sub> 18—35 см Темнокоричневый, сизоватый; ореховатая структура хорошо выражена; выламывается плотными вертикальными отдельностями, которые распадаются на призмы и орехи; верхняя часть горизонта (4—6 см), бывшая когда-то в обработке, имеет сероватый оттенок, солонцеватость выражена слабее, ореховатая структура с несколько округлыми краями и менее плотная, чем нетронутая обработкой нижняя часть горизонта, которая весьма плотная; много насекомых (тропсов) в верхней части горизонта, вследствие чего весь слой пронизан порами.

B<sub>2</sub> 35—59 см Темнобурый, неравномерно окрашен, в верхней части более темный, книзу светлее. Структура, как в горизонте B<sub>1</sub>, но вертикальные отдельности более мелкие; при просыхании профили почвы с 50 см выцветают соли в большом количестве; в нижней части горизонта мраморный от большого количества гипса и других солей; весьма плотный, имеются кротовины.

B<sub>3</sub> С 70 см до дна ямы (100 см). Светлобурый, весьма плотный, ореховатой структуры; отложения карбонатов в виде белоглазки и слабо выраженного псевдомицелия.

Вскипает с 35 см в местах выделения солей и в бурых пятнах, бурное вскипание с 52 см.

Кротовины заходят до 85 см.

С глубины 100 см встречаются песчаные линзы.

**Разрез 1007 — черноземовидная луговая почва тяжелосуглинистая, иловато-пылеватая.**

Разрез заложен на микроповышении депрессии первой террасы р. Кутулука, с сильно выраженным микрорельефом. Целина. Преобладающая растительность: *Artemisia austriaca*, *Taraxacum*, *Agropyrum* и др.

A<sub>0</sub> 0—3,5 см Дернина из корней трав; вегетируют полынь, пырей, одуванчик и др.

A<sub>1</sub> 3,5—14 см Темносерый; комковатый, плотноват, вертикальная трещиноватость, пронизан корнями; сухой.

B<sub>1</sub> 14—22 см Темнобурый; выламывается вертикальными отдельностями диаметром 5—8 см, распадающимися на крупные комки; плотный, сухой.

B<sub>2</sub> 22—34 см Бурый; структура, как в горизонте B<sub>1</sub>, по трещинам затеки гумуса; карбонатная припудренность; камеры насекомых, плотный, сухой.

B<sub>3</sub> 34—75 см Бурый, книзу окраска светлее, слегка глянцевитый; хорошо выражена ореховатая структура; много карбонатов в виде псевдомицелия и редко белоглазка, весьма плотный; единичные кротовины; переход в следующий горизонт резкий; сухой.

D 75—120 см Желто-бурый песок, в верхней части горизонта суглинистые линзы; весьма плотный, как бы скементированный, откалывается плитками; в верхней части выделения карбонатов, которые приурочены главным образом к суглинистым участкам; сырватый. Желто-бурый; ореховатой структуры; выделения карбонатов в виде трубочек, черные точки марганца; сырой.

120—160 см Палевый, желтоватый, с песчаными линзами, много желтых пятен железа; грязно-серые пятна и полосы карбонатов, которые идут по трещинам; сырой.

160—205 см 205—303 см Желтый песок, книзу серый, сильно оглеенный; на глубине 270 см слоистая прослойка мощностью в 10—12 см, слои серые и черные; мокрый. Вскипает от HCl с 20—22 см.

Грунтовая вода на глубине 303 см.

**Разрез 1008 — солонец корково-столбчатый тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый.**

Разрез заложен на широком микропонижении депрессии первой террасы р. Кутулука в 15 м от разреза 1007. Целина. Растительность: *Kochia sedoides*, *K. prostrata* и единичные экземпляры других растений — *Artemisia maritima*, *Statice Gmelina*, *Nostoc commune*.

A<sub>0</sub> 0—3 см Темносерый, белесоватый от SiO<sub>2</sub>, пластинчатой структуры, средне-развитая корневая система; сухой.

B<sub>1</sub> 3—10 см Темнобурый, сероватый, верхушки столбиков серые; хорошо выражена столбчатая структура, столбики диаметром от 1,5 до 6 см, над крупными столбиками более мощный горизонт A (4—5 см), головки столбиков слиты, книзу распадаются на мелкие орехи; весьма плотный, корни преимущественно по трещинам; сухой.

B<sub>2</sub> 10—20 см Бурый, книзу желтоватый, слегка седоват; призматической структуры диаметра 4—6 см, структурные отдельности распадаются на комки; корни преимущественно между структурными отдельностями; весьма плотный; сухой.

B<sub>3</sub> 20—45 см Светлобурый, красноватый; структура, как в горизонте B<sub>2</sub>, столбики более крупные и выражены слабее, распадаются на комки, книзу на орехи; отложения карбонатов главным образом по трещинам и отдельными пятнами; сухой.

C 45—90 см Светлобурый, красноватый; хорошо выражена ореховатая структура; отложения известия в виде весьма редких пятен и сплошные по трещинам; весьма плотный, вертикальные трещины до 3—4 см; суховатый. Желто-бурый; по механическому составу неоднороден, в основном песок.

крупный, местами суглинистые линзы; ясная горизонтальная слоистость, плитчатая структура хорошо выражена; весьма плотный, как бы сцепленный, книзу менее плотный; много отложений известия в виде белоглазки, а в крупном песке — мелких пятен и жилок; сырватый.

**150—253 см** Желтый слоистый песок; в верхней части горизонта весьма редкие включения известия в виде отдельных мелких пятен и полосок, книзу появляются ржавые и сизые, грязные оглеенные пятна; на глубине 210 см прослойка с темными горизонтальными полосками мощностью 8—11 см; сырой.

**253—300 см** Серый, сильно оглеенный песок с ржавыми пятнами, слоистый, суглинистые линзы; мокрый.

Вскапает от HCl с 12 см.

Грунтовая вода на глубине 292 см.

**Разрез 1013 — солонец-солончак (такыровидный) суглинистый, иловато-пылеватый.**

Первая терраса р. Кутулука. Разрез заложен на микроподвижении депрессии, почти лишенной растительности (1—2 экземпляра *Kochia prostrata* на 1 м<sup>2</sup>) в 150 м от разреза 1008.

**A<sub>1</sub> 0,5—1 см** Серая буроватая корочка, легкосуглинистая (сверху гладкой поверхности крупный песок); сырватая.

**B<sub>1</sub> 1—8 см** Темносерый коричневатый, мелкоглыбистый; весьма плотный, вертикальная трещиноватость; сухой.

**B<sub>2</sub> 8—32 см** Темнокоричневый; выламывается вертикальными отдельностями, расходящимися на орехи, глянцевит; отложения солей в виде белых и сероватых пятнышек и полосок, которые книзу горизонта исчезают; плотный.

**B<sub>3</sub> 32—46 см** Бурый, книзу светлее, ореховатый; отложения карбонатов в виде грязно-серых пятен, темные затеки гумуса по трещинам, глянцевит; менее плотный, чем горизонт B<sub>2</sub>, суховат.

**B<sub>3</sub>C 46—60 см** Светлобурый, пестрый от большого количества известия в виде белоглазки и участков, сплошь пропитанных известием; весьма плотный, мелкая трещиноватость, преимущественно в вертикальном направлении; крупноореховатой структуры, поверхность структурных отдельностей глянцевита; сырватая.

**D 60—110 см  
(диюмы)** Красновато-желтый песок, в верхней части горизонта суглинистые линзы; весьма плотный, как бы сцепленный; отложения карбонатов сплошь пропитывают суглинистые линзы, на участках песка известия меньше, книзу горизонта известия исчезает, плотность увеличивается; сырватая.

Вскапает с поверхности.

Все разрезы — 5К, 13К, 97, 420, входящие в профиль черноземных террасовых почв, по морфологическому описанию близки между собой. Мощность горизонтов A + B равна 95—105 см; мощность горизонта A колеблется от 25 до 35 см. Большая мощность горизонта A в разрезе 97 (35 см) в сравнении с другими разрезами профиля обусловлена вспашкой парового участка, произведенной недолго до описания разреза, — почва была вспущена и не успела осесть. Повышенная мощность горизонта A наблюдалась в разрезе 422, заложенном также на пару. Структура во всех описанных разрезах чернозема сравнительно одинакова.

В почвах отдельных разрезов отложения карбонатов, видимых на глаз, начинаются с 65—100 см, наибольшее скопление их на глубине 100—200 см. Как правило, наиболее плотным в профиле почвы является карбонатный горизонт, что особенно ярко подчеркивается слабой водопроницаемостью этого горизонта.

Чернозем осолодевающий тяжелосуглинистый, залегающий в слабой лощинке, отличается от описанных выше черноземов обыкновенных

пониженным вскипанием (70 см) и яркой выраженностью иллювиального горизонта, характеризующегося красноватой окраской от вмытых сюда полуторохислов железа и призматической структурой. Глубже, в горизонте C, структура пластинчатая.

Солонец окультуренный, находящийся в культуре десятки лет, уже несколько утратил характерный для солонца морфологический облик, что обусловлено вовлечением в пахотный слой горизонта B<sub>1</sub>. Обращает на себя внимание большое количество отложений гипса на глубине 50—69 см, выше залегания карбонатов, что указывает на вторичный процесс засоления.

Почвы депрессии, целинные по морфологии, имеют профиль, характерный для соответствующего типа почвы. Так, солонец корково-столбчатый характеризуется ярко выраженным столбчатым горизонтом. Солонец-солончак (такыровидный) вскипает с поверхности, после дождей в конце лета на поверхности появляются цветы солей. Черноземовидная луговая почва имеет довольно плотную дернину, высокое вскипание от HCl (с 20 см); профиль ее укороченный.

Подстилающий древний аллювий отличается слоистостью, чередованием слоев, разных по механическому составу. Отложения карбонатов по трещинам и в виде конкреций заходят на первой террасе до уровня грунтовых вод (до 460 см), а на второй и третьей террасах — на всю глубину шурфа (4—5 м).

В разрезах первой террасы чернозема обыкновенного (разрезы 420 и 97), а также и депрессии, где шурфы заложены до грунтовых вод, наблюдается оглеение в глубоких слоях, примыкающих к зеркалу грунтовой воды.

Распределение гумуса и поглощенных оснований в профиле чернозема обыкновенного (разрезы 97 и 420) и гумуса в солонце окультуренном (разр. 418) приведено в табл. 1.

Таблица 1

Содержание гумуса и поглощенных оснований  
(П. М. Новиков)

Горизонт и глубина взятия образца, см	Гумус, %	Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>		Na <sup>+</sup>	
		%	м-экв.	%	м-экв.	%	м-экв.
Разрез 97 — чернозем обыкновенный террасовый суглинистый							
A <sub>п</sub> 0—10	6,45	0,648	32,33	0,130	10,68	0,022	0,95
20—29	6,02	0,673	33,57	0,127	10,64	—	—
B <sub>1</sub> 37—42	4,03	—	—	—	—	—	—
B <sub>2</sub> 60—65	2,48	—	—	—	—	—	—
B <sub>3</sub> C 70—80	0,94	—	—	—	—	—	—

Разрез 420 — чернозем обыкновенный террасовый тяжелосуглинистый							
A <sub>п</sub> 5—10	5,70	0,651	32,48	0,115	9,45	0,002	0,09
12—22	5,56	0,587	29,29	0,079	6,49	0,004	0,17
B <sub>1</sub> 35—45	2,46	—	—	—	—	—	—
B <sub>2</sub> 60—70	1,04	—	—	—	—	—	—

Разрез 418 — солонец тяжелосуглинистый окультуренный							
A <sub>п</sub> 5—15	5,63	—	—	—	—	—	—
20—30	5,07	—	—	—	—	—	—
B <sub>1</sub> 32—42	2,83	—	—	—	—	—	—
B <sub>2</sub> 55—65	1,42	—	—	—	—	—	—

Приведенные в табл. 1 данные показывают, что черноземы обыкновенные террасовые по сравнению с черноземами обыкновенными сыртов более бедны пергироем и коллоидным комплексом. Это видно по сумме поглощенных оснований: в черноземах обыкновенных сыртов сумма обменных оснований равна 50—60 м-экв., а в черноземах обыкновенных террасовых — 44—36 м-экв. Количество гумуса с глубиной по профилю падает. В солонце окультурением (разр. 418) абсолютные величины содержания гумуса и характер распределения его по профилю совершенно аналогичны чернозему обыкновенному террасовому (разр. 420).

### МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ<sup>1</sup>

Как следует из данных, приведенных в табл. 2, 3, 4, 5 и на рис. 1, механический состав исследованных черноземов обыкновенных террасовых по мере перехода от склонов водораздела к р. Кутулук утяжеляется от среднего суглиника к тяжелому. Почвы разреза 5К на третьей террасе

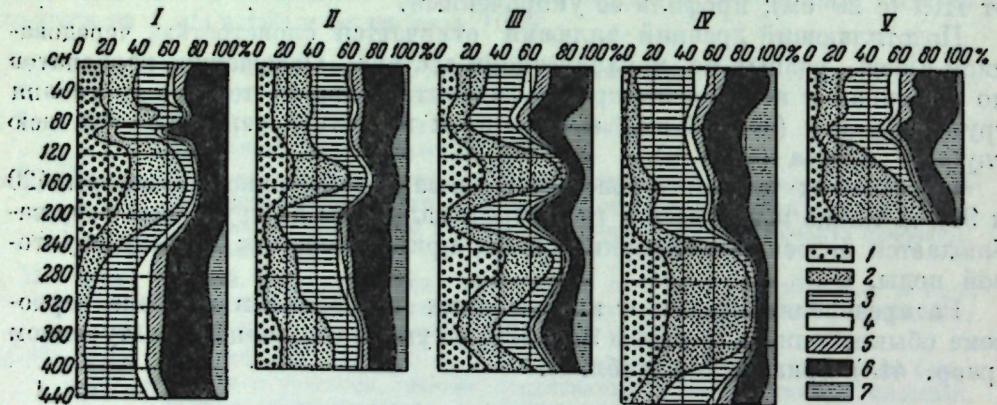


Рис. 1. Механический состав (в процентах от веса сухой почвы):

I — чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, пылевато-песчаный, разрез 5К; II — чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, песчано-пылеватый, разрез 13К; III — чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, песчано-пылеватый, разрез 97; IV — чернозем обыкновенный террасовый тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый, разрез 420; V — чернозем осолюдевающий тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый, разрез 422. Условные обозначения: 1 — песок средний ( $> 0,25$  мм); 2 — песок мелкий ( $0,25—0,05$  мм); 3 — пыль крупная ( $0,05—0,01$  мм); 4 — пыль средняя ( $0,01—0,005$  мм); 5 — пыль мелкая ( $0,005—0,001$  мм); 6 — ила ( $< 0,001$  мм); 7 — потеря при обработке 0,05 н. HCl.

наиболее легкие; иловатая фракция в метровой толще по горизонтам представлена меньшими абсолютными величинами в сравнении с теми же черноземами второй и особенно первой террас. Преобладающая фракция — песок. Второе место занимает фракция крупной пыли. По направлению к первой террасе увеличивается иловатая фракция, одновременно возрастают и пылеватые фракции, фракции же песка сильно уменьшаются; так, в разрезе 420 (первая терраса) величина ее в 4—5 раз меньше, чем в разрезе 5К (третья терраса). Во всех разрезах наблюдается вынос иловатой фракции с поверхности почвы: в одних случаях процентное содержание ила в поверхностном слое (разрез 5К) уменьшилось до 5,7%, в других — до 1%. Минимальный процент ила в поверхностном слое обусловлен как сносом иловатых частиц талыми водами и потоками летних ливней

<sup>1</sup> Механический состав определялся методом пипетки с предварительным удалением известия и растворимых солей обработкой почвы 0,05 н. HCl и последующим диспергированием 1,0 н. NaOH (Качинский, 1943).

Таблица 2  
Механический состав чернозема обыкновенного террасового суглинистого, пылевато-песчаный. Разрез 5К, третья терраса р. Кутулук  
(в % от веса сухой почвы)

Горизонт и глубина взятия образца, см	Потери от обра- ботки HCl	Фракции (диаметры частиц в мм)								Степень диспер- сности
		>1,00	1,00—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	<0,01	
A <sub>0</sub> 0—10	2,02	0,01	16,17	25,72	21,24	4,72	10,82	19,30	34,84	
A <sub>1</sub> 20—30	2,04	0,01	17,33	21,14	22,69	3,49	8,14	25,16	36,79	
B <sub>1</sub> 45—55	2,25	0,01	15,85	21,01	21,98	6,20	7,07	25,63	38,90	
B <sub>2</sub> 64—72	1,48	0,01	23,81	31,29	17,38	1,27	5,59	19,17	26,03	
C <sub>1</sub> 80—90	18,40	0,04	10,69	13,98	26,75	4,45	5,15	20,54	30,14	
D 100—110	9,37	0,02	33,41	29,33	9,38	2,02	3,23	13,24	18,49	
140—150	6,54	0,01	35,78	35,81	6,54	1,49	3,43	10,40	15,32	
170—180	5,05	0,01	30,19	40,53	7,39	1,66	2,50	12,67	16,83	
200—210	7,56	0,24	22,53	29,35	14,53	3,73	4,34	17,72	25,79	
240—250	10,90	—	6,77	15,71	24,46	6,01	8,81	27,34	42,16	
340—350	9,67	—	0,53	4,17	34,59	7,59	9,66	33,79	51,04	
380—400	10,28	—	0,43	5,99	31,62	7,93	9,08	34,67	51,68	
480—500	5,17	—	0,27	5,57	38,86	7,85	9,54	32,74	50,13	

### Микроагрегатный состав

A <sub>0</sub> 0—10	0,01	16,26	40,72	34,89	4,80	2,05	1,27	8,12	6,28
A <sub>1</sub> 20—30	0,01	17,18	48,26	28,41	2,43	1,60	2,11	6,14	8,02

Примечание: Механический состав в табл. 2, 3, 4 и 5 приводится без разнесения потери от обработки HCl по Качинскому.

Степень дисперсности и другие расчеты, а также классификация почв проведены по механическому составу с разнесением потери от обработки HCl по Качинскому.

с поверхности, так и опусканием их в вертикальном направлении. Это уменьшение ила наблюдается в равной степени как на паровых, так и на занятых культурой участках.

Заметное перераспределение ила по профилю почвы свидетельствует о некоторой солонцеватости этих почв, но наиболее сильно иллювиальный горизонт выражен в черноземе осолюдевающем тяжелосуглинистом (табл. 6, разр. 422). Так, процентное содержание иловатой фракции с 29% в горизонте А возрастает до 38,7% в горизонте В, что свидетельствует о начавшемся разрушении поглощающего комплекса и частичном выносе коллоидной части из горизонта А (Гедрайц, 1928).

Солонец тяжелосуглинистый окультуренный, входящий в комплекс почв первой террасы, несколько утратил в распределении механического состава по профилю специфические особенности, свойственные солонцу (табл. 7 и рис. 2). В результате многолетней обработки горизонт В<sub>1</sub>, с характерным для него высоким содержанием ила, перемешан с горизонтом А<sub>1</sub> и в настоящее время имеет однородный нахогтый слой мощностью в 23 см с содержанием ила 29—30%. Наибольшее количество иловатой фракции наблюдается в горизонте В<sub>2</sub>, где происходит аккумуляция коллоидной части, выносимой из расположенных выше горизонтов. С глубиной количество ила падает, что должно быть объяснено постепенным

Таблица 3

Механический состав чернозема обыкновенного террасового суглинистого, песчано-пылеватого. Разрез 13К, вторая терраса р. Кутулукка  
(в % от веса сухой почвы)

Горизонт и глубина вспашки образца, см	Потери от обработки HCl	Фракции (диаметры частиц в мм)								Степень дисперсности
		>1,00	1,00—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	<0,01	
A <sub>II</sub> 0—4	2,67	0,17	10,72	24,99	24,11	4,39	4,22	28,73	37,34	
10—14	2,58	0,18	11,46	22,54	23,33	3,85	6,99	29,07	39,91	
A <sub>I</sub> 20—24	2,49	0,20	11,00	25,03	22,75	3,36	6,80	28,37	38,53	
B 35—39	2,47	0,16	10,71	24,31	26,45	2,89	5,70	27,34	35,90	
52—56	2,49	0,17	9,61	27,94	24,68	3,69	4,78	26,64	35,11	
B <sub>2</sub> 72—76	5,63	0,19	9,39	24,41	25,68	3,42	5,68	25,60	34,70	
C 106—110	12,20	0,14	19,45	15,91	24,07	3,63	3,32	21,28	28,37	
D 144—148	7,47	0,14	23,49	37,58	11,07	5,03	0,87	14,35	20,25	
202—206	13,68	0,27	4,41	8,37	37,80	1,47	5,25	28,75	35,47	
250—254	11,12	0,23	8,66	18,13	25,56	4,33	5,56	26,41	36,30	
302—306	12,33	—	3,10	24,06	29,56	3,95	4,19	22,81	30,95	
352—356	8,81	0,19	16,07	31,19	20,15	2,17	3,88	17,54	23,59	
400—404	8,38	0,13	14,67	36,96	15,49	2,91	4,69	16,77	24,37	

## Микроагрегатный состав

A <sub>II</sub> 0—4	11,56	43,43	36,70	1,43	5,54	1,34	8,31	4,41	
10—14	11,99	40,86	38,31	3,86	3,78	1,20	8,84	3,92	
A <sub>I</sub> 20—24	13,82	45,35	34,28	2,34	3,89	0,32	6,55	1,07	

затуханием иллювиальнойности в глубоких горизонтах и переходом к более лёгкой по механическому составу подпочве.

Черноземовидная луговая почва в верхней своей части по механическому составу напоминает чернозем обыкновенный террасовый с тем раз-

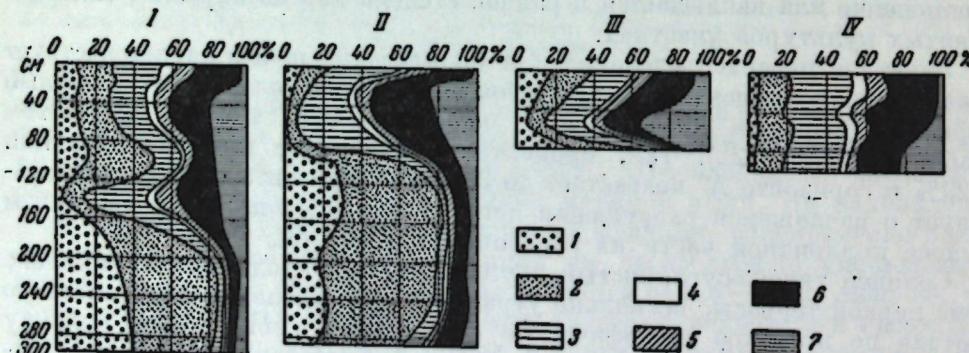


Рис. 2. Механический состав (в процентах от веса сухой почвы):

I — черноземовидная луговая почва тяжелосуглинистая, пловато-пылеватая, разрез 1007; II — солонец корнико-столбчатый тяжелосуглинистый, пловато-пылеватый, разрез 1068; III — солонец (такироидный) суглинистый, пловато-пылеватый, разрез 1013; IV — солонец окультуренный тяжелосуглинистый, пловато-пылеватый, разрез 418. Условные обозначения: 1 — песок средний ( $>0,25$  мм); 2 — песок мелкий ( $0,25—0,05$  мм); 3 — пыль крупная ( $0,05—0,01$  мм); 4 — пыль средняя ( $0,01—0,005$  мм); 5 — пыль мелкая ( $0,005—0,001$  мм); 6 — ил ( $<0,001$  мм); 7 — потери при обработке 0,05 н. HCl.

Таблица 4

Механический состав чернозема обыкновенного террасового суглинистого, песчано-пылеватого. Разрез 97, первая терраса р. Кутулукка

Горизонт и глубина вспашки образца, см	Потери от обработки HCl	Фракции (диаметры частиц в мм)								Степень дисперсности
		>1,00	1,00—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	<0,01	
A <sub>II</sub> 5—10	2,13	—	12,01	20,80	24,59	5,53	8,71	26,23	40,47	
A <sub>I</sub> 20—25	2,45	—	12,00	17,87	24,85	6,60	8,79	27,44	42,83	
27—32	2,29	—	12,57	17,15	24,70	6,60	9,28	27,41	43,29	
B <sub>1</sub> 40—45	2,18	—	11,77	17,06	26,01	6,31	8,16	28,51	42,98	
B <sub>2</sub> 65—70	19,46	—	4,71	12,70	27,88	4,76	7,38	23,11	35,25	
B <sub>3</sub> 100—105	16,38	—	12,98	28,79	19,15	1,74	5,19	15,77	22,70	
D 140—145	5,47	0,01	31,97	47,25	4,95	1,64	0,32	8,39	10,35	
200—205	13,79	0,08	4,68	12,76	34,22	4,30	6,47	23,70	34,47	
250—255	4,96	0,05	44,83	30,38	6,89	0,85	2,78	9,26	12,89	
350—355	11,04	—	11,82	23,65	23,49	3,35	5,82	20,83	30,00	
400—405	6,78	0,13	33,69	30,90	9,77	2,83	3,07	12,83	18,73	

## Микроагрегатный состав

A <sub>II</sub> 5—10	12,21	38,36	39,03	4,70	4,05	1,65	10,40	6,02
A <sub>I</sub> 20—25	12,11	43,05	36,15	4,54	2,75	1,40	8,66	4,86
27—32	12,57	46,76	33,20	2,93	2,97	1,57	7,47	5,47
B <sub>1</sub> 40—45	11,88	46,60	32,97	2,80	2,27	3,48	8,55	11,68

личием, что профиль ее укороченный (табл. 8, рис. 2). В верхней части профиля, до глубины около 60 см, преобладающей фракцией является пыль. В горизонте В количество ила увеличивается в сравнении с горизонтом А на 5—7%.

Солонец корнико-столбчатый (табл. 8, рис. 2) имеет характерное для солонцов резкое увеличение иловатой фракции в горизонте В, достигающее 31—49% против 20,4%, в горизонте А; песчаная же фракция в поверхности метровой толщины, за исключением горизонта А (0—3 см), представлена очень низкой величиной, в отличие от других исследованных почвенных разновидностей.

В солонце-солончаке (такыровидном) (табл. 8, рис. 2) наибольшее количество ила находится в верхних горизонтах, до глубины 40 см. Отмечается высокая величина потери от обработки 0,05 н. HCl, достигающая 35% на глубине 35 см. При морфологическом описании указывалось на большое количество карбоатов на этой глубине, которое и нашло отражение в высоких величинах потери от обработки 0,05 н. HCl.

Древний аллювий, на котором залегают почвы, характеризуется чрезвычайной пестротой механического состава в профиле почвы вследствие слоистости, причем характер механического состава закономерно изменяется при движении от водораздела к р. Кутулукке.

Более тяжелый механический состав отмечается на третьей террасе, где наблюдается большая однородность его в профиле почвы. На первой

Таблица 5

Механический состав чернозема обыкновенного террасового тяжелосуглинистого, иловато-пылеватого. Разрез 420, первая терраса р. Кутулука  
(в % от веса сухой почвы)

Горизонт и глубина взятия образца, см	Потери от обра- ботки HCl	Фракции (диаметры частиц в мм)								Степень дисперсии
		>1,00	1,00—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	<0,01	
A <sub>II</sub> 0—4	4,73	0,01	3,22	8,93	33,93	8,89	11,52	28,77	49,18	
12—16	3,82	0,01	3,24	5,07	37,86	7,52	12,71	29,77	50,00	
A <sub>1</sub> 22—26	4,25	0,01	2,89	7,57	36,39	7,18	12,07	29,64	48,89	
B <sub>1</sub> 40—44	8,71	—	2,49	8,16	35,78	4,74	10,65	29,47	44,86	
B <sub>1</sub> 60—64	17,19	—	2,00	9,24	31,23	5,35	8,18	26,81	40,34	
B <sub>3</sub> 90—94	24,61	—	2,41	8,89	30,27	4,26	7,49	22,07	33,82	
C 120—124	19,74	—	2,07	8,59	34,47	5,29	5,73	24,11	35,13	
D 160—164	13,61	—	5,60	18,54	31,42	3,28	6,22	21,33	30,83	
200—204	13,28	—	4,11	14,12	33,91	4,00	6,57	24,01	34,58	
250—254	4,55	0,02	28,94	49,83	4,53	0,08	2,84	9,21	12,13	
300—304	4,17	0,15	30,86	53,75	1,38	—	0,78	8,91	9,69	
350—354	5,10	0,14	26,65	53,85	3,12	3,19	0,31	7,64	11,14	
400—404	4,39	—	16,98	22,01	30,88	2,15	5,42	18,17	25,74	
435—439	9,23	—	4,01	19,50	30,86	5,71	1,71	28,98	36,40	
<b>Микроагрегатный состав</b>										
A <sub>II</sub> 0—4		10,89	34,07	43,75	5,77	2,22	3,30	11,29	10,49	
12—16		10,90	33,01	40,75	7,17	5,20	2,97	15,34	9,30	
A <sub>1</sub> 22—26		15,19	31,84	40,78	6,18	4,03	1,98	12,19	6,17	

террасе слоистость выражена особенно резко; здесь при формировании террас изменение силы водного потока оказывало большое влияние на сортировку и распределение принесенного материала.

Величины потери от обработки 0,05 н. HCl вполне согласуются с морфологическим описанием разрезов. Распределение карбонатов по профилю почвы дает ясное представление о генетическом типе почвы. В черноземе обыкновенном в элювиальных горизонтах А и В получены небольшие величины потери от обработки HCl. Наибольшие потери отмечаются в карбонатном горизонте B<sub>3</sub>—C, достигающие 24,6% в разрезе 420, а в солонце-солончаке — 34%. Содержание карбонатов в отдельных слоях по профилю зависит от механического состава этих слоев: в опесчаненных слоях отложение карбонатов, как правило, незначительно, в суглинистых оно наибольшее, следовательно, и величина потери от обработки 0,05 н. HCl здесь выше, чем в песчаных слоях. Рис. 1, 2 довольно наглядно иллюстрируют изложенные выше положения о распределении потери от обработки 0,05 н. HCl в профиле почвы.

Слоистость породы с резкой сменой по механическому составу чередующихся слоев, наблюдавшую на второй и первой террасах, следует рассматривать как положительное явление. Она создает естественный экран, который задерживает поднятие уровня грунтовых вод, вызывающих в орошаемом земледелии засоление и заболачивание почв.

Таблица 6

Механический состав чернозема осолодаивающего тяжелосуглинистого, иловато-пылеватого. Разрез 422, первая терраса р. Кутулука  
(в % от веса сухой почвы)

Горизонт и глубина взятия образца, см	Потери от обра- ботки HCl	Фракции (диаметры частиц в мм)								Степень дисперсии
		>1,00	1,00—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	<0,01	
A <sub>II</sub> 0—4	2,66	0,06	6,27	22,79	24,81	6,33	11,17	25,91	43,41	
16—20	3,31	0,05	6,64	16,51	28,95	7,05	10,12	27,37	44,54	
A <sub>1</sub> 25—29	2,36	0,05	6,29	17,09	28,92	6,84	13,50	24,95	45,29	
B <sub>1</sub> 34—38	2,17	0,03	7,16	16,95	29,28	7,85	5,18	31,38	44,41	
B <sub>2</sub> 50—54	1,63	0,02	7,53	18,35	29,38	4,63	8,84	29,62	43,09	
B <sub>3</sub> 75—79	11,02	—	3,16	9,82	33,01	5,43	6,14	31,42	42,99	
C 96—100	19,34	0,01	10,80	20,98	27,31	2,16	4,71	14,69	21,56	
D 150—154	8,79	—	8,66	52,80	5,55	2,74	2,90	18,56	24,20	
200—204	4,36	—	20,72	57,53	4,51	1,89	0,52	10,47	12,88	
<b>Микроагрегатный состав</b>										
A <sub>II</sub> 0—4		12,34	38,44	37,32	7,09	3,02	1,79	11,90	6,54	
16—20		12,57	34,82	40,97	5,65	4,36	1,63	11,64	5,58	
A <sub>1</sub> 25—29		15,52	39,07	36,13	4,80	2,45	2,03	9,28	7,76	

Таблица 7

Механический состав солонца тяжелосуглинистого, иловато-пылеватого, окультуренного. Разрез 418, первая терраса р. Кутулука

(в % от веса сухой почвы)

Горизонт и глубина взятия образца, см	Потери от обра- ботки HCl	Фракции (диаметры частиц в мм)								Степень дисперсии
		>1,00	1,00—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	<0,01	
A <sub>II</sub> 0—4	3,13	0,02	5,05	14,76	32,40	7,18	9,28	28,18	44,64	
19—23	2,76	—	5,24	15,38	31,70	7,69	10,20	27,03	44,92	
B <sub>1</sub> 28—32	2,74	—	4,98	14,77	28,78	6,42	11,05	31,26	48,73	
B <sub>2</sub> 38—42	4,10	—	4,43	12,57	27,07	6,64	7,66	37,53	51,83	
B <sub>3</sub> 50—54	6,57	—	4,97	16,68	28,49	5,62	5,69	31,98	43,29	
B <sub>3</sub> C 80—84	21,68	—	4,41	16,04	27,92	4,13	3,34	22,48	29,95	
96—100	22,68	—	3,96	14,35	29,25	3,14	6,01	20,55	29,70	
<b>Микроагрегатный состав</b>										
A <sub>II</sub> 0—4		7,33	34,74	41,37	6,46	7,03	3,07	16,56	10,24	
19—23		7,17	29,75	43,59	7,76	9,14	2,59	19,49	9,07	
B <sub>1</sub> 28—32		8,23	26,97	34,94	10,93	13,54	5,39	29,86	16,38	

Таблица 8

**Механический состав**  
(в % от веса сухой почвы)

П о ч ь ы	Горизонт и глубина выемки обработки, см	Потери от обработки HCl %	Фракции (диаметры частиц в мкм)						Степень дисперсности
			22'0—00'3	22'0—22'0	10'0—90'0	90'0—10'0	100'0—900'0	100'0	
Механический состав									
A <sub>0</sub> 0—4	0,24	10,44	20,40	25,99	6,67	10,69	22,53	39,89	
A <sub>1</sub> 5—9	0,04	10,85	17,47	25,60	8,18	11,37	23,97	43,52	
B <sub>1</sub> 14—18	0,04	12,87	19,10	23,44	4,87	8,35	28,39	41,61	
B <sub>2</sub> 26—30	0,03	11,26	16,89	20,56	4,10	8,44	23,67	36,18	
B <sub>3</sub> C 54—58	0,13	10,73	18,50	19,63	4,22	6,65	21,25	32,12	
D 91—95	0,02	16,69	35,79	13,57	2,10	4,45	11,47	17,42	
E 136—140	0,02	2,06	10,47	34,34	3,57	10,85	23,33	37,35	
F 160—164	14,15	0,02	15,48	18,31	28,02	3,11	7,26	13,65	
G 210—214	3,87	0,08	31,66	51,45	2,79	0,40	3,35	5,42	
H 284—288	2,79	0,22	39,10	43,20	4,29	0,79	2,22	7,39	
Микроагрегатный состав									
A <sub>0</sub> 0—4	26,55	53,28	12,28	4,32	1,83	1,74	7,89	7,23	
A <sub>1</sub> 5—9	29,28	43,48	24,47	1,76	0,67	0,34	2,77	1,35	
B <sub>1</sub> 14—18	34,43	34,07	19,71	2,21	7,21	2,37	11,79	7,82	

17 Труды Почв. ин-та, т. XXXVI

Механический состав			Микроагрегатный состав			Механический состав			Микроагрегатный состав		
A <sub>0</sub> 0—4	1,89	0,12	9,04	20,05	31,44	7,28	10,67	19,51	37,46	37,46	
B <sub>1</sub> 3—7	2,09	—	6,52	10,93	31,63	6,49	12,53	29,81	48,83	48,83	
B <sub>2</sub> 12—16	25,07	—	5,77	6,97	20,85	4,01	9,62	27,71	41,24	41,24	
B <sub>3</sub> 36—40	21,47	—	2,61	6,47	23,79	4,41	7,37	33,88	45,66	45,66	
C 60—64	19,04	—	1,35	4,82	32,20	6,90	6,73	28,96	42,59	42,59	
D 100—104	9,69	—	25,83	41,28	7,24	3,11	1,95	10,90	15,96	15,96	
E 150—154	3,79	0,31	30,49	52,78	2,40	0,47	3,96	6,40	10,53	10,53	
F 205—209	6,12	0,13	17,01	61,63	3,64	1,54	1,43	8,96	11,63	11,63	
G 254—258	5,33	0,04	23,07	52,76	5,39	1,77	1,87	9,84	13,45	13,45	
H 280—284	8,32	0,63	15,59	45,72	11,26	1,70	4,25	12,53	18,48	18,48	
А <sub>0</sub> 0—3			Микроагрегатный состав			А <sub>0</sub> 0—4			Микроагрегатный состав		
B <sub>1</sub> 3—7	—	—	22,41	36,87	28,31	4,46	6,60	12,41	12,41	12,41	
B <sub>2</sub> 12—46	—	—	8,12	20,98	31,88	7,22	10,39	39,02	39,02	39,02	
B <sub>1</sub> 0—4			Микроагрегатный состав			B <sub>1</sub> 0—4			Микроагрегатный состав		
B <sub>2</sub> 13—17	7,37	0,11	17,81	23,74	19,19	4,45	6,62	18,92	29,69	29,69	
B <sub>3</sub> 36—40	22,47	0,04	15,88	18,60	22,62	3,31	7,49	24,66	35,46	35,46	
C 50—54	35,71	0,02	8,80	12,17	21,41	4,89	7,45	22,77	35,11	35,11	
D 70—74	5,71	0,03	5,97	8,36	20,94	3,75	5,81	19,44	29,00	29,00	
B <sub>1</sub> 0—4			Микроагрегатный состав			B <sub>1</sub> 0—4			Микроагрегатный состав		
B <sub>2</sub> 13—17	18,39	16,85	30,56	23,27	25,91	4,48	12,45	8,51	25,14	25,14	
B <sub>3</sub> 36—40	16,85	8,90	23,27	22,54	22,54	4,83	7,40	23,11	37,34	37,34	
B <sub>1</sub> 0—4			Микроагрегатный состав			B <sub>1</sub> 0—4			Микроагрегатный состав		
B <sub>2</sub> 13—17	18,39	16,85	30,56	23,27	25,91	4,48	12,45	8,51	25,14	25,14	
B <sub>3</sub> 36—40	16,85	8,90	23,27	24,22	24,22	4,83	7,40	23,11	37,34	37,34	

## МИКРОАГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ<sup>1</sup>

Микроагрегатный состав почвы является одним из показателей ее структурности. Еще В. Р. Вильямс (1940) говорил об агрономической ценности структурных почв. «Прочные структурные почвы представляют ... главное агротехническое условие плодородия, они неизмеримо повышают производительность труда, ибо все агротехнические мероприятия на них достигают 100%-ной эффективности». Данные микроагрегатного состава исследованных почв приводятся в табл. 2—7 и 8.

В черноземах обыкновенных террасовых, как видно из табл. 2—5, микроагрегатов диаметром больше 0,01 мм, устойчивых против размывающего действия воды, содержится 90% и больше, причем свыше 50% их падает на микроагрегаты диаметром больше 0,05 мм, а иловатая фракция имеет здесь всего 1—1,7% и только в разрезе 420 (первая терраса) она повышается до 3,3%.

Для количественной характеристики структурности почв и способности их к образованию водопрочных агрегатов в настоящее время в литературе предложен целый ряд показателей, в основу которых положены соотношения фракций определенной величины по данным механического и микроагрегатного анализа. По соотношению этих фракций вычисляется один из показателей — коэффициент дисперсности или коэффициент структурности. Сводку литературы по данному вопросу дал А. М. Напков (1934). Позднее рядом авторов предложено еще несколько понятий, определяющих степень структурности почвы.

В настоящей работе для оценки агрегатности почвы принимаем «фактор дисперсности» по Качинскому (1943), под которым разумеется процентное отношение выхода ила при микроагрегатном анализе к илу, полученному при механическом анализе:

$$K = \frac{a \cdot 100}{b},$$

где  $a$  — выход ила при микроагрегатном анализе;

$b$  — выход ила при механическом анализе.

Исследованные разрезы черноземов обыкновенных террасовых имеют очень низкие величины «фактора дисперсности», колеблющиеся в пахотном слое от 3,9 до 10,2%, что свидетельствует о высокой прочности микроагрегатов. По величине фактора дисперсности, так же как и по сравнительно большому процентному содержанию иловатой фракции при микроагрегатном анализе, выделяется разрез 420 (первая терраса), где фактор дисперсности в поверхностном слое пахотного горизонта (0—4) см равен 10,2%.

Следует отметить, что фактор дисперсности горизонта A, не затронутого обработкой, ниже, чем в пахотном слое; в этом случае величина его колеблется от 1,7 до 8,7%. Это указывает на небольшое распыление почвы в пахотном слое и некоторое снижение водостойкости микроагрегатов, что является следствием отсутствия в хозяйстве правильного травопольного севооборота и надлежащей агротехники. Горизонт B<sub>1</sub> дает повышение фактора дисперсности до 11,7%. Снижение прочности микроагрегатов

<sup>1</sup> Для определения микроагрегатного состава навеску почвы намачивали в воде сутки, затем избалтывали в течение 2 часов на аппарате с горизонтальными толчками. Разделение на фракции производилось так же, как и при механическом анализе методом пишетки (Качинский, 1943).

в горизонте B<sub>1</sub> обусловлено, очевидно, главным образом меньшим содержанием органического вещества в означенном горизонте по сравнению с горизонтом A. Исключительная роль органического вещества в образовании водостойких агрегатов была отмечена еще в прошлом столетии Шлезингом и П. А. Костычевым (1908), теоретически развита В. Р. Вильямсом и К. К. Гедрайцем и подтверждена впоследствии многочисленными исследователями.

Во всех исследованных культурных почвах в поверхностном слое (0—4 см) наблюдается несколько повышенный фактор дисперсности в сравнении с глубже лежащим пахотным слоем. В. Р. Вильямс объясняет это явление присутствием в осадках аммиака; поступая в почву с дождем, аммиак замещает поглощенный кальций и разрушает прочность структуры. Распыляющее действие дождя, как указывает В. Р. Вильямс, сказывается только в верхнем 10-см слое.

Таким образом, по данным микроагрегатного анализа, черноземы обыкновенные террасовые, которыми покрыта большая часть территории Кутулукского массива орошения, вполне обеспечивает благоприятный водно-воздушный режим как для развития культурных растений и микроорганизмов, так и для взаимодействия их с почвой.

По микроагрегатному составу чернозем осолодевающий весьма близок к чернозему обыкновенному (разр. 420), здесь также иловатая фракция представлена незначительной величиной 1,6—2,0%; 82—90% составляют микроагрегаты крупнее 0,01 мм. В черноземе осолодевающем, в отличие от чернозема обыкновенного, при микроагрегатном анализе наблюдается небольшое повышение ила в горизонте A, не затронутом обработкой, по сравнению с пахотным слоем. Это повышение процентного содержания ила в горизонте A, а также повышение фактора дисперсности, повидимому, стоит в связи с процессом осолодения, как уже отмечалось выше.

Микроагрегатный состав пахотного слоя солонца окультуренного первой террасы по выходу отдельных фракций не отличается от чернозема обыкновенного той же террасы, и только в горизонте B<sub>2</sub> проявляются специфические свойства солонца, хотя они здесь выражены слабо по сравнению с солонцами целины: фракция ила равна 5,4%, а фактор дисперсности — 16,4%. Это наибольшая величина фактора дисперсности из всех рассмотренных выше разрезов, но для солонца она весьма низка; например, у солонцов целины она достигает 69—80%. Такое снижение фактора дисперсности у солонца окультуренного явилось результатом произведенной несколько десятков лет назад химической мелиорации.

У солонца корково-столбчатого целинного наблюдается резкое увеличение фактора дисперсности в горизонте B<sub>1</sub>, равное 69%, тогда как в горизонте A он равен всего лишь 6,6%. Горизонт B<sub>2</sub> имеет несколько меньшую, чем горизонт B<sub>1</sub>, величину фактора дисперсности; она составляет 45,6%. То же самое следует отметить и о солонце-солончаке, только соответствующие величины здесь выражаются еще более высокими цифрами; так, фактор дисперсности в горизонте B<sub>2</sub> на глубине 13—47 см достигает 80%.

Высокая степень дисперсности и неустойчивость агрегатов в целинных солонцах обусловливаются присутствием в поглощающем комплексе иона натрия, являющегося стабилизатором благодаря своим гидрофильным свойствам. При такой высокой дисперсности, определяемой фактором дисперсности, равным 69—80%, эффективно использовать эти почвы в сельскохозяйственных целях без решительного воздействия на них при помощи комплекса мероприятий химического и биологического порядка, но представляются возможным. Таким образом, хорошо выраженная

столбчатая структура солонцов, вследствие неустойчивости микроагрегатов и высокой дисперсности, влечет за собой отрицательный водно-воздушный режим солонцов и является вредной для культуры сельскохозяйственных растений.

#### УДЕЛЬНЫЙ ВЕС ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ПОЧВЫ

Удельный вес твердой фазы находится в тесной зависимости от имеющихся в почве минералов и от содержания в ней органического вещества.

Как видно из табл. 9 и рис. 3, 4, удельный вес твердой фазы чернозема обыкновенного террасового повышается с глубиной, по мере уменьшения гумуса. В подстилающей породе величина удельного веса твердой фазы изменяется со сменой слоев, разных по механическому, а следовательно, и минералогическому составу.

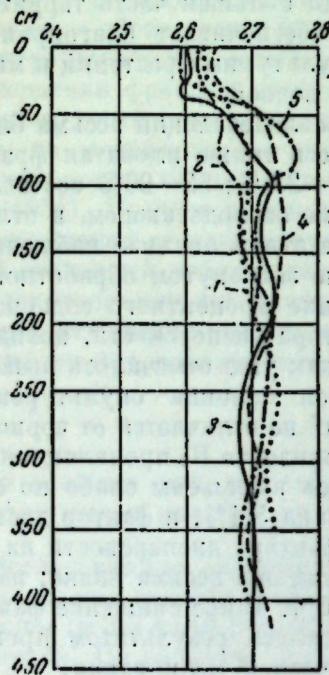


Рис. 3. Удельный вес твердой фазы почвы:

1 — чернозем обыкновенный, третья терраса, разрез 5K; 2 — чернозем обыкновенный, вторая терраса, разрез 13K; 3 — чернозем обыкновенный, первая терраса, разрез 97; 4 — чернозем обыкновенный, первая терраса, разрез 420; 5 — чернозем осоледевающий, первая терраса, разрез 422.

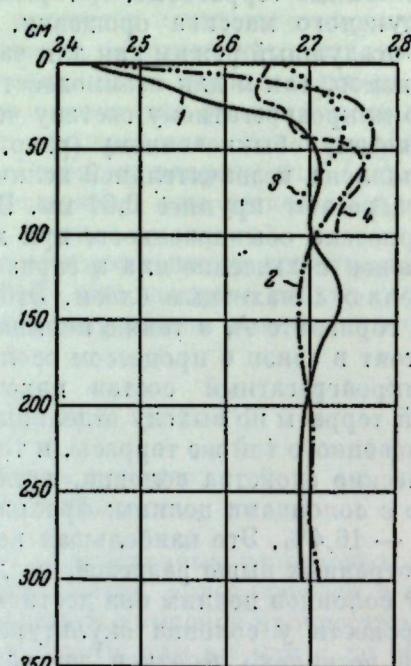


Рис. 4. Удельный вес твердой фазы почвы:

1 — черноземовидная луговая почва, разрез 1007; 2 — солонец корнико-столбчатый, разрез 1008; 3 — солонец-солончак (такироидный), разрез 1013; 4 — солонец окультуренный, разрез 418.

Из разрезов чернозема обыкновенного несколько меньшими величинами удельного веса твердой фазы в поверхностном полуметровом слое выделяется разрез 97, более богатый гумусом в ряде описываемых обыкновенных черноземов. Чернозем осоледевающий, при общем характере изменения с глубиной величин удельного веса твердой фазы, близок к таковому для чернозема обыкновенного, отличается от него лишь значитель-

ным увеличением удельного веса в иллювиальном горизонте, где величина его достигает 2,77. Такое увеличение удельного веса твердой фазы находится в зависимости от коллоидов железа, вмешанных сюда из вышеупомянутых горизонтов. То же следует сказать и о солонцах (рис. 4); горизонт В<sub>3</sub> в солонцах целины и окультуренного также резко выделяется по величине удельного веса твердой фазы.

#### УДЕЛЬНЫЙ ВЕС СКЕЛЕТА ПОЧВЫ

В почвенной литературе данное понятие выражается различными терминами. Чаще других применяется термин, заимствованный из немецкой литературы, — «кажущийся удельный вес почвы». Термин этот нельзя признать правильным, так как в описываемом в данном случае понятие входят не все части почвы, а лишь одна твердая ее часть в неоднородном сложении.

Обращаем также внимание на часто неправильно употребляемый термин «объемный вес почвы», которым подменяют термин «удельный вес скелета почвы» или «кажущийся удельный вес почвы». Следует помнить, что удельный вес — величина отвлеченная, а «объемный вес» хотя численно и соответствует удельному весу, является величиной именованной. Говоря об объемном весе, его следует давать в именованных величинах, например в  $\text{г}/\text{см}^3$ , или  $\text{кг}/\text{дм}^3$ , или  $\text{т}/\text{м}^3$ .

Удельный вес скелета почвы зависит от ряда причин: от величины почвенных частиц — чем мельче почвенные частицы, тем больше общий объем пор, а следовательно, тем меньше величина удельного веса скелета почвы; от органического вещества почвы, присутствие которого понижает удельный вес ее; от удельного веса составляющих почву частиц; от присутствия тяжелых металлов (железо), что повышает удельный вес скелета почвы; от структурного состояния почвы и, наконец, от сложения почвы — чем плотнее почва, тем выше величина удельного веса скелета почвы.

В табл. 10 и на рис. 5 и 6 приведены данные удельного веса скелета почвы.

Из таблицы видно, что характер величины удельного веса скелета почвы в профиле почвы для всех исследованных разрезов чернозема обыкновенного однообразен. В верхней метровой толще наблюдается постепенное повышение удельного веса с глубиной (с 1,06 до 1,48—1,60), что находится в тесной зависимости от количества гумуса и оструктуренности почвы. В подстилающей породе величина удельного веса скелета почвы обусловлена прежде всего величиной почвенных частиц, т. е. механическим составом. В суглинистых слоях отмечаются низкие величины, порядка 1,45—1,55, в песчаных слоях — 1,7 и выше.

Следует отметить, что различие в величине удельного веса скелета почвы пахотного слоя в разрезах чернозема обыкновенного вызвано обработкой почвы: на паровых участках удельный вес скелета почвы ниже (разр. 97) в сравнении с участками, занятыми культурой, особенно озимой рожью, где величина его достигает 1,3. В горизонте В<sub>3</sub> величина удельного веса скелета почвы в отдельных разрезах чернозема обыкновенного зависит от большей или меньшей перерывности почвы землероями.

Величины удельного веса скелета почвы чернозема осоледевающего (разр. 422) весьма близки к величинам соответствующих горизонтов

<sup>1</sup> По терминологии Н. А. Качинского.

Удельный вес твер

Чернозем обыкнов., третья терраса, разр. 5К. Ронь		Чернозем обыкнов., вторая терраса, разр. 13К. Ронь		Чернозем обыкнов., первая терраса, разр. 97. Пар		Чернозем обыкнов., первая терраса, разр. 420. Стерня подсолнечника	
Горизонт и глубина, см	Уд. вес	Горизонт и глубина, см	Уд. вес	Горизонт и глубина, см	Уд. вес	Горизонт и глубина, см	Уд. вес
Aп 0—4	2,63	Aп 0—4	2,62	Aп 0—4	2,61	Aп 0—4	2,65
A <sub>1</sub> 15—19	2,63	10—14	2,62	15—19	2,61	12—16	2,64
B <sub>1</sub> 26—30	2,66	A <sub>1</sub> 20—24	2,62	A <sub>1</sub> 30—34	2,59	A <sub>1</sub> 22—26	2,65
40—44	2,67	B <sub>1</sub> 35—39	2,65	B <sub>1</sub> 40—44	2,65	B <sub>1</sub> 40—44	2,69
B <sub>2</sub> 60—64	2,68	52—56	2,66	B <sub>2</sub> 65—69	2,69	B <sub>2</sub> 60—64	2,73
B <sub>3</sub> C 75—79	2,70	B <sub>2</sub> 72—76	2,65	B <sub>3</sub> C 96—100	2,73	B <sub>3</sub> 90—94	2,74
D 100—104	2,70	C 106—110	2,68	D 120—124	2,71	C 120—124	2,75
150—154	2,69	D 144—148	2,69	170—174	2,73	D 160—164	2,74
205—209	2,71	202—206	2,73	220—224	2,71	200—204	2,63
250—254	2,74	250—254	2,72	265—269	2,68	250—254	2,70
300—304	2,72	302—306	2,71	325—329	2,70	300—304	2,71
330—334	2,73	352—356	2,68	391—395	2,69	350—354	2,69
		400—404	2,69	440—444	2,69	400—404	2,72
				435—439	2,72		

дой фазы почвы

Таблица 9

Чернозем осоледев., первая терраса, разр. 422. Пар		Черноземовидная луговая тяжело- суглинистая почва, разр. 1007. Целина		Солонец корково- столбчатый, разр. 1008. Целина		Солонец-солончак такировидный, разр. 1013. Целина		Солонец окульту- ренный, первая терраса, разр. 418. Пар	
Горизонт и глубина, см	Уд. вес	Горизонт и глубина, см	Уд. вес	Горизонт и глубина, см	Уд. вес	Горизонт и глубина, см	Уд. вес	Горизонт и глубина, см	Уд. вес
Aп 0—4	2,60	A <sub>0</sub> 0—4	2,43	A <sub>0</sub> 0—4	2,47	B <sub>1</sub> 0—4	2,66	Aп 0—4	2,65
16—20	2,59	A <sub>1</sub> 5—9	2,52	B <sub>1</sub> 3—7	2,63	B <sub>2</sub> 13—17	2,72	19—23	2,63
A <sub>1</sub> 25—29	2,62	B <sub>1</sub> 14—18	2,58	B <sub>2</sub> 12—16	2,71	B <sub>3</sub> 36—40	2,74	B <sub>1</sub> 28—32	2,67
B <sub>1</sub> 36—40	2,68	B <sub>2</sub> 26—30	2,67	B <sub>3</sub> 36—40	2,78	C 50—54	2,73	B <sub>2</sub> 38—42	2,68
B <sub>2</sub> 50—54	2,72	B <sub>3</sub> 40—44	2,70	C 60—64	2,76	D 70—74	2,69	50—54	2,76
B <sub>3</sub> 75—79	2,77	B <sub>3</sub> C 54—58	2,71	D 100—104	2,70	B <sub>3</sub> C 80—84	2,73	96—100	2,73
C 96—100	2,72	D 91—95	2,70	150—154	2,69				
D 150—154	2,71	136—140	2,74	205—209	2,70				
200—204	2,70	160—164	2,71	254—258	2,70				
		210—214	2,69	280—284	2,71				
		284—288	2,69						

Удельный вес скелета почвы (кажу

Чернозем обыкнов., третья терраса, разр. 5К. Ронь		Чернозем обыкнов., вторая терраса, разр. 13К. Ронь		Чернозем обыкнов., первая терраса, разр. 97. Пар		Чернозем обыкнов., первая терраса, разр. 420. Стерня подсолнечника	
Горизонт и глубина, см	Уд. вес	Горизонт и глубина, см	Уд. вес	Горизонт и глубина, см	Уд. вес	Горизонт и глубина, см	Уд. вес
Aп 0—4	1,31	Aп 0—4	1,12	Aп 0—4	1,14	Aп 0—4	1,15
A <sub>1</sub> 15—19	1,34	10—14	1,27	15—19	1,13	12—16	1,22
B <sub>1</sub> 26—30	1,34	A <sub>1</sub> 20—24	1,26	A <sub>1</sub> 30—34	1,13	A <sub>1</sub> 22—26	1,19
40—44	1,35	B <sub>1</sub> 35—39	1,30	B <sub>1</sub> 40—44	1,35	B <sub>1</sub> 40—44	1,31
B <sub>2</sub> 60—64	1,32	52—56	1,31	B <sub>2</sub> 65—69	1,30	B <sub>2</sub> 60—64	1,41
B <sub>3</sub> C 75—79	1,38	B <sub>2</sub> 72—76	1,31	B <sub>3</sub> C 96—100	1,44	B <sub>3</sub> 90—94	1,60
D 100—104	1,66	C 106—110	1,40	D 120—124	1,60	C 120—124	1,57
150—154	1,67	D 144—148	1,60	170—174	1,50	D 160—164	1,63
205—209	1,62	202—206	1,56	220—224	1,60	200—204	1,54
250—254	1,44	250—254	1,58	265—269	1,76	250—254	1,69
300—304	1,43	302—306	1,54	325—329	1,58	300—304	1,70
330—334	1,43	352—356	1,62	391—395	1,70	350—354	1,68
		400—404	1,58	440—444	1,71	400—404	1,59
				435—439	1,54		

щийся удельный вес почвы)

Чернозем осоледев., первая терраса, разр. 422. Пар		Черноземовидная луговая почва, разр. 1007. Целина		Солонец корково- столбчат., разр. 1008. Целина		Солонец-солончак такировидный, разр. 1013. Целина		Солонец окульту- ренный, первая терраса, разр. 418. Пар	
Горизонт и глубина, см	Уд. вес	Горизонт и глубина, см	Уд. вес	Горизонт и глубина, см	Уд. вес	Горизонт и глубина, см	Уд. вес	Горизонт и глубина, см	Уд. вес
Aп 0—4	0,98	A <sub>0</sub> 0—4	1,01	A <sub>0</sub> 0—4	1,15	B <sub>1</sub> 0—4	1,60	Aп 0—4	1,08
16—20	1,04	A <sub>1</sub> 5—9	1,09	B <sub>1</sub> 3—7	1,45	B <sub>2</sub> 13—17	1,68	19—23	1,19
A <sub>1</sub> 25—29	1,11	B <sub>1</sub> 14—18	1,33	B <sub>2</sub> 12—16	1,27	B <sub>3</sub> 36—40	1,55	B <sub>1</sub> 28—32	1,33
B <sub>1</sub> 36—40	1,28	B <sub>2</sub> 26—30	1,47	B <sub>3</sub> 36—40	1,39	C 50—54	1,64	B <sub>2</sub> 38—42	1,31
B <sub>2</sub> 50—54	1,40	B <sub>3</sub> C 54—58	1,62	C 60—64	1,58	D 70—74	1,84	50—54	1,48
B <sub>3</sub> 75—79	1,46	D 91—95	1,85	D 100—104	1,87			B <sub>3</sub> C 80—84	1,54
C 96—100	1,61	136—140	1,62	150—154	1,73			96—100	1,60
D 150—154	1,59	160—164	1,71	206—210	1,73				
200—204	1,65	210—214	1,75	254—258	1,68				
		284—288	1,73	280—284	1,63				

чернозема обыкновенного, особенно разреза 420, находящегося вблизи, на той же первой террасе. Резкого увеличения удельного веса скелета почвы, как следовало ожидать, в иллювиальном горизонте не наблюдается, хотя иллювиальный осолождающий чернозем подчеркивается особенно

наглядно данными водопроницаемости, которая здесь падает со 138 мм в 10 мин. в горизонте В (на глубине 40 см) до 13 мм в 10 мин. в горизонте B<sub>2</sub> (на глубине 50 см). Однако на удельном весе скелета почвы процесс осолождения отразился слабо, очевидно, осолождение не зашло настолько глубоко, чтобы вызвать резкие изменения в этих свойствах.

Удельный вес скелета почвы черноземовидной луговой характеризуется низкими величинами (1,01—1,091) в горизонте A<sub>1</sub>, богатом органическими остатками и хорошо оструктуренном (табл. 10 и рис. 6); в горизонте B<sub>1</sub> величина его повышается до 1,33. Резко выделяются значительным удельным весом скелета почвы горизонта C (карбонатный) на глубине 91—95 см; вследствие чрезвычайной плотности горизонта удельный вес скелета почвы равен 1,85. Аналогичная величина удельного веса скелета почвы на той же глубине в горизонте C получена и для солонца корково-столбчатого (разр. 1008), находящегося вблизи черно-

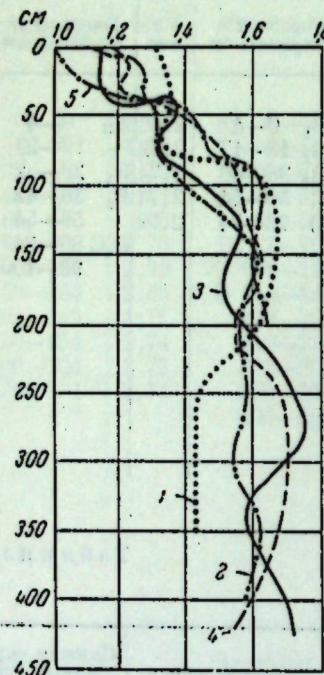


Рис. 5. Удельный вес скелета почвы:

1 — чернозем обыкновенный, третья терраса, разрез 6К; 2 — чернозем обыкновенный, вторая терраса, разрез 13К; 3 — чернозем обыкновенный, первая терраса, разрез 97; 4 — чернозем обыкновенный, первая терраса, разрез 420; 5 — чернозем осолоняющий, первая терраса, разрез 422.

вийского террасового.

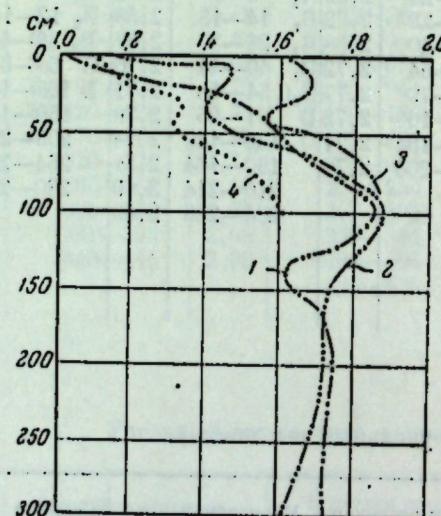


Рис. 6. Удельный вес скелета почвы:

1 — черноземовидная луговая почва, разрез 1007; 2 — солонец корково-столбчатый, разрез 1008; 3 — солонец-солончак (тамарионовый), разрез 1013; 4 — солонец окультуренный, разрез 418.

земовидной луговой почвы (разр. 1007). Эта величина удельного веса скелета почвы наибольшая в ряде исследованных почвенных разновидностей опытного участка.

Иллювиальный горизонт солонца корково-столбчатого характеризуется резким увеличением удельного веса скелета почвы в горизонте B<sub>1</sub> по сравнению с горизонтом A; так, в горизонте B<sub>1</sub> он равен 1,45, а в горизонте A — 1,15 (табл. 10). В солонце-солончаке уже с поверхности (0—4 см) величина удельного веса скелета почвы равна 1,60 (табл. 10). Эта величина относится к горизонту B<sub>1</sub>, поскольку горизонт A здесь представлен корочкой, но превышающей 1 см. Солонец окультуренный имеет уже иной удельный вес скелета по профилю почвы по сравнению с солонцами целины. Горизонт B<sub>1</sub> не выделяется по величине удельного веса скелета почвы от чернозема обыкновенного первой террасы (разр. 420).

По всему профилю до глубины 1 м величины удельного веса скелета почвы получены тождественные с таковыми величинами чернозема обыкновенного террасового.

### ПОРОЗНОСТЬ

Порозность, или скважность, почвы — одно из важнейших ее свойств, которым в основном обусловливается водно-воздушный режим ее, а последним, в свою очередь, создаются благоприятные или, наоборот, отрицательные условия для развития сельскохозяйственных растений. Это свойство почвы с давних времен привлекало внимание исследователей. В прошлом столетии над разрешением этого вопроса в 70-х годах работал Шумахер, в 80-х годах Флюгге, затем Н. Бурмачевский (1889), А. А. Измайловский (1894) и другие; к более позднему времени относятся работы М. Х. Пигулевского (1925), Н. А. Качинского (1931), П. А. Некрасова (1925), А. Г. Дояренко (1926) и других.

До настоящего времени отличали общую порозность, которая представляет собой всю совокупность пор при данном сложении почвы, и подразделяли ее на капиллярную и некапиллярную. Деление пор в почве на указанные категории не удовлетворило многих исследователей в области физики почв. В последнее десятилетие было введено понятие активных пор (Качинский, 1947; Думанский, 1936; Лебедев, 1936; Тарасюк, 1938, и др.). Под активными порами разумеются просветы в порах почвы, свободные от связью воды, удерживаемой почвенными частицами благодаря молекулярным силам; по этим порам возможно передвижение почвенной влаги в жидкком состоянии под влиянием силы тяжести и менисковых сил. Н. А. Качинский дифференцирует общую порозность в зависимости от того, какой категорией почвенной влаги могут быть заняты поры. Он выделяет поры, занятые капиллярной, рыхло связанный и прочно связанный водой. Кроме того, им выделяется порозность агрегатная и межагрегатная, а также порозность аэрации. Прочно связанный вода принимается им равной максимальной гигроскопичности; плотность ее — 1,5. Рыхло связанный вода считается равной половине максимальной гигроскопичности при плотности 1,25. Все эти величины условны и требуют дальнейшей экспериментальной разработки и уточнения.

Наибольшее значение в практике сельского хозяйства имеют поры, занятые капиллярной водой, и поры аэрации. Это поры активные, по ним передвигается влага в почвенной толще, а вместе с ней и питательные вещества, необходимые для растений. В то же время они являются и проводниками воздуха.

В орошаемом хозяйстве эта категория пор приобретает исключительное значение, так как ею главным образом обусловливается скорость фильтрации воды при поливах, высота подъема воды в случае неглубокого застояния грунтовых вод. Неактивные поры агрономически отрицательны, уменьшение их суммарного объема улучшает почву; поры аэрации и капиллярные, наоборот, положительны, а потому следует добиваться благоприятного их соотношения. В свою очередь, порозность находится в зависимости от механического состава почвы, ее структурности и химизма, населяющих почву микроорганизмов, корневой системы растений и пр.

Для характеристики порозности исследуемых почвенных разновидностей нами принята дифференциация ее по Качинскому. Полученные нами данные приводятся в табл. 11, 12 и на рис. 7, 8.

Для чернозема обыкновенного террасового, как видно из табл. 11 и рис. 7, общая порозность в верхней метровой толще колеблется от 49 до 56%, причем на паровых участках в пахотном слое она выше, чем на участках, занятых озимой культурой. Всюду наблюдается понижение общей порозности в карбонатном горизонте, наиболее плотном в профиле

почвы. В глубоких слоях древнего аллювия общая порозность находится в полной корреляции с механическим составом: в песчаных слоях она спускается до 34% (разр. 97, глубина 264—269 см), в глинистых слоях поднимается до 47,6% (разр. 5К, глубина 330—335 см), для суглинистых слоев общая порозность равна 40—42%.

Таблица 11

Дифференциальная  
(в % от

Чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, пылевато-песчаный, третий терраса  
р. Кутулука, разр. 5К

Горизонт и глубина, см	Общая связанность	Объем пор, занимаемых				
		капиллярной водой	рыхло связанной	прочно связанной	всего водой	воздухом при насыщении почвы водой
Aп 0—4	50,2	28,1	3,2	5,4	36,7	13,5
A <sub>1</sub> 15—19	49,1	19,7	3,9	6,4	30,0	19,1
B <sub>1</sub> 26—30	49,6	15,1	4,1	6,8	26,0	23,6
40—44	49,4	13,9	4,1	6,8	24,8	24,6
B <sub>2</sub> 60—64	50,8	15,1	3,9	6,5	25,5	25,3
B <sub>3</sub> C 75—79	48,9	15,0	3,7	6,2	24,9	24,0
D 100—104	38,5	17,0	2,8	4,6	24,4	14,1
150—154	37,9	15,6	2,0	3,2	20,8	17,1
205—209	40,2	14,5	3,2	5,5	23,2	17,0
250—254	47,5	16,2	5,4	8,9	30,5	17,0
300—304	47,4	17,2	5,2	8,7	31,1	16,3
330—334	47,6	14,9	5,8	9,7	30,4	17,2

порозность почвы  
(объема)

Чернозем обыкнов. террасовый суглинистый, песчано-пылеватый, вторая терраса  
р. Кутулука, разр. 13К

Горизонт и глубина, см	Общая связанность	Объем пор, занимаемых				
		капиллярной водой	рыхло связанной	прочно связанной	всего водой	воздухом при насыщении почвы водой
Aп 0—4	57,3	18,1	3,1	5,2	26,4	30,9
10—14	51,5	17,4	3,4	5,7	26,5	25,0
A <sub>1</sub> 20—24	51,9	19,2	3,5	5,8	28,5	23,4
B <sub>1</sub> 35—39	50,9	12,6	3,6	5,9	22,1	28,8
52—56	50,8	12,7	3,6	6,0	22,3	28,5
B <sub>2</sub> 72—76	50,6	13,5	3,5	5,8	22,8	27,8
C 106—110	47,8	16,3	3,2	5,3	24,8	23,0
D 144—148	40,5	10,3	2,1	3,6	16,0	24,5
202—206	42,9	9,3	4,8	8,0	22,1	20,8
250—254	41,9	18,3	4,2	7,0	29,5	12,4
302—306	43,2	12,6	3,1	5,1	20,8	22,4
352—356	39,6	5,1	2,7	4,5	12,3	
400—404	41,3	3,5	2,9	4,8	11,2	

Таблица 11 (продолжение)

Чернозем обыкнов. террасовый суглинистый, песчано-пылеватый, первая терраса  
р. Кутулука, разр. 97

Горизонт и глубина, см	Общая связанность	Объем пор, занимаемых				
		капиллярной водой	рыхло связанной	прочно связанной	всего водой	воздухом при насыщении почвы водой
Aп 0—4	56,3	27,9	4,0	6,6	38,5	17,8
15—19	56,7	21,2	4,0	6,7	31,9	24,8
A <sub>1</sub> 30—34	56,4	15,5	4,2	7,0	26,7	29,7
B <sub>1</sub> 40—44	49,1	13,4	5,1	8,4	26,9	22,2
B <sub>2</sub> 65—69	51,7	15,5	4,6	7,7	27,8	23,9
B <sub>3</sub> C 96—100	47,3	12,6	4,4	7,3	24,3	23,0
D 120—124	41,0	5,9	3,6	6,0	15,5	26,0
170—174	45,1	13,9	5,2	8,6	27,7	17,4
220—224	41,0	13,9	4,6	7,6	26,1	14,9
265—269	34,3	9,8	1,8	3,0	14,6	19,7
325—329	41,5	25,5	3,9	6,5	35,9	5,6
391—395	36,8	29,5	2,9	4,8	37,2 } Насыщено 440—444	43,3 } грунт. водой
36,4	35,1	3,1	5,1			

Чернозем обыкнов. террасовый тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый, первая терраса  
р. Кутулука, разр. 420

Горизонт и глубина, см	Общая связанность	Объем пор, занимаемых				
		капиллярной водой	рыхло связанной	прочно связанной	всего водой	воздухом при насыщении почвы водой
Aп 0—4	56,6	19,6	4,7	7,8	32,1	24,5
12—16	53,8	19,1	5,2	8,6	32,9	20,9
A <sub>1</sub> 22—26	55,1	19,1	5,1	8,5	32,7	22,4
B <sub>1</sub> 40—44	51,3	12,8	5,2	8,6	26,6	24,7
B <sub>2</sub> 60—64	48,4	12,6	4,8	7,9	25,3	23,1
B <sub>3</sub> 90—94	41,6	13,6	4,3	7,2	25,1	16,5
C 120—124	42,9	14,1	4,4	7,4	25,9	17,0
D 160—164	40,5	16,6	4,1	6,8	27,5	13,0
200—204	42,5	19,1	4,2	7,0	30,3	12,2
250—254	37,4	10,8	1,7	2,8	15,3	22,1
300—304	37,3	12,8	1,5	2,5	16,8	20,5
350—354	37,6	11,8	1,6	2,7	16,1	21,5
400—404	41,5	24,5	3,4	5,7	33,6	7,9
435—439	43,4	27,0	4,2	7,1	38,3	5,1

Таблица 11 (окончание)

Чернозем осолодающий, иловато-пылеватый, первая терраса р. Кутулука, разр. 422

Горизонт и глубина, см	Общая влажность	Объем пор, занимаемых				
		капиллярной водой	рыхло связанный	прочно связанный	всего водой	воздухом при капиллярном насыщении почвы водой
Aп 0—4	58,5	27,5	3,5	5,8	26,8	21,7
12—16	59,9	24,0	3,8	6,4	24,2	25,7
Λ <sub>1</sub> 25—29	57,6	20,3	4,3	7,1	31,7	25,9
B <sub>1</sub> 36—40	52,2	14,5	4,8	8,0	27,3	24,9
B <sub>2</sub> 50—54	48,5	11,4	5,1	8,4	24,9	23,6
B <sub>3</sub> 75—79	47,3	12,6	5,4	9,0	27,0	20,3
C 96—100	40,8	11,6	6,1	10,2	27,9	12,9
D 150—154	41,3	16,6	2,7	4,4	23,7	17,6
200—204	38,9	11,2	1,9	3,1	16,2	22,7

Однако высокая величина общей порозности еще не определяет положительного действия ее на другие свойства почвы. Так, например, в глинистых слоях аллювия общая порозность равна 47,6%, а в песчаных —

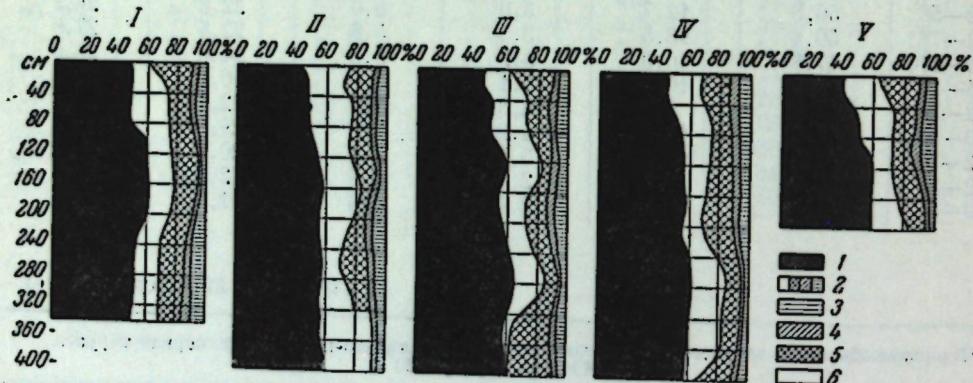


Рис. 7. Дифференциальная порозность почвы в процентах от объема:

I — чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, пылевато-песчаный, разрез 5К; II — чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, песчано-пылеватый, разрез 13К; III — чернозем обыкновенный террасный тяжелосуглинистый, песчано-пылеватый, разрез 97; IV — чернозем осолодающий тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый, разрез 422; V — чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый, разрез 420. Условные обозначения: 1 — твердая фаза почвы; 2 — порозность общая; 3 — поры, занятые прочно связанный водой; 4 — поры, занятые рыхло связанный водой; 5 — капиллярная порозность; 6 — порозность аэрации.

34,3%; если сопоставить водопроницаемость этих слоев с их порозностью, то оказывается, что водопроницаемость глинистого слоя составляет всего 21,5 мм водяного столба в 10 мин., тогда как в песчаном слое она равна 1082,7 мм водяного столба в 10 мин. Это свидетельствует о том, что в песчаном грунте преобладают активные поры; поры аэрации здесь занимают 57% от общего объема пор, тогда как в глинистом слое доминируют поры неактивные и поры аэрации составляют лишь 36% общего объема пор. Небольшая величина общей порозности не указывает на плотность почвенного горизонта или слоя и на связанные с этим обстоятельством отрицательные свойства почвы, поэтому при оценке почвы со стороны общей порозности необходимо учитывать не только ее величину, но и характер пор.

К. Д. Глинка (1932), на основании исследований Ренка (1879 г.), пишет: «Кроме количественного определения порозности, нужно иметь в виду и качество пор. В одном случае пор может быть больше, но размеры их меньше, в другом — пор мало, но объемы их велики ... В мелкоземистых почвах порозность хотя и будет велика, однако вода и воздух будут проникать сквозь них с трудом и медленно, так как им придется проходить длинный путь по рядам тонких пор и встречать большое сопротивление». Это положение относится к глинистым бесструктурным почвам.

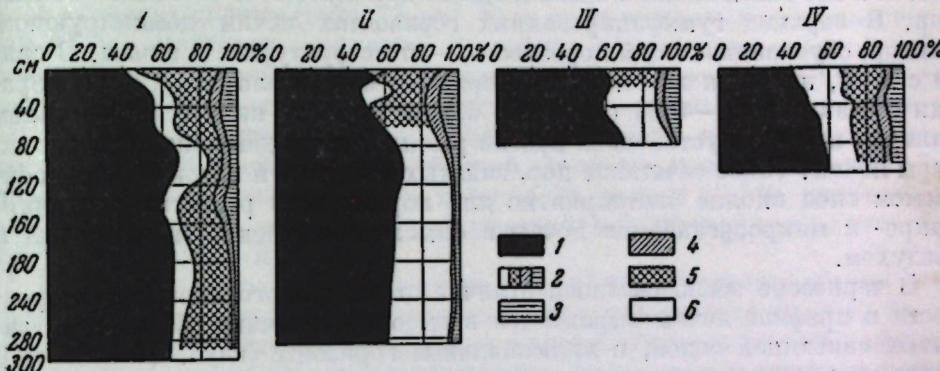


Рис. 8. Дифференциальная порозность почвы в процентах от объема:

I — черноземоидная луговая почва тяжелосуглинистая, иловато-пылеватая, разрез 1007; II — солонец корново-столбчатый тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый, разрез 1018; III — солонец-солончак (такированный) суглинистый, иловато-пылеватый, разрез 1003; IV — солонец оккультуренный тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый, разрез 418. Условные обозначения: 1 — твердая фаза почвы; 2 — порозность общая; 3 — поры, занятые прочно связанный водой; 4 — поры, занятые рыхло связанный водой; 5 — капиллярная порозность; 6 — порозность аэрации.

Объемы пор, занятых связанный водой (прочно и рыхло), наибольшую величину в 33% имеют в тяжелых глинистых слоях (разр. 5К, глубина 330—334 см) и наименьшую в песчаных слоях — 14% от общего объема пор (разр. 97, глубина 120—124 см). В верхнем пахотном слое чернозема обыкновенного эта категория воды занимает 17—25% от общего объема пор. Несмотря на присутствие здесь органического вещества, обладающего высокой гидрофильтрностью, а следовательно, и большим количеством связанный воды по сравнению с тяжелосуглинистыми слоями аллювия, объем пор, занятых связанный водой, выражается небольшими величинами в связи с рыхлой упаковкой микроагрегатов и агрегатов, о чем свидетельствует величина объема пор аэрации.

Объем пор, занятых капиллярной водой, хорошо коррелирует с механическим составом и структурностью почвы. В песчаных и супесчаных слоях получены небольшие величины порозности, занятой капиллярной влагой; в тяжелосуглинистых слоях, наоборот, — наибольшие величины. Высокие величины объема пор, занятых капиллярной влагой, в поверхности слое почвы 0—4 см некоторых разрезов чернозема обыкновенного террасового (разрезы 5К, 97) являются, очевидно, следствием повышенного набухания почвы от длительного увлажнения ее поверхности при постановке опыта. Высокие же величины объема пор, занятых капиллярной влагой, в нижних слоях почвенного профиля (разрезы 97 и 420), залегающих непосредственно над зеркалом грунтовой воды, являются следствием близости этих грунтовых вод, их подпора.

Порозность аэрации, находясь в тесной зависимости от общей порозности и объема пор, занятых водой, имеет обратную корреляцию

с объемом пор, занятых водой: чем меньше объем пор занимает влага, тем выше порозность аэрации. Так как основными факторами, обуславливающими объем пор, занятых водой, как указывалось выше, является механический состав и структурное состояние почвы, то и объем пор аэрации также тесно связан с механическим составом, что наглядно иллюстрируется табл. 11, 12 и рис. 7, 8. Связь механического состава почвы с порозностью аэрации особенно отчетливо проявляется в подстилающем аллювии.

Наибольший объем пор, занятых воздухом, т. е. пор аэрации, наблюдается в песчаных слоях аллювия, где он достигает 60% от общего объема пор. В верхних гумифицированных горизонтах почвы доминирующий фактор, обуславливающий порозность, — это структурность почвы. В связи с этим, несмотря на высокое содержание ила (около 30%), поры аэрации составляют 45—61% от общего объема пор, что является следствием наличия прочной, устойчивой против размывающей действия воды структуры почвы. Такое сочетание пор, занятых воздухом и водой, в корнеобитаемом слое вполне благоприятно для нормального развития растений, макро- и микроорганизмов почвы в смысле обеспеченности их водой и воздухом.

В черноземе осоледевающем отличие от описанного характера порозности в профиле почвы выражается в высокой величине объема пор, занятых связанной водой, в иллювиальном горизонте (глуб. 75—100 см): указанная величина здесь равняется 40% от общей порозности. Это обусловливается коллоидами, вымытыми сюда из вышележащих горизонтов в процессе почвообразования; поры аэрации здесь составляют 31% от общего объема пор.

## Дифференциальная (в % от

Черноземовидная луговая почва тяжело-суглинистая, иловато-пылеватая; депрессия первой террасы р. Кутулука, разр. 1007							Солонец корново-столбчатый тяжело-суглинистый, иловато-пылеватый; депрессия первой террасы р. Кутулука, разр. 1008								
Горизонт и глубина, см	Общая скважинность	Объем пор, занимаемых					Горизонт и глубина, см	Общая скважинность	Объем пор, занимаемых						
		капиллярной водой	рыхло связанный	прочно связанный	всего водой	воздухом при капиллярном насыщении почвы водой			капиллярной водой	рыхло связанный	прочно связанный	всего водой	воздухом при капиллярном насыщении почвы водой		
A <sub>0</sub>	0—4	58,4	44,4	3,8	6,3	54,5	3,9	A <sub>0</sub>	0—4	53,4	31,9	2,8	4,6	39,3	14,1
A <sub>1</sub>	5—9	56,8	31,9	4,0	6,7	42,6	14,2	B <sub>1</sub>	3—7	46,8	34,2	4,8	8,0	47,0	0
B <sub>1</sub>	14—18	48,5	23,3	5,0	8,2	36,5	12,0	B <sub>2</sub>	12—16	52,4	17,7	6,5	10,9	35,1	17,3
B <sub>2</sub>	26—30	44,9	16,9	5,9	9,8	32,6	12,3	B <sub>3</sub>	36—40	50,0	27,0	6,7	11,2	44,9	5,1
B <sub>3</sub> C	54—58	43,8	20,8	5,0	8,2	34,0	9,8	C	60—64	42,8	—	6,0	10,0	—	—
D	91—95	31,5	7,9	2,9	4,9	15,7	15,8	D	100—104	30,7	—	2,3	3,9	—	—
	136—140	40,9	19,4	4,8	8,0	32,2	8,7		150—154	35,7	—	1,6	2,7	—	—
	160—164	36,9	23,5	3,3	4,5	31,3	5,6		205—209	35,9	—	2,1	3,5	—	—
	210—214	34,9	19,8	1,6	2,6	24,0	10,9		254—258	37,8	—	2,0	3,3	—	—
	284—288	35,7	26,5	1,7	2,8	31,0	4,7		280—284	39,9	—	2,8	4,7	—	—

Черноземовидная луговая почва (табл. 12, рис. 8) имеет повышенную величину объема пор, занятых связанной водой, в горизонтах с выраженной солонцеватостью; здесь она достигает 35% от общей порозности. Повышенная величина пор, занятых связанной водой, равная 25% от общей порозности, наблюдается и в верхнем слое аллювия (глуб. 91—95 см) несмотря на легкий механический состав; иловатая фракция составляет здесь всего 17,8%. Это, видимо, обусловлено отложениями карбонатов, которые заполняют поры между элементарными почвенными частицами.

В солонцах целины (табл. 12, рис. 8) не представилось возможным определить все категории порозности в профиле почвы ввиду сильной набухаемости солонцового горизонта, оказавшегося практически водонепроницаемым. Общая порозность имеет резкое понижение в столбчатом горизонте  $B_1$ . Величина ее здесь обусловлена почти исключительно трещинами между отдельными столбиками, сами же столбики чрезвычайно плотны. Низкая величина общей порозности, равная 30,7%, получена на глубине 100 см так же, как и у черноземовидной луговой почвы, что обусловлено теми же причинами.

Горизонты В солонца выделяются высокими величинами объема пор, занимаемых связью водой; они достигают в горизонте В<sub>3</sub> 36% от общего объема пор. Глубже по профилю, в подстилающем аллювием, величина объема пор, занятых связью водой, изменяется аналогично порозности чернозема обыкновенного. Порозность аэрации в верхних горизонтах солонца-солончака, как и в корково-столбчатом солонце в горизонте В<sub>1</sub>, в силу высокого набухания совершенно отсутствует; в горизонте В<sub>3</sub>

Таблица 12

порозность почвы  
объема)

Солонец-солончак (такыровидный) суглинистый, иловато-пылеватый; депрессия первой террасы р. Кутулука, разр. 1013		Солонец оккультуренный тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый; первая терраса р. Кутулука, разр. 418										
Горизонт и глубина, см	Общая связанность	Объем пор, занимаемых					Горизонт и глубина, см	Объем пор, занимаемых				
		иапиллярной водой	рыхло связанный	прочно связанный	всего ведой	поздухом при гиперлипемии насыщении почвы водой		иапиллярной водой	рыхло связанный	прочно связанный	всего ведой	поздухом при гиперлипемии насыщении почвы водой
B <sub>1</sub> 0—4	39,9	39,0	4,2	7,0	50,2	0	A 0—4	59,3	22,2	3,9	6,4	32,5 26,
B <sub>2</sub> 13—17	38,2	35,7	5,1	8,5	49,3	0	19—23	54,8	21,6	3,9	6,5	32,0 22,
B <sub>3</sub> 36—40	43,4	—	5,1	8,6	—	—	B <sub>1</sub> 28—32	50,2	19,4	5,7	9,5	34,6 15,
C 50—54	39,9	—	4,6	7,6	—	—	B <sub>2</sub> 38—42	51,1	10,1	6,1	10,1	26,3 24,
D 70—74	31,6	—	2,3	3,8	—	—	B <sub>3</sub> 50—54	46,4	13,6	5,6	9,4	28,6 17,
							C 80—84	43,8	14,6	4,2	7,1	25,9 17,
							96—100	41,4	13,3	4,2	7,0	24,5 16,

она равна лишь 5%. Величину порозности аэрации горизонта В в солонце, а также и объем пор, занятых разными категориями воды, нельзя признать вполне надежными. При определении общей влагоемкости сильное набухание почвы создавало трудности (почва представляла собой киселебразную массу), что, очевидно, внесло некоторые погрешности и в другие, зависящие от общей влагоемкости величины.

Солонец окультуренный (табл. 12, рис. 8) во всем изучаемом профиле почвы имеет общую порозность, аналогичную таковой чернозема обыкновенного террасового; так же близок он к чернозему обыкновенному и по величине объема пор, занятых капиллярной водой. По объему пор, занятых связанной водой, в горизонтах В<sub>1</sub>—В<sub>2</sub> солонец окультуренный близок к солонцам целины и выражается 30—32% от общей порозности, за счет чего снижается порозность аэрации, которая, однако, в верхней полуметровой толще составляет около 50% от общей порозности; в нижней же части горизонта В<sub>2</sub> она опускается до 38%; глубже (до 1 м) она составляет 40% общей порозности. Таким образом, солонец после нескольких десятков лет культуры по характеру пор и величинам объема пор, занятых различными категориями воды, уже приближается к черноземам обыкновенным террасовым.

### ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ

Водопроницаемость почвы в условиях орошения имеет особое значение. С характером водопроницаемости почвы связаны многие практические вопросы: поливные нормы, техника полива, определение потерь воды на сети, характер поверхностного стока и др. (Костяков, 1932). Ею обусловливаются в значительной мере как водный, так и воздушный режимы в почве. Засоление, заболачивание орошаемой территории зависят в основном от быстроты проникновения воды в почву.

Ввиду большой важности показателя водопроницаемости почвы при решении теоретических и практических вопросов в ирригации изучению этого свойства почвы в наших работах было удалено наибольшее внимание.

Для исследования динамики впитывания воды почвой применялся метод квадратов, с двукратной повторностью. Внутренний квадрат имел стороны в 50 см, наружный — в 100 см. Наблюдения за впитыванием воды почвой продолжались непрерывно в течение 7 часов.

Отмечалось число литров воды, долитое в раму для поддержания напора воды в 5 см во все время опыта, сначала через каждые 5 мин., затем — через 10 мин., 30 мин. и дальше, при очень низкой водопроницаемости, — через 1 час.

Результаты водопроницаемости выражены коэффициентом впитывания в сантиметрах в секунду и приведены к температуре 10° С.

Водопроницаемость отдельных горизонтов и слоев профиля почвы определялась методом трубок Качинского с двадцатипятикратным контролем. Результаты выражались в миллиметрах водного столба в 10 мин.

Глубина промачивания почвы отмечалась на глаз по изменению окраски смоченной почвы с зарисованной контура смоченности через двое суток после прекращения наблюдений над водопроницаемостью.

Водопроницаемость почвы является функцией многих величин и определяется физическими и химическими свойствами почвы: механическим составом, агрегатностью, степенью влажности, составом поглощенных оснований, степенью засоленности и пр.

Влияние механического состава и дисперсности почвы на водопроницаемость освещено в литературе довольно подробно. Л. П. Розов (1831) приходит к выводу, что «почву с точки зрения ее механического состава приходится рассматривать, как состоящую из некоторого, более или менее постоянного количества элементарных частиц (в том числе и коллоидных), соединенных, однако, в главной своей массе в сложную систему агрегатов». А. П. Малинов (1937) находит, что сопряженность водопроницаемости с механическим составом почвы нарушается структурным ее состоянием. Тяжелосуглинистый чернозем обыкновенный террасовый по выходу фракций при микроагрегатном анализе аналогичен супесчаной почве, содержащей физической глины, при водостойкости микроагрегатов, всего лишь 12—15%; водопроницаемость его оказывается такой, как если бы выделенные при микроагрегатном анализе фракции состояли из элементарных механических элементов.

Основным фактором, определяющим водопроницаемость, А. П. Малинов (1937) считает порозность почвы, однако полной корреляции между общей порозностью и водопроницаемостью им не обнаружено. А. Ф. Лебедев (1936) указывает, что передвижение свободной воды (гравитационной и капиллярной) сверху вниз происходит только по тем порам, просвет которых не заполнен пленочной водой, удерживаемой почвенными частицами благодаря молекулярным силам. Порозность, по которой происходит фильтрация воды, он называет «активной порозностью».

Г. Г. Тарасюк (1938) подчеркивает, что «водопроницаемость почвы не находится в прямой линейной зависимости от величины общей скважности почвы. Только дифференцированная характеристика скважности с количественным учетом качественно различных групп пор позволяет подойти к установлению этой зависимости и к математическому ее выражению».

Н. А. Качинский (1945) считает одним из основных факторов, затрудняющих фильтрацию, «отсутствие или слабую выраженность в почве активной порозности».

Зависимость водопроницаемости от порозности почвы, как видно, тесно связана с характером пор, являющихся проводниками поступающей в почву влаги. Следовательно, без дифференцированной характеристики общей порозности, куда входит вся совокупность пор, нельзя ожидать полной корреляции между общей порозностью и водопроницаемостью. Кроме того, какая-то часть активных пор может быть занята защемленным воздухом (Качинский, 1945). При заливке площадки водой выход воздуха на поверхность в виде пузырьков наблюдается только в первые минуты опыта; при дальнейшем продвижении воды вглубь воздух, повидимому, частично остается в пустотах почвы в виде защемленного, частично растворяется в воде.

Влияние на водопроницаемость химизма почвы, в том числе состава поглощенных оснований, особенно ярко выражено в солонцах, где водопроницаемость солонцового горизонта В вследствие присутствия здесь иона натрия сводится к нулю.

Приведенные ниже данные (табл. 13 и рис. 9) о водопроницаемости, полученные методом заливаемых площадок, хорошо характеризуют динамику впитывания воды черноземом обыкновенным террасовым и черноземом осолодевающим.

Как показывают данные табл. 13 и особенно рис. 9, характер динамики впитывания воды почвой во всех исследованных разрезах один и тот же. Высокая водопроницаемость в начале опыта резко падает в течение первого часа. Во второй час опыта коэффициент впитывания снижается раза в полтора, в дальнейшем, к концу опыта (7 час.), он изменяется мало.

Полученные данные показывают, что только разрезы 5К и 420 имеют несколько пониженные коэффициенты впитывания. Пониженный коэффициент впитывания в метровой толще разреза 5К чернозема среднесу-глинистого по механическому составу является следствием малой мощности делювиального чехла, который с глубины 100 см подстилается слоистым аллювием, представляющим серьезное препятствие для свободного про-движения воды вглубь. Разрез 420, тяжелосуглинистый по механическому составу, обладает плотным горизонтом В, что показывают данные удельного веса скелета почвы и водопроницаемости означенного горизонта. Этот горизонт снижает коэффициент впитывания за первые 3 часа после начала опыта в 5 раз; за последующие 4 часа наблюдений коэффициент впитывания понижается лишь на 0,0001 см/сек.

Совершенно аналогичная кривая коэффициента впитывания наблюдается у чернозема осоледевающего. Здесь также наибольшее падение его отмечается в течение первого часа, а затем через 2 часа до конца опыта оно незначительно замедляется.

Несколько иной ход кри-вой коэффициента впитыва-ния наблюдается у черноземовидной луговой почвы

Рис. 9. Водопроницаемость почвы в сантиметрах в секунду при 10° ( $H = 5$  см):

1 — чернозем обыкновенный, третья терраса, разрез 5К; 2 — чернозем обыкновенный, вторая терраса, разрез 13К; 3 — чернозем обыкновенный, первая терраса, разрез 97; 4 — чернозем обыкновенный, первая терраса, разрез 420; 5 — чернозем осоледевающий, первая терраса, разрез 422.

(табл. 14, рис. 10). Коэффициент впитывания здесь падает равномерно в течение всего опыта, снижаясь к концу седьмого часа в 4 раза по срав-нению с первыми 10 минутами.

Коэффициенты впитывания солонца корково-столбчатого и солонца-солончака (такыровидного) (табл. 14, рис. 10) близки между собою как по абсолютным величинам, так и по ходу кривой. Уже к концу первого часа водопроницаемость их резко снижается: она в 20—25 раз ниже, чем в первые 10 мин., а к концу седьмого часа понижается в 175—215 раз. В абсолютных величинах у корково-столбчатого солонца к концу опыта коэффициент впитывания равен 0,000011 см/сек, а у солонца-солончака еще ниже — 0,000009 см/сек. При таком низком коэффициенте впитывания можно считать почву практически водонепроницаемой. Действи-тельно, столб воды в 5 см на корково-столбчатом солонце после семи-часового опыта впитался через 65 часов (за это время на площадке 250 см<sup>2</sup> прошло 22 л воды), а у солонца-солончака — через 136 часов (21 л).

Иная картина наблюдается у солонца окультуренного (табл. 14, рис. 10). Здесь отмечается высокий коэффициент впитывания в течение

первых 5 часов опыта; но своей величине он даже превосходит коэффициент впитывания чернозема обыкновенного террасового. Однако в даль-нейшем он снижается и к концу опыта становится вдвое ниже наименьшей величины коэффициента впитывания чернозема. Находясь в комплексе с черноземом, солонец, подвергнутый химической мелиорации и бывший в культуре уже десятки лет, по своей водопроницаемости настолько близок к чернозему обыкновенному, что поливы уже не вызывают неравномерности в распределении влаги на орошающей площади, как это имеет место на целине в депрессии, где компоненты комплекса — черноземовидная луговая почва и соло-нец — резко отличаются по своей водопроницаемости. Участки, занятые черноземо-видной луговой почвой с коэффициентом впитывания, превышающим таковой солонца в начале опыта в 22—27 раз, а в конце опыта в 56—65 раз, послужат источ-ником, пытающим грунтовые воды, залегающие здесь на глубине 3 м. Это обстоятельство иллюстрируется рис. 11. Глубина промачивания черноземовидной луговой почвы за 7 часов наблюдений — 108 см (количество воды, поданной за это время, равно 91 л на площадь 250 см<sup>2</sup>), а солонца — всего 18 см. Профиль смоченности чернозема обыкновенного террасового разреза 5К (рис. 12) очень близок по своей конфигурации к контуру смоченной черноземовидной лу-говой почвы — глубина промачивания его 101 см. Разрезы 13К и 420 чернозема обыкновенного террасового отличаются от разреза 5К лишь большей глубиной промачивания, достигающей 150—160 см (рис. 12). За время опыта количество воды, поданной на учетную площадь (внутрен-нюю рама) в 250 см<sup>2</sup>, составляло для разреза 5К — 72 л, для разреза 13К — 124 л и для разреза 420 — 88 л.

Как видно из данных табл. 13, 14 и рис. 9, 10, коэффициент впиты-вания во всех почвенных разновидностях падает от начала опыта к концу (за 7 часов). Н. А. Качинский объясняет падение водопроницаемости во времени следующими причинами: обесструктуриванием, т. е. распадом макроагрегатов, неустойчивых против размывающего действия воды, набуханием почвы и прогрессивным нарастанием трения воды о почву, под влиянием которого гидростатический напор уменьшается.

Наибольшее влияние на динамику водопроницаемости оказывают обес-структуривание и набухание, что особенно резко сказалось в солонцах целины, где коэффициент впитывания за 7 часов опыта снизился в 175—215 раз. Нестойкости структуры солонцов против воды соответствует и

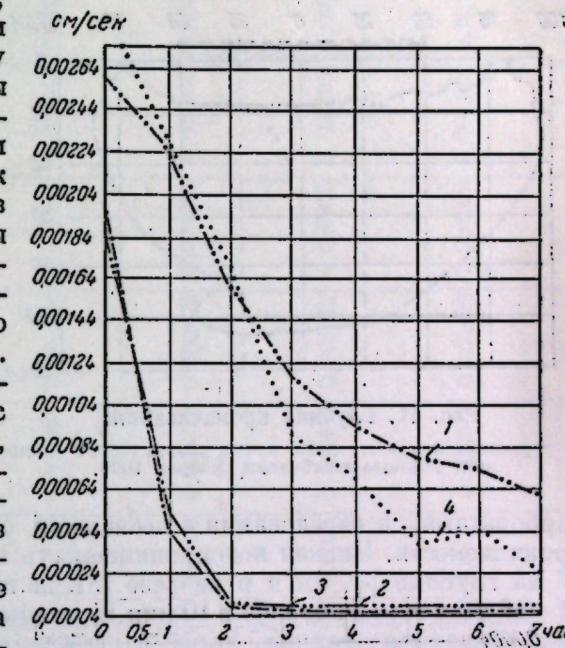
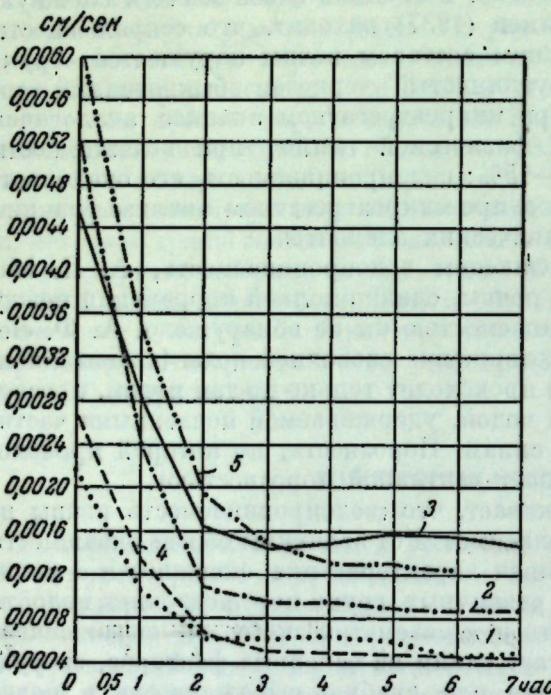


Рис. 10. Водопроницаемость почвы в сантиметрах в секунду при 10° ( $H = 5$  см):

1 — черноземовидная луговая почва, разрез 1007; 2 — солонец корково-столбчатый, разрез 1008; 3 — солонец-солончак (такыровидный), разрез 1013; 4 — солонец окультуренный, разрез 418.

высокая степень их дисперсности (69—80%), показывающая почти полный распад не только макроагрегатов, но и микроагрегатов.

В табл. 15 представлены данные о водопроницаемости (в миллиметрах водяного столба в 10 мин.) по отдельным горизонтам изучаемых почвенных разновидностей. Иллюстрацией характера водопроницаемости гори-

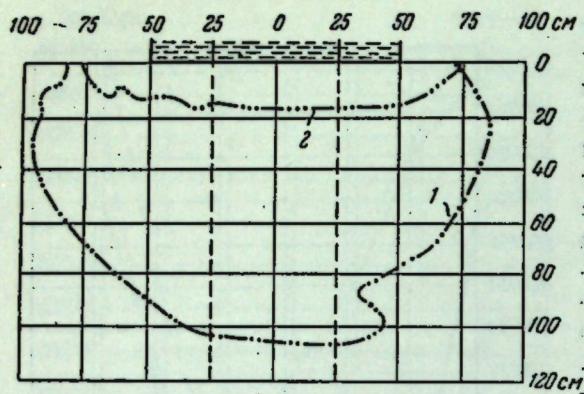


Рис. 11. Глубина промачивания

1—черноземовидная луговая почва, разрез 1007; 2—солонец корково-столбчатый, разреза 1008.

карбонатами, в чередовании с песчаными слоями сильно снижают водопроницаемость. Низкая водопроницаемость наблюдается также в разрезе 97 на глубине 170 см и в разрезе 13К на глубине 207 см, где она равна 41—46 мм водяного столба в 10 мин. В суглинистых карбонатных прослойках создаются тонкие поры и капилляры, через которые движение свободной воды затрудняется; кроме того, на границе между суглинистыми слоями, с системой тонких капилляров, и песчаными слоями, где капиллярная сеть иного характера, происходит разрыв непрерывного потока влаги сверху вниз.

Работами А. Ф. Лебедева (1936), Н. А. Качинского (1945), С. Н. Рыжкова (1940) и других дано теоретическое обоснование пониженной водопроницаемости слоистых грунтов по сравнению с однородными по механическому составу грунтами и почти полному отсутствию проницаемости воды при чередовании слоев, резко различных по механическому составу и гидрофильтрности.

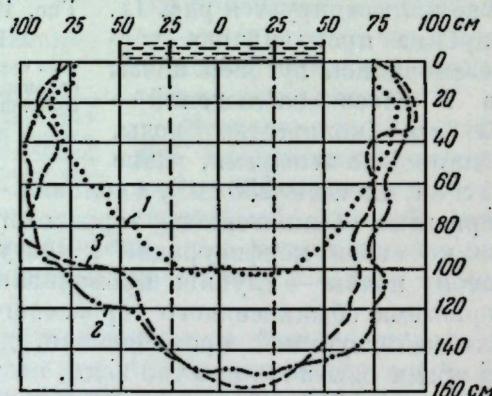


Рис. 12. Глубина промачивания:

IV — чернозем обыкновенный, третья терраса, разрез 5К; 2 — чернозем обыкновенный, вторая терраса, разрез 13К; 3 — чернозем обыкновенный, первая терраса, разрез 420.

Высокая водопроницаемость наблюдается в горизонте В во всех разрезах чернозема. Этот горизонт наиболее перерыт землероями в профиле почвы. В горизонтах глубже 2 м величина водопроницаемости обуславливается механическим составом. Для орошаемого хозяйства особенно важна водопроницаемость верхней метровой толщи почвы, которая является зоной наибольшего развития корневой системы сельскохозяйственных растений. Поливные нормы рассчитываются обычно на эту

### Таблица 13 (числых квадратов)

Плотность почвы в см/сек в различные интервалы от счетов, приведенных к 10° С (метод Папюса для определения проводено с поверхности почвы)

Почва	Уголь	Глубина, см	Ориентир Benthocarb <sup>o</sup>	Минуты						В среднем для одного часа
				10	10	10	10	10	10	
Чернозем обыкновенный - террасовый суглинистый, пылевато-песчаный, третья терраса р. Кутулука, разр. 5К	Рожь	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	7,54 42,6 41,7 42,9 43,3 46,2 73,3	0,002129 0,000991 0,000980 0,000858 0,000605	0,000991 0,000980 0,000858 0,000605	0,000980 0,000858 0,000605	0,000980 0,000858 0,000605	0,000980 0,000858 0,000605	0,000980 0,000858 0,000605	0,001026
Чернозем обыкновенный - террасовый суглинистый, песчано-пылеватый, вторая терраса р. Кутулука, разр. 13К	Рожь	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	0,006000 96,4 90,6 78,3 83,7 71,3	0,005266 0,003236 0,001944	0,005266 0,003236 0,001944	0,003236 0,001944	0,003236 0,001944	0,003236 0,001944	0,003236 0,001944	0,003441
Чернозем обыкновенный - террасовый суглинистый, песчано-пылеватый, первая терраса р. Кутулука, разр. 97	Пар	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	11,8 48,8 53,2 66,3 70,8 61,9	0,004500 0,003834	0,004500 0,003834	0,002875 0,001988	0,002875 0,001988	0,002875 0,001988	0,002875 0,001988	0,002826
Чернозем обыкновенный террасовый тяжелосуглинистый, иллювально-пылеватый, первая терраса р. Кутулука, разр. 420	Стерня подсолнечника	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	77,1 47,9 48,5 53,1 69,1 77,7	0,002667 0,001487	0,002667 0,001487	0,001373 0,000943	0,001373 0,000943	0,001373 0,000943	0,001373 0,000943	0,001366
Чернозем осолоняющий тяжелосуглинистый террасовый иллювально-пылеватый, первая терраса р. Кутулука, разр. 422	Пар	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	16,8 51,0 65,8 80,0 81,4 88,2	0,005431 0,003079	0,005431 0,003079	0,002559 0,001079	0,002559 0,001079	0,002559 0,001079	0,002559 0,001079	0,002384

Таблица 13 (продолжение)

П о ч в а	Уголье	Глубина, см	%	Минуты				Минуты				В среднем для трехчаса				Часы			
				30	30	30	30	30	30	30	30	4	5	6	7	4	5	6	7
Чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, иловато-песчаный, третья терраса р. Кутулука, разр. 5К	Родка	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	7,54 42,6 41,7 42,9 43,3 46,2	0,0006300 0,0006090 0,0006200	0,0006090 0,0006090 0,0006090	0,0006090 0,0006090 0,0006090	0,0006090 0,0006090 0,0006090	0,0006480 0,0005820	0,0004410 0,0004410	0,0004410 0,0004410									
Чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, песчано-пылеватый, вторая терраса р. Кутулука, разр. 13К	Родка	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	73,3 96,4 90,6 78,3 83,7 71,3	0,0020490 0,0019210 0,0019850	0,0016190 0,0013370 0,0014780	0,0016190 0,0013370 0,0014780	0,0016190 0,0013370 0,0014780	0,0014590 0,0014590 0,0014590											
Чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, песчано-пылеватый, первая терраса р. Кутулука, разр. 97	Пар	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	11,8 48,8 53,2 66,3 70,8 61,9	0,0018220 0,0014410 0,0016320	0,0014710 0,0014460 0,0014800	0,0014710 0,0014460 0,0014800	0,0014710 0,0014460 0,0014800	0,0014590 0,0014590 0,0014590											
Чернозем обыкновенный террасовый тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый, первая терраса р. Кутулука, разр. 420	Серпня	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	77,4 47,9 48,5 53,1 69,1 77,7	0,0006460 0,0007050	0,0006760 0,0005500	0,0006760 0,0005500	0,0006760 0,0005500	0,0005490 0,0005490											
Чернозем осолодевающий тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый, первая терраса р. Кутулука, разр. 422	Пар	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	16,8 51,0 65,8 80,0 84,4 88,2	0,0011190 0,0010140 0,0010670	0,0009380 0,0009620	0,0009380 0,0009620													

Таблица 14

Динамика водопроницаемости почвы в см/сек в различные интервалы отечеств, приведенных к 10° С (метод заливаемых квадратов)

(Папор воды на поверхности почвы 5 см. Определено пропедено с поверхности почвы)

П о ч в а	Уголье	глубина, см	относительная влажность, %	Минуты				Минуты				В среднем для одного часа						
				10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
Чернозем обыкновенная луговая почва тяжелосуглинистая, иловато-пылеватая; первая терраса р. Кутулука, разр. 1007	Целина	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	23,6 31,4 34,9 45,7 48,6 50,1	0,0025670 0,0023170	0,0022350 0,0021330	0,0022350 0,0021330	0,0022350 0,0021330	0,0022350 0,0021330	0,0022350 0,0021330	0,0022350 0,0021330	0,0022350 0,0021330							
Солонец юрково-столбчатый тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый; первая терраса р. Кутулука, разр. 1008	Целина	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	6,0 23,9 41,2 33,8 44,7 —	0,0019340 0,0005830	0,0004530 0,0004530	0,0004530 0,0004530	0,0004530 0,0004530	0,0004530 0,0004530	0,0004530 0,0004530	0,0004530 0,0004530	0,0004530 0,0004530							
Солонец-солончак (такировидн.), сульфатный, иловато-пылеватый; депрессия, первая терраса р. Кутулука, разр. 1013	Целина	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	9,2 37,1 — — — —	0,0019390 0,0002149	0,00021490 0,00021490	0,00021490 0,00021490	0,00021490 0,00021490	0,00021490 0,00021490	0,00021490 0,00021490	0,00021490 0,00021490	0,00021490 0,00021490							
Солонец тяжелосуглинистый, окультуренный, первая терраса р. Кутулука, разр. 418	Пар	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	21,8 40,2 47,6 73,4 81,4 74,0	0,0038840 0,0032040	0,0029580 0,0023204	0,0029580 0,0023204	0,0029580 0,0023204	0,0029580 0,0023204	0,0029580 0,0023204	0,0029580 0,0023204	0,0029580 0,0023204							

Таблица 14 (продолжение)

П о ч в а	Углode	Глу-бина, см	Отно-сит. влаж-ность, %	Интервалы непрерывных наблюдений									
				Минуты			В сред-нем для второ-го часа		Минуты		В сред-нем для третье-го часа	Ч а с ы	
				30	30	30	30	30	30	30	30		
Черноземовидная луговая почва тяжелосуглинистая, иловато-пылеватая; депрессия, первая терраса р. Кутулука, разр. 1007	Целина	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	23,6 31,4 34,9 45,7 48,6 50,1	0,0017800 0,0014660 0,0016230 0,0014950 0,0010400 0,0011480	0,0008950 0,0009850 0,0008950 0,0009850 0,0009850 0,0009850	0,0008950 0,0008950 0,0008950 0,0008950 0,0008950 0,0008950							
Солонец корково-столбчатый тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый; депрессия, первая терраса р. Кутулука, разр. 1008	Целина	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	6,0 23,9 41,2 33,8 44,7 —	0,0000890 0,0000390 0,0000440 0,0000430 0,0000440 —									
Солонец-солончак (такровидн.) суглинистый, иловато-пылеватый; депрессия, первая терраса р. Кутулука, разр. 1013	Целина	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	9,2 37,1 — — — —	0,0000790 0,0000550 0,0000450 0,0000290 0,0000380 0,0000230									
Солонец тяжелосуглинистый окультуренный, первая терраса р. Кутулука, разр. 418	Пар	0—3 7—10 17—20 27—30 37—40 47—50	21,8 40,2 47,6 73,4 81,4 74,0	0,0016850 0,0016850 0,0016850 0,0016850 0,0016850 0,0016850									

зону. В пределах верхнего метра величина водопроницаемости по горизонтам в отдельных разрезах чернозема варьировала в широких пределах. В разрезах 5К и 13К наименее проицаемым для воды был пахотный слой, что объясняется значительным разрывом во времени между обработкой почвы и определением водопроницаемости (разрезы 5К и 13К заложены на участках, занятых озимой рожью). На паровом участке разреза 97,

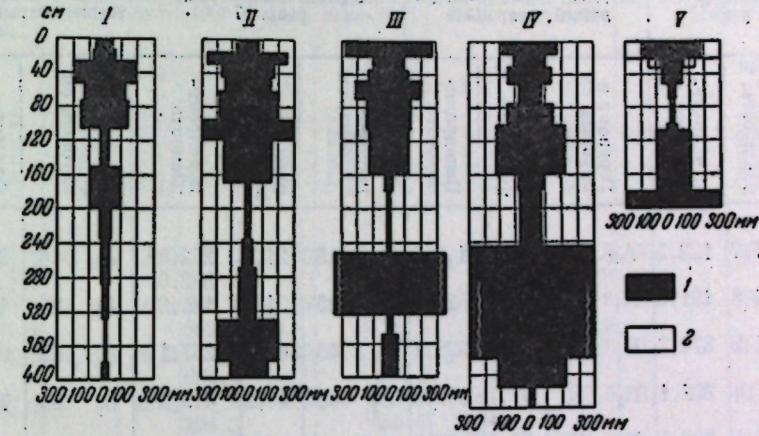


Рис. 13. Водопроницаемость почвы за 10 минут в миллиметрах водяного столба (метод Качинского):

I — чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, разрез 5К (роль); II — чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, песчано-пылеватый, разрез 13К (роль); III — чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, песчано-пылеватый, разрез 97 (пар); IV — чернозем обыкновенный террасовый тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый, разрез 420 (стерня под-солнечника); V — чернозем осолонцевавший тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый, разрез 422 (пар). Условные обозначения: 1 — водопроницаемость без провальных участков; 2 — с учетом провальных участков.

наоборот, наивысшая водопроницаемость наблюдалась в пахотном горизонте. Несколько пониженная водопроницаемость горизонта  $B_2$  в разрезе 420, повидимому, вызвана некоторой солонцеватостью почвы.

У чернозема осолонцевавшего водопроницаемость по отдельным горизонтам в профиле почвы имеет тот же характер, что и у чернозема обыкновенного, описанного выше. Меньшей водопроницаемостью обладает иллювиальный горизонт, отличающийся и большей плотностью от вмытых слоев коллоидов полуторных окислов и набухаемостью их; здесь водопроницаемость падает до 13 мм водяного столба в 10 мин. В залегающем под ним карбонатном горизонте водопроницаемость поднимается до 64 мм; такого же порядка водопроницаемость отмечена и в карбонатном горизонте чернозема обыкновенного (разр. 5К). Высокая водопроницаемость наблюдается в верхнем пахотном горизонте, что обусловлено всшкой парового участка незадолго до определения водопроницаемости, и на глубине 2 м; здесь высокая водопроницаемость определяется механическим составом (физической глины лишь 15%).

Солонец окультуренный (табл. 15, рис. 14), несмотря на высокий коэффициент впитывания, как упоминалось выше, имеет очень низкую водопроницаемость горизонта  $B_1$ , не нарушенного обработкой (2,3 мм водяного столба в 10 мин.); в горизонте  $B_2$  она несколько выше (11,2 мм). Несмотря на низкую водопроницаемость в горизонте  $B_1$  солонца суммарная водопроницаемость в течение первых 5 часов опыта характеризуется

Водопроницаемость почвы в мм  
(метод трубок)

Чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, пылевато-песчаный, разр. 5К			Чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, песчано-пылеватый, разр. 13К			Чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, песчано-пылеватый, разр. 97			Чернозем обыкновенный террасовый тяжелосуглинистый, илово-пылеватый, разр. 420		
Горизонт и глубина, см	Относит. влажность, %	Водопроницаемость	Горизонт и глубина, см	Относит. влажность, %	Водопроницаемость	Горизонт и глубина, см	Относит. влажность, %	Водопроницаемость	Горизонт и глубина, см	Относит. влажность, %	Водопроницаемость
Aп 6	17,7	122,5	Aп 6	89,4	130,3	Aп 6	21,1	252,8*	Aп 6	62,1	54,5
								552,6			370,2
A <sub>1</sub> 20	44,8	131,3	A <sub>1</sub> 20	67,2	521,6	A <sub>1</sub> 25	51,9	185,6	A <sub>1</sub> 22	47,5	54,9
B <sub>1</sub> 38	41,2	374,3	B <sub>1</sub> 37	56,0	338,1	B <sub>1</sub> 40	69,4	257,1	B <sub>1</sub> 40	64,5	212,7
B <sub>2</sub> 54	47,6	252,1	B <sub>2</sub> 56	57,7	290,3	B <sub>2</sub> 60	56,2	419,9	B <sub>2</sub> 60	71,0	141,0
B <sub>3</sub> 75	47,5	206,5	B <sub>3</sub> 76	53,5	378,5	B <sub>3</sub> C 86	59,2	274,4	B <sub>3</sub> 90	61,4	298,2
C 110	37,5	60,1	B <sub>3</sub> C 106	56,4	604,0	C 120	63,0	257,5	C 120	50,5	443,4
D 156	41,5	185,2	D 146	80,7	308,6	D 170	83,6	46,4	D 160	47,7	152,6
210	63,1	67,6	207	80,3	40,6	226	86,5	152,3	200	48,4	145,5
254	77,6	45,3	250	68,4	54,1	270	56,5	1082,7	250	54,0	783,4
306	77,1	37,0	306	60,8	125,4	330	89,1	31,6	300	48,3	1403,9
330	77,1	21,5	356	—	404,4	397	106,2	38,6	350	72,1	849,6
									400	81,3	27,5
									435	96,9	5,1

\* Верхнее число в строкке относится в водопроницаемости, где исключены случаи

высоким коэффициентом впитывания, превосходящим даже коэффициент впитывания некоторых разрезов чернозема обыкновенного; это, очевидно, обусловливается трещиноватостью горизонта B<sub>1</sub>, которая по мере набухания почвы исчезает и снижает коэффициент впитывания. При определении водопроницаемости трубками эти трубы на трещины обычно не устанавливаются, вследствие чего при таком методе и получилась сниженная водопроницаемость по сравнению с методом квадратов, что вполне соответствует естественному сложению почвы. Пахотный горизонт вследствие глыбистой пашни царового участка имеет весьма широкий диапазон величин водопроницаемости — от 34 до 4000 мм в 10 мин.

Водопроницаемость черноземовидной луговой почвы по горизонтам аналогична водопроницаемости чернозема обыкновенного; здесь также наибольшей водопроницаемостью обладает горизонт B<sub>1</sub>, но величина водопроницаемости имеет более широкий размах колебаний, например в горизонте B<sub>1</sub> она колеблется от 85 до 4000 мм, а в горизонте B<sub>3</sub> — от 20 до 4000 мм в 10 мин.

При изложении данных водопроницаемости, полученных методом квадратов, уже отмечалось, что солонцы целинные — корково-столбчатый и солонец-солончак — обладают чрезвычайно низкой водопрони-

водяного столба в 10 мин.  
(Качинского)

Чернозем осолонцевавшийся, тяжелосуглинистый, илово-пылеватый, разр. 422			Черноземовидная луговая тяжелосуглинистая почва, разр. 1007			Солонец корково-столбчатый, тяжелосуглинистый, разр. 1008			Солонец-солончак суглинниковый, разр. 1013			Солонец тяжелосуглинистый окультуренный, разр. 418			
Горизонт и глубина, см	Относит. влажность, %	Водопроницаемость	Горизонт и глубина, см	Относит. влажность, %	Водопроницаемость	Горизонт и глубина, см	Относит. влажность, %	Водопроницаемость	Горизонт и глубина, см	Относит. влажность, %	Водопроницаемость	Горизонт и глубина, см	Относит. влажность, %	Водопроницаемость	
Aп 6	26,2	364,7	A <sub>1</sub> 6	13,0	79,0	B <sub>1</sub> 6	12,6	9,3	B <sub>1</sub> 6	21,9	422,8	Aп 6	32,6	101,9	
		1382,6						647,8			2122,9			949,4	
A <sub>1</sub> 21	70,7	142,8	B <sub>1</sub> 15	29,2	252,7	B <sub>2</sub> 10	30,2	4,6	B <sub>2</sub> 15	37,1	0,6	B <sub>1</sub> 30	70,8	2,3	
		297,1						565,0			320,6				
B <sub>1</sub> 40	83,9	137,5	B <sub>2</sub> 24	39,2	533,4	B <sub>3</sub> 30	37,3	5,9	B <sub>3</sub> 34	—	0,9	B <sub>2</sub> 42	67,1	11,2	
								684,2			485,2				
B <sub>2</sub> 50	83,6	13,2	C 58	42,7	135,2	C 60	—	86,9	C 56	—	0,5	B <sub>3</sub> 80	48,4	50,0	
								296,3			556,4				
B <sub>3</sub> 80	90,7	28,0	D 100	84,3	85,0	D 100	—	36,8	D 76	—	93,4	C 100	52,0	114,2	
								156			311,9				
C 100	55,1	64,4	140	77,4	27,7	214	—	64,9							
D 150	55,9	211,8	166	57,6	22,2	262	—	63,4							
		200	61,2	1068,2	215	78,1	48,8	286	—	39,5					
								290	101,5	35,0					

провальной, нижнее — водопроницаемость, куда входит и провальная,

цаемостью. Горизонтом, определяющим скорость проникновения воды в почву, в профиле солонца является горизонт В в силу его свойств, связанных с солонцеватостью: высокой дисперсности, способности к набуханию и пр. В сухом состоянии, при относительной влажности 25—36%, водопроницаемость, вследствие сильной трещиноватости между структурными единицами, имеет провальный характер: вода задерживается в трубке не более 30 сек. или же проходит с такой быстротой, что не представляется возможным заполнить трубку. Размах между крайними величинами водопроницаемости чрезвычайно широкий. Например, в горизонте B<sub>1</sub> — от 0,4 мм до провальной; последняя составляет 8% из всех определений. В горизонте B<sub>2</sub> диапазон еще шире — от 0 до провальной. Однако вследствие сильной набухаемости почвы трещины, по которым проналивается вода, довольно быстро исчезают.

Водопроницаемость солонца-солончака (такыровидного) по своему характеру аналогична водопроницаемости солонца корково-столбчатого, но имеет еще низкие величины; исключение составляет горизонт B<sub>1</sub>, залегающий с поверхности (см. морфологическое описание разр. 1013): в связи со значительной трещиноватостью водопроницаемость его равняется водопроницаемости чернозема. Горизонты B<sub>3</sub> и С почти не проницаемы

Таблица 15

для воды, величина их водопроницаемости 0,9—0,5 мм водяного столба в 10 мин.

Полученные нами данные о водопроницаемости отдельных горизонтов по профилю почвы вскрывают характер ее, связанный с генетическими особенностями почвы и ее отдельных горизонтов. Метод трубок, как и метод квадратов, показывает хорошую, а по классификации Качинского — наилучшую проницаемость верхней метровой толщи чернозема обыкновенного террасового и осолодевающего, обеспечивающую равномерное

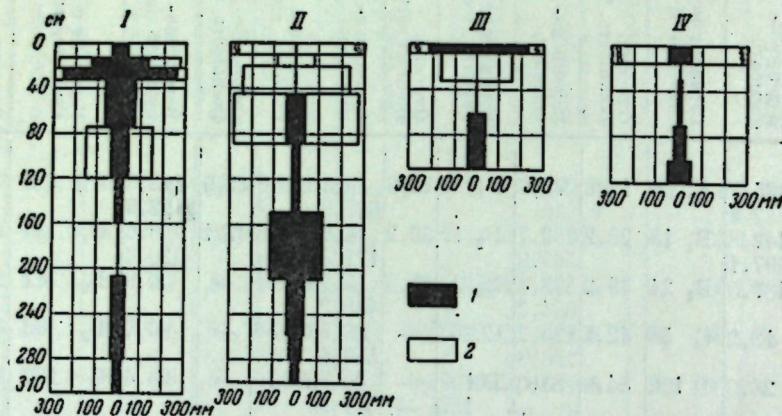


Рис. 14. Водопроницаемость почвы за 10 минут в миллиметрах водяного столба (метод Качинского):

I — черноземовидная луговая почва тяжелосуглинистая, иловато-пылеватая, разрез 1007 (целина); II — солонец юрково-столбчатый тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый, разрез 1008 (целина); III — солонец-солончак (тамаровидный) суглинистый, иловато-пылеватый, разрез 1013 (целина); IV — солонец окультуренный тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый, разрез 418 (пар). Условные обозначения те же, что и на рис. 13.

промачивание почвы на заданную глубину при орошении. Что касается опасности поднятия в этих почвах грунтовой воды выше критического уровня, то для зоны проектируемого машинного орошения (разрезы 5К и 13К) она отпадает, так как грунтовые воды здесь залегают на глубине более 10 м, и при правильном ведении поливного хозяйства не может произойти смыкания грунтовых вод с поливными. В разрезах 97 и 420 первой террасы грунтовые воды находятся на небольшой глубине, всего 438—446 см, однако капиллярное поднятие их, как указывалось выше, ограничивается слоистостью грунта, мощность которого достигает 150 см над уровнем грунтовой воды. При высокой водопроницаемости верхней метровой толщи и сравнительно небольших колебаниях величины водопроницаемости отдельных компонентов, составляющих почвенный комплекс, угроза поднятия грунтовых вод с тяжелыми последствиями заражения почвы может быть устранена строгим регулированием поливных норм и глубины промачивания при поливах, а также содержанием в надлежащем порядке всей оросительной системы.

Однако чем больше варьирует величина водопроницаемости среди отдельных компонентов, слагающих почвенный покров территории, тем труднее определить глубину промачивания и нормы полива, особенно при неглубоком залегании грунтовых вод. Это обстоятельство необходимо иметь в виду при освоении депрессии под сельскохозяйственные культуры.

### ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ

В условиях орошаемого хозяйства необходимо знать величину влагоемкости почвы, без чего невозможно вести рационально поливное хозяйство, регулировать водный режим орошающей территории. Влагоемкостью определяются нормы полива и промывок, глубина промачивания и пр. Деление влагоемкости на полную, капиллярную и некапиллярную, которое было широко распространено при характеристике почвы, расчетах запаса влаги в почве и водного баланса, оказалось неудовлетворительным при решении практических вопросов в орошающем земледелии. В последнее время в литературе имеется много критических замечаний по данному вопросу (Качинский, Долгов, Тарасюк, Малинов и другие).

В настоящее время при характеристике водных свойств почвы и особенно в ирригационной практике под влагоемкостью, или, вернее, водоудерживающей способностью почвы, разумеется то максимальное количество воды, которое почва способна удержать в ее естественном залегании в состоянии равновесия после подачи воды сверху, при отсутствии испарения. По своей природе эта влага состоит из связанной воды, удерживаемой почвенными частицами в силу поверхностной энергии, и воды, удерживаемой в силу капиллярных явлений. При свободном оттоке гравитационной воды влага удерживается в почве в таких капиллярах, где капиллярные силы преобладают над силой тяжести: в стыках между почвенными частицами, в микропорах и тонких капиллярах. В этом состоянии влага занимает поры не сплошь, а, как указывают многие исследователи, имеет четочный характер (Летунов, 1942; Качинский, 1945; Францессон, 1939; Розов, 1936; Долгов, 1937; Малинов, 1938, 1940, 1945; Попов, 1928; Рыжов, 1940; Лебедев, 1936, и др.). Эта влага медленно передвигается благодаря разности градиентов влажности и капиллярных сил. А. Ф. Лебедев отождествляет ее с максимальной молекулярной влагоемкостью. Это количество влаги, удерживаемое почвой, было впервые отмечено Уидзоном и Мак-Лафлином в 1912 г.

Величина водоудерживающей силы почвы обусловливается следующими факторами: механическим составом и преимущественно иловатой фракцией, количеством органического вещества в почве, ее химизмом, сложением и пр. При неоднородном по механическому составу почвенноем профиле, каковыми являются все почвенные разновидности террас р. Кутулуга, влагоемкость зависит, кроме того, и от смены слоев, слагающих почвенный профиль. Так, над крупнозернистым слоем в суглинистом слое влагоемкость несколько повышается вследствие разрыва капилляров на границе между песчаным и суглинистым слоями. Здесь вода, по выражению некоторых исследователей, как бы подвешена и удерживается менисковыми силами (Лебедев, Качинский, Малинов).

Эта категория почвенной влаги разными исследователями называется по-разному: Н. А. Качинский (1947) называет ее «общей влагоемкостью», очевидно, по аналогии с общей порозностью, которая представляет собой совокупность всех пор, присущих почвенной толще в ее естественном сложении. «Общая влагоемкость» также слагается из разных категорий почвенной влаги, но при определенных условиях в естественном залегании почвы и свободном оттоке гравитационной воды, о чем говорилось выше. Как видно, полной аналогии здесь провести нельзя.

Влагоемкость, или водоудерживающая способность почвы, определялась в поле путем затопления площадки водой и последующего определения влажности почвы в центре заливаемой площадки, с тройным контролем. Для изучения водоудерживающей способности по профилю почвы

на глубину 4—5 м на поверхности почвы, в голове глубокого шурфа, где определялись физические свойства почвы, закладывали колодец глубиной в 20 см, шириной 50—60 см и длиной (по стенке шурфа) 80—100 см и наполняли водой в несколько приемов с таким расчетом, чтобы вода проникла в почву на глубину 2,2—2,5 м. Для предохранения от испарения колодец покрывали слоем соломы. Через трое суток после того, как вода исчезла из колодца и по расчетам проникла до указанной выше глубины, через центр колодца закладывали шурф и пробы на влажность, в количестве трех из горизонта или слоя, брали из передней стенки шурфа на расстоянии 15—20 см одна от другой, на всю глубину смоченного слоя. Последние пробы брали на 20—30 см выше видимой границы смоченности почвы, так как для получения данных о влагоемкости глубже лежащих слоев вновь закладывали колодец с таким расчетом, чтобы дно его находилось еще в смоченной части шурфа. Это давало возможность получать данные о влагоемкости непрерывно на глубину до 4—5 м. Второй колодец закладывали такой же, как было описано выше, а воды давали такое количество, чтобы смоченный слой достигал необходимой глубины (4—5 м). В дальнейшем проводились то же операции, что и в верхних двух метрах.

Определение влажности в открытом шурфе, а не при помощи бура (что значительно удешевляет и облегчает работу) было вызвано неоднородностью почвенного профиля: в верхнем почвенном слое — вследствие перерыва землероями, а в подстилающей породе — вследствие частой смены слоев различного механического состава, а также присутствия в слоях линз другого механического состава. Взятие проб на влажность буrom приводит к невозможности вывести среднее из контрольных определений из-за разницы в механическом составе отдельных проб, взятых с одной и той же глубины на расстоянии нескольких сантиметров одна от другой.

Приведенные в табл. 16 данные подтверждают зависимость общей влагоемкости от указанных выше факторов. В верхней мистровой толще почвы доминирующее влияние оказывает гумусность почвы. Наибольшие величины ее для черноземов обыкновенного и осолодевающего получены в пахотном слое; с глубиною, по мере уменьшения количества гумуса, эти величины падают (рис. 15).

В безгумусных горизонтах и слоях подстилающей породы величина общей влагоемкости находится в зависимости исключительно от механического состава: в песчаных слоях общая влагоемкость составляет 9,4%, в суглинистых — 18—23% и в тяжелосуглинистых — 25,6% от веса почвы. Следует заметить, что в тех разрезах чернозема обыкновенного на первой террасе, где глубина шурфа доходила до грунтовой воды (разрезы 97 и 420), глубже 3 м имеем завышенные величины, которые представляют капиллярно подщертую воду, а не ту влагоемкость, о которой говорилось выше. То же самое необходимо сказать и о черноземовидной луговой почве, где глубина шурфа определялась уровнем грунтовых вод (см. морфологическое описание почвенных разновидностей). Иллювиальный горизонт чернозема осолодевающего, который отчетливо выделяется по механическому составу его иловатой фракции, о чем говорилось выше, на величине общей влагоемкости совершенно не отразился. Очень небольшое отражение на величине общей влагоемкости в профиле почвы нашли такие свойства, как гидрофильтрность солонцового горизонта солонцов (рис. 16). Величина общей влагоемкости их по профилю выше, чем у черноземов, однако наблюдается также постепенное падение по профилю с глубиной, тогда как дифференциация горизонтов в солонце выражена особенно резко, что с совершенной очевидностью подчеркивается всеми

Таблица 16

Горизонт и глубина, см	Влагоемкость в % от веса	Горизонт и глубина, см,		Влагоемкость в % от веса		Горизонт и глубина, см, и % от объема		Влагоемкость в % от веса		Чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, песчано-пылеватый; вторая терраса, разр. 97	
		Горизонт и глубина, см, и % от объема		Горизонт и глубина, см, и % от веса		Горизонт и глубина, см, и % от объема		Горизонт и глубина, см, и % от веса		Чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, песчано-пылеватый; вторая терраса, разр. 420	
		Горизонт и глубина, см	Влагоемкость в % от веса	Горизонт и глубина, см, и % от объема	Влагоемкость в % от веса	Горизонт и глубина, см, и % от объема	Влагоемкость в % от веса	Горизонт и глубина, см, и % от веса	Влагоемкость в % от объема	Горизонт и глубина, см, и % от веса	Влагоемкость в % от объема
A II 0—4	30,76	40,30	A II 0—4	25,98	29,45	A II 0—4	37,59	42,85	A II 0—4	32,25	37,09
A I 15—19	25,52	33,43	10—14	23,81	30,42	15—19	32,08	36,25	12—16	31,47	38,39
B I 26—30	22,64	30,34	A I 20—24	25,63	32,24	A I 30—34	27,58	31,17	A I 22—26	32,43	38,23
B I 40—44	21,59	29,45	B I 35—39	20,02	26,05	B I 40—44	24,00	32,40	B I 40—44	24,54	32,45
B II 60—64	22,51	29,71	52—56	20,00	26,02	B II 65—69	25,34	32,94	B II 60—64	21,57	30,41
B <sub>3</sub> C 75—79	20,92	28,87	B <sub>2</sub> 72—76	20,23	26,40	B <sub>3</sub> C 96—100	20,44	28,96	B <sub>3</sub> 90—94	18,63	29,81
D 100—104	16,49	27,37	C 106—110	20,21	28,33	D 120—124	12,15	19,44	C 120—124	19,53	30,66
150—154	13,71	22,90	D 144—148	11,44	18,29	170—174	22,23	33,35	D 160—164	19,59	31,93
205—209	16,51	26,75	202—206	17,56	28,08	220—224	19,40	31,04	200—204	22,62	34,83
250—254	25,26	36,37	250—254	21,49	33,87	265—269	9,34	16,49	250—254	9,75	16,48
300—304	25,66	36,69	302—306	16,57	25,58	325—329	25,44	40,20	300—304	10,85	18,45
350—354	25,61	36,62				391—395	23,76	40,39	350—354	10,62	17,84
366—370	23,73	33,93				440—444	27,26	46,61	400—404	23,48	37,33
396—400	22,17	31,70							435—439	27,86	42,90

Таблица 16 (продолжение)

Чернозем осолонцеванный тиколесоглинистый; щловато-пылеватый; первая терраса, разр. 422				Черноземовидная луговая почва тиколесоглинистая, щловато-пылеватая; депрессии, разр. 1007				Солонец корнико-столб- чатый тиколесоглинистый, щловато-пылеватый; депрессии, разр. 1013				Солонец-солончак (тани- вид.) суглинистый, щловато-пылеватый; первая терраса, разр. 418			
Горизонт и глубина, см		Влагоемкость, в % от веса		Горизонт и глубина, см		Влагоемкость, в % от веса		Горизонт и глубина, см		Влагоемкость, в % от веса		Горизонт и глубина, см		Влагоемкость, в % от веса	
Aп 0—4	44,39	40,56	A <sub>0</sub> 0—4	57,96	58,54	A <sub>0</sub> 0—4	36,75	42,26	B <sub>1</sub> 0—4	34,48	51,04	Aп 0—4	33,34	38,30	
16—20	36,87	38,34	A <sub>1</sub> 5—9	43,06	46,95	B <sub>1</sub> 3—7	37,28	54,06	B <sub>2</sub> 13—17	32,54	48,87	19—23	30,54	36,30	
A <sub>1</sub> 25—29	32,73	36,33	B <sub>1</sub> 14—18	31,47	41,86	B <sub>2</sub> 42—46	32,70	39,08	B <sub>3</sub> 36—40	—	—	B <sub>1</sub> 28—32	29,79	41,71	
B <sub>1</sub> 34—38	25,40	32,54	B <sub>2</sub> 26—30	26,48	38,93	B <sub>3</sub> 36—40	33,06	52,48	C 50—54	—	—	B <sub>2</sub> 38—42	24,59	33,20	
B <sub>2</sub> 50—54	21,70	30,38	B <sub>3</sub> C 54—58	24,25	39,29							50—54	29,66	34,54	
B <sub>3</sub> 75—79	22,50	32,85	D 91—95	10,20	18,87							B <sub>3</sub> C 80—84	19,93	30,29	
C 96—100	21,44	34,52	136—140	22,99	37,24							96—100	18,48	28,59	
D 150—154	16,72	26,58	160—164	20,90	35,89										
200—204	11,09	18,30	210—214	14,71	25,74										
			284—289	16,92	32,73										

свойствами, которые были подвергнуты изучению. Та же общая влагоемкость, выраженная в процентах от объема почвы, уже в большей мере отражает специфичность отдельных горизонтов солонца, хотя и не столь ярко, как это отражают другие изучаемые свойства почвы (механический состав, максимальная гигроскопичность, влажность завядания, водопроницаемость и др.).

Как показывает полученный материал, величина общей влагоемкости, выраженная в весовых процентах, не вскрывает генетических особенностей отдельных почвенных разновидностей. То же можно сказать и о величине общей влагоемкости, выраженной в процентах от объема почвы. Такая нечеткая картина этой величины по отдельным горизонтам солонца, повидимому, вызвана тем обстоятельством, что эти горизонты, воспринимающие влагу по-разному, оказывают влияние друг на друга, искашая истинную водоудерживающую способность отдельных горизонтов, на что имеются указания в литературе (Лебедев, Качинский, Францессон, Долгов и другие). Так, например, горизонт A солонца, по своей природе обедненный коллоидами, по данным механического анализа имеет ила на 10% меньше, чем нижележащий горизонт B<sub>1</sub>, между тем как величины общей влагоемкости в весовых процентах в обоих горизонтах почти равны: в горизонте A — 36,8%, в горизонте B<sub>1</sub> — 37,3%;

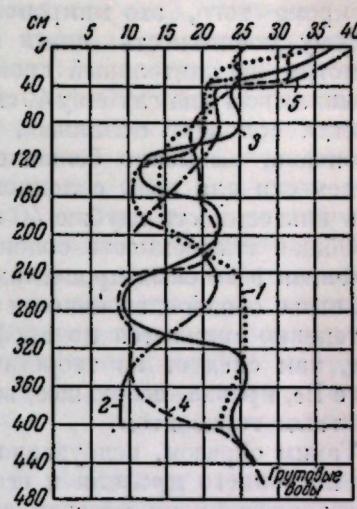


Рис. 15. Влагоемкость общая (в процентах от веса сухой почвы):

1 — чернозем обыкновенный, третья терраса, разрез 5K; 2 — чернозем обыкновенный, вторая терраса, разрез 13K; 3 — чернозем обыкновенный, первая терраса, разрез 97; 4 — чернозем обыкновенный, первая терраса, разрез 420; 5 — чернозем обсолювирующий, первая терраса, разрез 422.

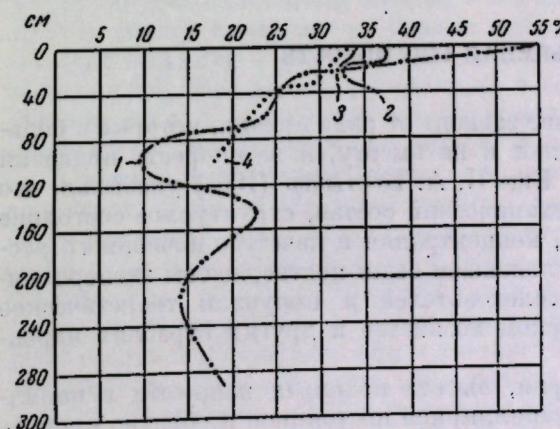


Рис. 16. Влагоемкость общая (в процентах от веса сухой почвы):

1 — черноземовидная луговая почва; 2 — солонец корнико-столбчатый; 3 — солонец-солончак (танировидный); 4 — солонец оккультуренный.

действительности: она занижена. Сильно разбухший горизонт B<sub>1</sub> не имеет тех капиллярных ходов, по которым могла бы свободно опускаться

гравитационная вода. Данные порозности показывают, что все поры горизонта  $B_1$  капиллярные, вода в них удерживается менисковыми силами; кроме того, это микропоры и микрокапилляры — неактивные поры; поэтому мобильность влаги в горизонте  $B_1$  ничтожна, в связи с чем, несмотря на длительный срок насыщения почвы водой (21 день), влага проникла всего на глубину 40 см. Следует заметить, что определение влагоемкости солонцов целинных, как корково-столбчатого, так и солонца-солончака, вызывало большие затруднения из-за почти полной непроницаемости для воды солонцового горизонта. Невозможно было определить влагоемкость глубже 40 см по профилю почвы.

Общая влагоемкость солонца окультуренного в профиле почвы, выраженная в весовых процентах, по своему характеру аналогична описанной выше общей влагоемкости солонцов целинных. Величина ее с глубиной постепенно снижается по профилю, а выраженная в процентах от объема дает, как следует из теоретических предпосылок, увеличение в горизонте  $B_2$ , правда, небольшое, всего на 5,4% по сравнению с вышележащим пахотным горизонтом.

Таким образом, водоудерживающая способность почвы, определенная для почвенного профиля и его отдельных горизонтов распространенным в настоящее время методом залива площадок в естественных условиях поля, для таких почв, как солонцы, с резкой дифференциацией на горизонты, отличные один от другого по своим водным свойствам, и для грунтов слоистых часто не соответствует действительности, и требуется длительный срок, чтобы установилось равновесие почвенной влаги в профиле почвы. Для почв с однородным по механическому составу профилем, каковыми являются среди исследованных почв черноземы обыкновенные террасовые в верхней полугоризонтовой толще, полученные величины общей влагоемкости по классификационной оценке Н. А. Качинского следует отнести к «хорошим». Здесь движение воды сверху вниз идет равномерно, не встречая препятствий в виде слоев и горизонтов, неоднородных по механическому составу и другим свойствам.

### ВОДОПОДЪЕМНАЯ СПОСОБНОСТЬ

Высота поднятия воды в почве зависит от ряда причин, которые в большей или меньшей степени влияют и на высоту, и на скорость поднятия воды в почве от зеркала воды. Еще П. А. Костычев (1908) указывал, что этими причинами являются: механический состав, структурное состояние почвы, ее строение, влажность, концентрация и качество почвенного раствора. Все эти положения в дальнейшем были подтверждены экспериментальными данными других исследователей и получили теоретическое развитие и применение в сельском хозяйстве и других отраслях народного хозяйства.

Согласно капиллярной теории, высота поднятия жидкости в капилляре прямо пропорциональна капиллярной постоянной и обратно пропорциональна плотности жидкости и радиусу капилляра по формуле

$$Z = \frac{2A}{rgd},$$

где  $Z$  — высота поднятия жидкости в капилляре;  
 $A$  — капиллярная постоянная жидкости;  
 $r$  — радиус капилляра;

$d$  — плотность воды при данной температуре;  
 $g$  — ускорение силы тяжести.

В почве, как среде неоднородной, полидисперсной, движение воды осложняется многими явлениями, о чем частично упоминалось выше. Н. А. Качинский (1947) основными из них считает наличие защемленного воздуха и наличие адсорбированной воды на поверхности почвенных частиц. Защемленный воздух создает пробки в капиллярах, препятствующие продвижению воды, а адсорбированная почвенными частицами вода сужает капиллярный просвет, увеличивая трение при движении воды, а иногда, в тонких капиллярах, и совершенно заполняя их. Таким образом, в некоторых почвенных разновидностях и их отдельных горизонтах, обладающих тяжелым механическим составом, резко выраженной гидрофильностью, высокой концентрацией солей, активная порозность настолько низка, что подъем воды от зеркала воды практически совершенно прекращается. Это особенно резко выражается при неоднородности грунта, при чередовании слоев плотных, тяжелых по механическому составу или обладающих высокой гидрофильностью (торф), с более легкими слоями.

На основе вышеописанного явления А. Ф. Лебедевым разработана теория о водонепроницаемых экранах. Позднее этот вопрос изучался и разрабатывался многими исследователями — Н. А. Качинским (1945), С. Н. Рыжовым (1940), Л. Маманиной (1944) и др.

Водоподъемная способность определялась нами в монолитах ( $15 \times 15 \times 100$  см), которые ставились на насыщение в воздушно-сухом состоянии. Высота поднятия воды фиксировалась на глаз по изменению окраски смоченной почвы и контролировалась электрометрически. Максимальные расхождения между определением на глаз и электрометрическим методом составляли 2–3 см в сторону увеличения при электрометрическом определении.

Как видно из табл. 17 и рис. 17, в исследованных почвах наблюдается два типа кривых: первый — это водоподъемная способность чернозема и черноземовидной почвы, второй — солонцов. Оба эти типа имеют одну общую черту, а именно: в начале опыта наблюдается кругой подъем, который выражен с разной интенсивностью у отдельных почвенных разновидностей. Этот подъем у солонцов, и особенно у корково-столбчатого, незначителен, у черноземов же он максимальный. Как вытекает из изложенного выше положения о высоте и скорости поднятия воды, высоту ее поднятия в основном определяет механический состав. В солонце-солончаке (разр. 1013) более легкого механического состава в нижней части монолита, чем солонец корково-столбчатый (разр. 1008), в первые сутки вода поднялась на высоту 27 см, тогда как в корково-столбчатом солонце всего на 8,5 см. Через 12 суток подъем воды в солонце-солончаке практически прекратился, тогда как в солонце корково-столбчатом вода продолжала подниматься еще в течение 48 суток и за это время поднялась на 7 см. Через 60 суток после начала опыта подъем воды прекратился и здесь. В разрезе 1013 солонца-солончака вода по крупным капиллярам быстро поднялась на высоту 27 см. В дальнейшем выступил на первый план уже химизм солонца, с которым связаны явления набухания, вследствие чего активная порозность сократилась до минимума. Через 12 суток процессы набухания и диспергации почвы проявились настолько резко, что подъем воды совершенно прекратился. В корково-столбчатом солонце, тяжелосуглинистом по механическому составу (иловатой фракции 31%), преобладают тонкие капилляры, создающие сильное трение при подъеме воды. Кроме того, со временем увеличивается плотность воды от

Таблица 17

Высота поднятия воды  
(в см)

Почва	Время в сутках											
	1	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	
Чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, пылевато-песчаный; третья терраса р. Кутулука, разр. 5К	46,5	85,0	92,5	96,0	100	—	—	—	—	—	—	
Чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, песчано-пылеватый; первая терраса р. Кутулука, разр. 97	39,5	52,5	60,0	65,0	70,0	76,0	82,0	84,0	88,0	92,0	94,0	
Черноземовидная луговая почва тяжелосуглинистая, иловато-пылеватая; депрессия, первая терраса р. Кутулука, разр. 1007	27,5	45,0	52,5	55,0	61,0	65,0	67,5	70,0	73,5	78,0	80,0	
Солонец корково-столбчатый тяжело-суглинистый, иловато-пылеватый; депрессия, первая терраса р. Кутулука, разр. 1008	8,5	14,0	17,5	19,0	20,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	
Солонец-солончак (такыровидный) суглинистый, иловато-пылеватый; депрессия, первая терраса р. Кутулука, разр. 1013	27,0	33,5	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	

присутствия здесь растворимых солей. Все это создает условия, препятствующие и замедляющие капиллярный подъем воды. На высоте 21 см от зеркала поднимающаяся вода встречает те же условия, тормозящие ее дальнейший подъем, что и в солонце-солончаке, т. е. полное отсутствие активных пор, и подъем воды дальше прекращается. Кривые того и другого солонца идут параллельно оси абсцисс до конца опыта, продолжавшегося 120 суток.

Характер кривых подъема воды у чернозема обыкновенного террасового и черноземовидной луговой почвы отличается от описанного. После кругого подъема в течение первых суток, который в разрезе 5К чернозема обыкновенного достигает 46,5 см высоты, идет постепенное поднятие воды. Этот подъем на высоту 100 см заканчивается в 42 суток. В черноземе обыкновенном (разр. 97) за 120 суток вода поднялась на 94 см, а у черноземовидной луговой почвы за это же время (120 суток) — на 80 см. Причиной замедленного подъема воды в разрезах 97 и 1007 по сравнению с разрезом 5К является, повидимому, более тяжелый механический состав их, а у черноземовидной луговой почвы, кроме того, и солонцеватость.

Изложенное выше о водоподъемной способности исследованных почвенных разновидностей относится к верхнему метру профиля почвы. В условиях орошения весьма важной является высота подъема воды от зеркала

## ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ТЕРРАС РЕКИ КУТУЛУКА

грунтовых вод в естественных условиях. При изложении морфологии почвенных разновидностей опытного участка отмечалась степень увлажнения по горизонтам в профиле почвы. Из описания следует, что высота поднятия грунтовых вод (разрезы 97, 420) на первой террасе Кутулука равна 200—250 см при уровне грунтовых вод на глубине 446—438 см. При промачивании почвы во время поливов на глубину 80 см и даже 100 см смыкание поливных вод с грунтовыми не должно иметь места,

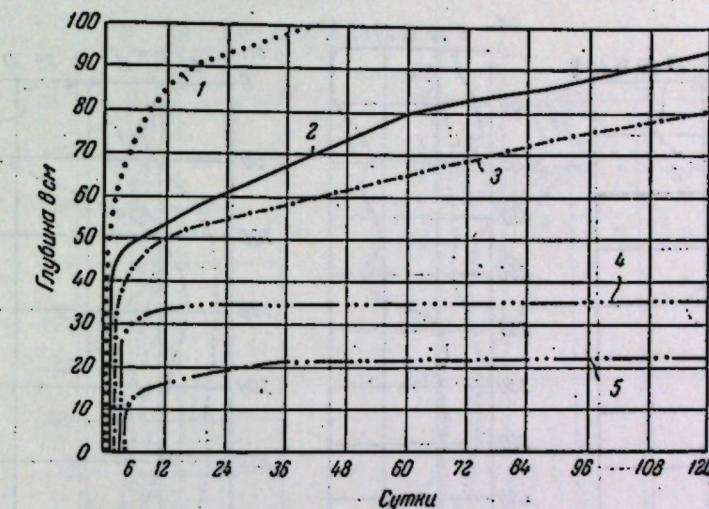


Рис. 17. Водоподъемная способность почвы:

1 — чернозем обыкновенный, третья терраса, разрез 5К; 2 — то же, первая терраса, разрез 97; 3 — черноземовидная луговая почва, депрессия; 4 — солонец корково-столбчатый, депрессия; 5 — солонец-солончак (такыровидный).

если орошающее хозяйство ведется правильно, со строгим соблюдением поливных норм и глубины промачивания. Питание грунтовых вод может происходить только за счет фильтрации воды из каналов оросительной системы, что и наблюдается за последние годы при непрерывном действии магистрального канала в течение всего вегетационного периода. За время действия оросительной системы, с 1940 по 1949 г., в разрезе 420 грунтовые воды поднялись на 116 см; в 1941 г., в июле уровень грунтовых вод был на глубине 446 см, в июле 1946 г. — на глубине 373 см, а в январе 1949 г. — на глубине 330 см; вблизи магистрального канала уровень грунтовых вод поднялся на большую высоту.

## МАКСИМАЛЬНАЯ ГИГРОСКОПИЧНОСТЬ И ГИГРОСКОПИЧНОСТЬ ПОЧВЫ

При изучении водного режима почв исследователями вполне заслуженно уделяется значительное внимание максимальной гигроскопичности. С ее величиной тесно связан нижний предел влажности, необходимый для развития растений. В условиях орошения сроки и время полива определяются по величине максимальной гигроскопичности, при этом двойную или полуторную ее величину принимают равной влажности завядания растений.

Величина максимальной гигроскопичности почвы находится в тесной корреляционной зависимости от наличия в почве коллоидов, как

органических, так и минеральных, их минералогического и химического состава. Присутствие в почве органических коллоидов, обладающих высокой гидрофильтрностью, повышает величину максимальной гигроскопичности; точно так же и наличие в поглощающем комплексе иона натрия в значительных количествах, действующего как стабилизатор, увеличивает суммарную поверхность почвенных частиц, а вместе с ней и величину максимальной гигроскопичности.

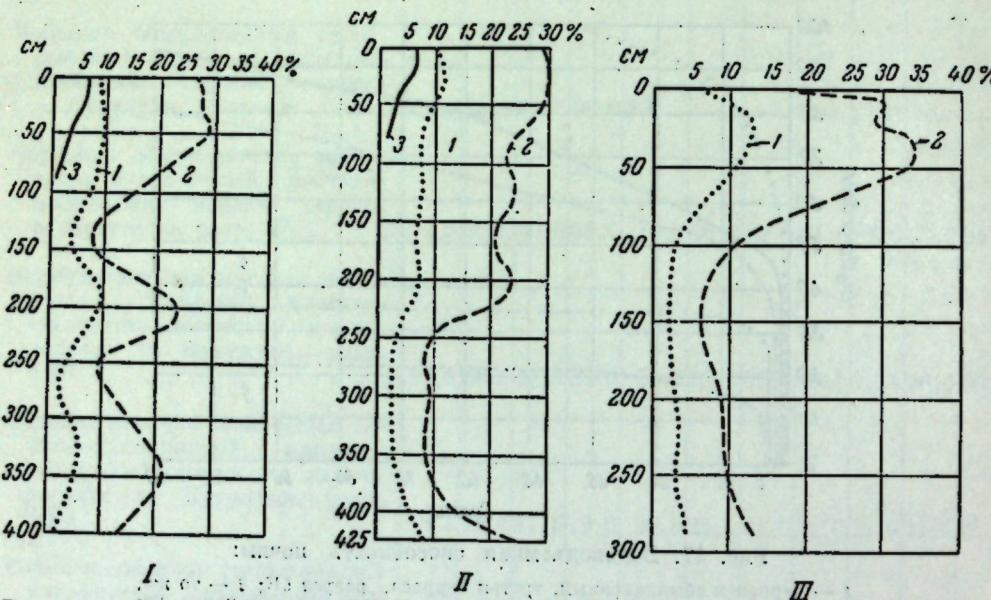


Рис. 18. Зависимость максимальной гигроскопичности от содержания гумуса и механического состава:

I — чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, песчано-пылеватый, разрез 97; II — чернозем обыкновенный террасовый тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый, разрез 420; III — солонец корково-столбчатый тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый, разрез 1008; 1 — максимальная гигроскопичность; 2 — ил (<0,001 мм); 3 — гумус.

Рис. 18, I, II, III иллюстрирует зависимость максимальной гигроскопичности от величины коллоидной части почвы (частиц диаметром меньше 0,001 мм) и органического вещества по профилю трех почвенных разновидностей: чернозема обыкновенного террасового суглинистого и тяжелосуглинистого и солонца корково-столбчатого тяжелосуглинистого. Как видно из рисунков, для всех означенных почв кривая максимальной гигроскопичности аналогична содержанию ила в соответствующих почвенных разновидностях по всему профилю почвы. Содержание гумуса хорошо коррелирует с максимальной гигроскопичностью в разрезе 420. В разрезе 97 эта зависимость выражена слабее.

Максимальная гигроскопичность определялась насыщением почвы над 10%-ной серной кислотой в вакууме (вариант Качинского, 1931); гигроскопическая вода определялась высушиванием почвы в сушильном шкафу при температуре 100—105°.

Как видно из табл. 18 и рис. 19 и 20, характер распределения максимальной гигроскопичности по профилю почвы и величина ее находятся в тесной зависимости от указанных выше факторов. Высокие величины максимальной гигроскопичности в верхних гумифицированных горизонтах с глубиной падают. В подстилающем древнем аллювием, вследствие его неоднородности, чередования слоев песчаных и суглинистых, величина макси-

мальной гигроскопичности имеет широкий диапазон — от 2,2% в песчаных слоях до 10% в суглинистых.

При сравнении величин максимальной гигроскопичности отдельных разрезов чернозема обыкновенного в верхней метровой толще с особенной яркостью подчеркивается зависимость ее от механического состава и главным образом коллоидной части. Наиболее высокая максимальная гигроскопичность, составляющая 10%, отмечается в разрезе 420 тяжело-суглинистом; полная корреляция несколько нарушается в разрезах 5К

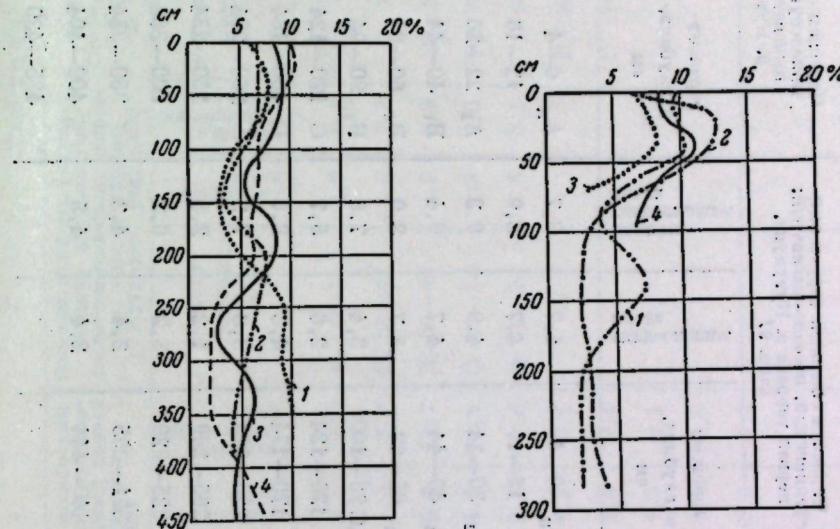


Рис. 19. Максимальная гигроскопичность (в процентах от веса сухой почвы):

1 — чернозем обыкновенный террасовый, разрез 1007; 2 — солонец корково-столбчатый, разрез 1008; 3 — то же, разрез 13К; 4 — то же, разрез 97.

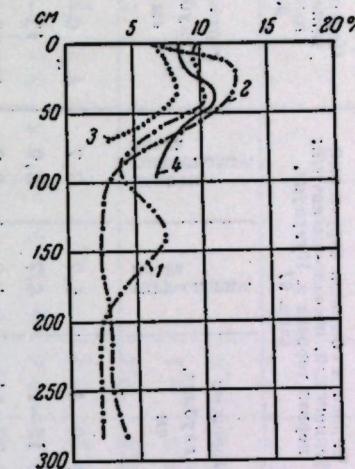


Рис. 20. Максимальная гигроскопичность (в процентах от веса сухой почвы):

1 — чернозем обыкновенный луговой почва, разрез 1007; 2 — солонец корково-столбчатый, разрез 1008; 3 — солонец-солончак (такыровидный), разрез 1013; 4 — солонец оккультуренный, разрез 418.

и 13К, в которых величины максимальной гигроскопичности весьма близки и имеют отклонения лишь на 0,5%, тогда как по механическому составу разрез 13К более тяжелый. Подобное нарушение может быть вызвано различием в количестве органического вещества; к сожалению, данных по содержанию гумуса нет.

Из ряда исследованных почв по величине максимальной гигроскопичности и характеру ее распределения в профиле выделяются солонцы. Они имеют небольшую величину максимальной гигроскопичности в горизонте A<sub>1</sub>, равную 6,0% (у корково-столбчатого солонца). В столбчатом горизонте B<sub>1</sub> величина максимальной гигроскопичности возрастает до 12,7%, что является следствием гидрофильтрности солонцового горизонта, обусловленной присутствием иона натрия в почвенном поглощающем комплексе и высоким содержанием коллоидов, обладающих большой адсорбционной способностью.

Величина гигроскопической влаги в исследованных почвенных разновидностях приблизительно в 2 раза ниже максимальной гигроскопичности и обусловлена теми же причинами, что и максимальная гигроскопичность. В профиле почвы она повторяет изложенное выше о максимальной гигроскопичности.

Таблица 18

Гигроскопическая и максимальная гигроскопическая влага

(в % от веса сухой почвы)

Чернозем обыкновенный, террасовый суглинистый, пылевато-песчаный; третий терраса р. Кутулука, разр. 13К		Чернозем обыкновенный, террасовый суглинистый, песчано-пылеватый; вторая терраса р. Кутулука, разр. 97		Чернозем обыкновенный, террасовый типелосуглинистый, пылеватый; первая терраса р. Кутулука, разр. 420	
горизонт и глубина, см	минералогический состав	горизонт и глубина, см	минералогический состав	горизонт и глубина, см	минералогический состав
A <sub>II</sub> 0—4	3,3	A <sub>II</sub> 0—4	3,4	A <sub>II</sub> 0—4	4,7
15—19	3,9	7,2	6,7	15—19	4,7
A <sub>I</sub> 26—30	4,1	7,6	A <sub>I</sub> 20—24	A <sub>I</sub> 30—34	4,9
B <sub>I</sub> 40—44	4,0	7,6	B <sub>I</sub> 35—39	B <sub>I</sub> 40—44	4,7
B <sub>II</sub> 60—64	3,9	7,4	B <sub>II</sub> 52—56	B <sub>II</sub> 65—69	3,7
C 75—79	3,3	6,7	B <sub>II</sub> 72—76	B <sub>III</sub> 96—100	3,4
D 100—104	2,4	4,2	C 106—110	D 120—124	2,6
150—154	1,4	2,9	D 144—148	170—174	4,3
205—209	2,5	5,4	202—206	220—224	3,6
250—254	4,6	9,3	250—254	265—269	1,2
300—304	4,4	9,4	302—306	325—329	3,2
330—334	5,0	10,4	352—356	391—395	2,4
			400—404	440—444	4,5
					4,5
					435—439
					4,9
					6,9

Таблица 18 (продолжение)

Чернозем видный луговой плоскогородковый, пылевато-песчаный; первая терраса р. Кутулука, разр. 1007		Солонец коричнево-столбчатый (стакированный) суглинистый, пылевато-песчаный; депрессии, первая терраса р. Кутулука, разр. 1013		Солонец-солончак (стакированный) суглинистый, пылевато-песчаный; первая терраса р. Кутулука, разр. 418	
горизонт и глубина, см	минералогический состав	горизонт и глубина, см	минералогический состав	горизонт и глубина, см	минералогический состав
A <sub>II</sub> 0—4	6,4	A <sub>II</sub> 0—4	4,9	A <sub>II</sub> 0—4	2,8
16—20	6,8	A <sub>I</sub> 5—7	5,1	B <sub>II</sub> 3—7	4,0
A <sub>I</sub> 25—29	6,3	9,6	B <sub>I</sub> 14—18	B <sub>II</sub> 12—16	4,4
B <sub>I</sub> 34—38	6,9	9,4	B <sub>II</sub> 26—30	B <sub>III</sub> 36—40	4,6
B <sub>II</sub> 50—54	6,5	9,4	40—44	4,9	-10,5
B <sub>III</sub> 75—79	6,5	9,2	B <sub>III</sub> 54—58	3,4	60—64
C 96—100	4,0	9,5	D 91—95	1,9	60—64
D 150—154	2,9	4,2	136—140	4,0	7,4
200—204	2,0	2,9	160—164	2,7	254—258
			210—214	1,3	2,3
			280—284	4,3	4,4

## ВЛАЖНОСТЬ ЗАВЯДАНИЯ РАСТЕНИЙ

В предыдущей главе отмечалось, что минимальные количества влаги в почве, необходимые для жизни сельскохозяйственных растений, в орошаемом хозяйстве имеют большое значение; непосредственным мерилом этого количества влаги является величина влажности завядания растений. По вопросу о влажности завядания имеется обширная литература, критический обзор ее дан нами ранее (Кочерина, 1948).

В производственных условиях влажность завядания большей частью определяют по максимальной гигроскопичности почвы, принимая двойную или полуторную ее величину. К настоящему времени накоплен уже большой материал прямого определения величины влажности завядания растений методом проростков, который дает вполне надежные величины ее. Нами получен показатель точности  $P \pm 2,69$  (при колебании от  $\pm 0,60$  до  $\pm 6,76$ ) при тройном контроле. Определение влажности завядания методом проростков в период май — август занимает около 20 дней, тогда как определение максимальной гигроскопичности требует около месяца. Кроме того, принятый коэффициент 2—1,5 следует считать только приблизительным, так как для разных почв он различен, о чем будет сказано ниже и на что имеются указания в литературе (Конаков, Карапетянская, Лобанов, Оганесян, Процеров, Карасев, Федоровский).

Влажность завядания мы определяли методом проростков, для чего пользовались алюминиевыми стаканчиками высотой 5,5 см, диаметром 3,8 см. На дно стаканчика помещали битое стекло, которое служило дренажем; затем насыпали воздушно-сухую почву. В каждый стаканчик сажали по три пророщенных зерна пшеницы «Маркиз», затем почву увлажняли до общей влагоемкости через стеклянную трубку (полив снизу). Одновременно вносили минеральное удобрение в растворе, начиная с горизонта В и глубже. Для предохранения от испарения и нагрева стаканчики, поставленные в деревянный лоток, прикрывали ватой до появления всходов. После того, как всходы пшеницы достигали 1 см высоты, для предотвращения потери влаги с поверхности почвы через испарение поверхность почвы в стаканчике покрывали кружком пергамента с прорезью для ростков пшеницы и сверху слоем ваты. Полив прекращали, когда растения достигали стадии 2-го листа. Завядание наступало в стадии 3-го листа.

Опыт прекращали, когда все листья опускались и не восстанавливали тургора после ночи, в утренние часы. После этого почву из стаканчиков вынимали на лист пергамента, что делается очень легко вследствие уменьшения объема высохшей почвы, верхние 2—2,5 см срезали ножом, оставшийся столбик почвы рассыпался от надавливания; корни растений быстро выбирали пинцетом; почву помещали в стеклянные боксы и высушивали при 100—105° до постоянного веса.

Полученные результаты определения влажности завядания приводятся в табл. 19 и 20.

Величины влажности завядания находятся в тесной зависимости от механического, химического и минералогического состава почвы и количества органического вещества. В соответствии со сказанным, величина влажности завядания по профилю почвы наибольшая в верхних гумифицированных горизонтах, с глубиной она падает. В подстилающей породе древнего аллювия в песчаных прослойках величина влажности завядания падает до 2,8%; в суглинистых слоях, в зависимости от содержания ила, эта величина колеблется от 6,0—7,0% до 11,5%; в солонцах, особенно в горизонте В<sub>2</sub>, она достигает 16%.

Сравнивая разрезы чернозема обыкновенного (табл. 19, рис. 21), следует заметить, что различие между ними в величине влажности завядания обусловливается почти исключительно механическим составом, так же как и в подстилающей породе. Наибольшие величины влажности завядания отмечаются в тяжелосуглинистом черноземе разреза 420.

Влажность завядания чернозема осолодевающего представлена довольно высокими величинами во всей поверхностью метровой толще. Описанное явление хорошо коррелирует с механическим составом.

Черноземовидная луговая почва по многим физическим свойствам, как отмечалось выше, весьма близка к чернозему обыкновенному. То же можно сказать и о величине влажности завядания, которая по характеру распределения в профиле почвы и абсолютным величинам аналогична таковой чернозема обыкновенного.

Выделяются по величине влажности завядания солонцы (табл. 20, рис. 22). В горизонте А величина влажности завядания равна 7,9%, в горизонте В она резко увеличивается до 12,5%, а в горизонте В<sub>2</sub> достигает 16%. В солонце-солончаке, более легком по механическому составу, в горизонте В<sub>1</sub> она равна 9,2%. Высокая влажность завядания в горизонтах В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> солонцов обусловливается отчасти теми специфическими особенностями солонцового горизонта, о которых говорилось выше, — незначительной мобильностью влаги (Думанский и Думанская, 1934; Думанский и Чапек, 1934) и химизмом.

В солонцах, в горизонтах наибольшего скопления солей, растения или совершенно не развивались или погибали в стадии 1-го листа вследствие высокой концентрации почвенного раствора, которая, помимо повышения осмотического давления, являлась ядовитой, вызывая нарушение физиологических процессов в растении. Всходы растений, если они появлялись, имели явно угнетенный вид: листочек не развертывался и имел красноватую окраску.

В солонце окультуренном (разр. 418) распределение влажности завядания по профилю почвы уже иное по сравнению с солонцами целинными, о которых говорилось выше. Растения развивались нормально по всему профилю (исследования велись до глубины 1 м). Повышенные величины влажности завядания в горизонте В<sub>2</sub> солонца окультуренного обусловлены отчасти теми же причинами, что и у целинных солонцов.

Как указывалось выше, довольно широко применяется выражение влажности завядания отношением ее к максимальной гигроскопичности. Из приведенных здесь таблиц и рисунков видно, что величина влажности завядания растений всегда выше максимальной гигроскопичности, что вполне согласуется с теоретическими положениями о величине влажности завядания (Долгов, 1948; Думанский, 1934, 1936). В характере распределения ее по профилю исследованных нами почв бросается в глаза полная аналогия с максимальной гигроскопичностью; различия отмечаются лишь в абсолютных величинах. Из приведенных таблиц видно также, что отношение влажности завядания к максимальной гигроскопичности для всех исследованных почв колеблется в пределах от 1,1 до 1,6. Это отношение

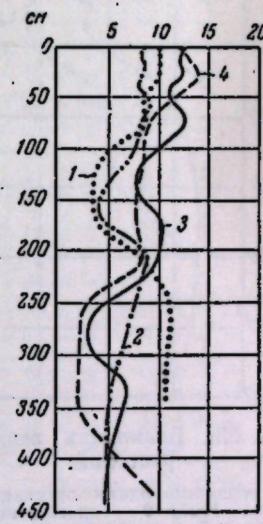


Рис. 21. Влажность завядания растений (в процентах от веса сухой почвы):

1 — чернозем обыкновенный, разрез 54; 2 — тот же, разрез 134; 3 — тот же, разрез 37; 4 — тот же, разрез 420.

сохраняется и в почвах с ярко выраженными гидрофильными свойствами, каковыми являются солонцы. В черноземах обыкновенных в большинстве случаев в верхних гумифицированных горизонтах это отношение равно 1,2—1,3. Величины 1,5—1,6 встречаются единично в поверхностных горизонтах, в глубоких же горизонтах величины такого порядка совершенно не встречаются. Вторая крайняя величина — 1,1 — наблюдается также единично и только в глубоких слоях. В наибольшем числе случаев для легких суглиников и супесей негумифицированных это отношение выражается величинами 1,2—1,3, которые встречаются почти в равных количествах, а для песков оно равно 1,1—1,2. Солонец окультуренный имеет высокие величины этого отношения во всей метровой толще, в пахотном горизонте и в горизонте  $B_2$  оно равно 1,6.

Принятое в практике сельского хозяйства отношение влажности завядания к максимальной гигроскопичности, равное 2,0, является завышенным: ни для одной почвенной разновидности, исследованной нами, этот коэффициент не был получен. Отношение 1,34, которое применяется агрометслужбой, наиболее близко к полученному для черноземов террасовых на слоистом древнем аллювии и, повидимому, в большей степени отвечает минимальному содержанию почвенной влаги, необходимому для поддержания жизни растений. Для солонцов это отношение должно быть поскольку выше — 1,5—1,4.

Рис. 22. Влажность завядания растений:

1 — черноземовидная луговая почва, разрез 1007; 2 — солонец корневостеблеватый, разрез 1008; 3 — солонец солончак (такированный), разрез 1013; 4 — солонец окультуренный, разрез 418.

Влажности завядания к максимальной гигроскопичности в верхних горизонтах почвы, богатых органическими коллоидами, и в солонцах, по сравнению с песчаными и супесчаными слоями аллювия. Это обстоятельство объясняется, повидимому, более плотной упаковкой тонких почвенных частиц, создающих микропоры и микрокапилляры, в которых свободная капиллярная вода недоступна для растений вследствие ее слабой подвижности, а также и гидрофильностью органических коллоидов.

Таким образом, максимальные величины влажности завядания растений получены в верхнем метровом слое почвы, в зоне наибольшего развития корневой системы возделываемых сельскохозяйственных растений. Для чернозема обыкновенного террасового тяжелосуглинистого эта максимальная величина равна 13,7% (разр. 420), для чернозема суглинистого — 12,7% (разр. 97), для солонца в горизонте  $B_2$  — 16,1—16,2. Возникает вопрос: какой же процент от общей (полевой) влагоемкости составляет влажность завядания растений?

В практике сельского хозяйства, особенно в орошаемом хозяйстве, процентное отношение влажности почвы к ее влагоемкости применяется широко: по нему определяют оптимальную величину влажности почвы для развития сельскохозяйственных растений или максимальную — при определении норм полива. В. Р. Вильямс (1940) выделяет группы растений по их требованию к величине запаса воды в процентах от полной влаго-

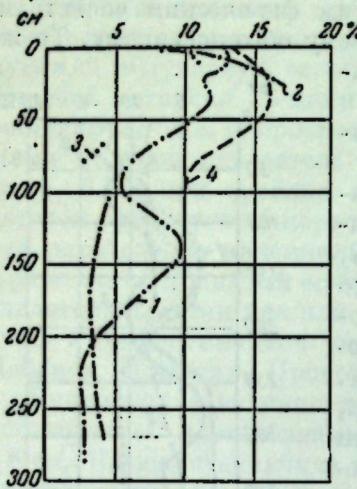


Таблица 19

Влажность завядания в % исса сухой почвы

(метод проростков)

горизонт и глубина, см	Чернозем обыкновен. террасовый суглинистый, щелочно-песчаный; первая терраса р. Кутулук, разр. 13К				Чернозем обыкновен. террасовый суглинистый, щелочно-песчаный; вторая терраса р. Кутулук, разр. 422				горизонт и глубина, см	Чернозем обыкновен. террасовый суглинистый, щелочно-песчаный; первая терраса р. Кутулук, разр. 422									
	горизонт и глубина, см	горизонт и глубина, см	горизонт и глубина, см	горизонт и глубина, см	горизонт и глубина, см	горизонт и глубина, см	горизонт и глубина, см	горизонт и глубина, см		горизонт и глубина, см	горизонт и глубина, см	горизонт и глубина, см	горизонт и глубина, см						
A <sub>п</sub> 0—4	12,5	10,1	1,2	12,7	8,7	1,5	A <sub>п</sub> 0—4	8,8	6,5	1,4	A <sub>п</sub> 0—4	9,9	6,2	1,6	A <sub>п</sub> 0—4	12,9	8,9	1,4	
12—16	13,6	10,6	4,3	12,3	8,9	1,4	15—49	8,5	6,7	1,3	A <sub>1</sub> 45—49	10,2	7,2	1,4	16—20	14,0	9,2	1,5	
22—26	13,7	10,7	4,3	12,7	9,2	1,4	30—34	8,9	7,0	1,3	B <sub>1</sub> 26—30	10,2	7,6	1,3	34—38	11,6	9,4	1,2	
A <sub>1</sub> 40—44	11,8	9,9	1,2	A <sub>1</sub> 40—44	11,4	9,4	1,2	B <sub>1</sub> 35—39	8,0	6,9	1,2	40—44	9,1	7,6	1,2	B <sub>3</sub> 50—54	11,5	9,1	1,3
B <sub>2</sub> 60—64	10,2	8,4	1,2	B <sub>2</sub> 65—69	13,0	8,9	1,5	52—56	9,3	6,9	1,3	B <sub>2</sub> 60—64	8,6	7,4	1,2	B <sub>3</sub> 75—79	11,1	9,2	1,2
B <sub>3</sub> 90—94	8,5	6,8	1,3	B <sub>3</sub> 96—100	10,2	7,6	1,3	B <sub>2</sub> 72—76	8,6	6,6	1,3	B <sub>3</sub> 75—79	8,7	6,7	1,3	C 96—100	10,5	9,5	1,1
C 120—124	8,5	7,0	1,2	D 120—124	7,6	5,7	1,3	C 106—110	7,5	5,7	1,3	C 100—104	5,9	4,2	1,4	D 150—154	6,3	4,2	1,5
D 160—164	7,8	6,3	1,2	170—174	10,7	8,6	1,2	D 144—148	4,2	3,4	1,2	D 150—154	3,7	2,9	1,3	200—204	3,7	2,9	1,3
200—204	8,5	6,8	1,3	220—224	9,0	7,2	1,3	202—206	8,9	7,7	1,2	205—209	7,5	5,1	1,5				
250—254	3,0	2,5	1,2	265—269	2,9	2,5	1,2	250—254	7,9	6,6	1,2	250—254	14,5	9,3	1,2				
300—304	2,9	2,2	1,3	325—329	7,3	6,2	1,2	302—306	6,9	5,6	1,2	300—304	10,9	9,1	1,2				
350—354	2,9	2,4	1,2	391—395	5,5	4,3	1,3	352—356	5,2	4,2	1,2	330—334	11,3	10,1	1,2				
400—404	6,8	5,4	1,3	440—444	5,2	4,5	1,2	400—404	5,2	4,5	1,2								
435—439	9,9	6,9	1,4																

Таблица 20

Влажность завидания в % от веса сухой почвы  
(метод проростков)

Черноземная луговая почва тиксосуглинистая, плеватано- пильчатая, первая терраса р. Кутулука, разр. 1007		Солонец коричнево-столбчатый тяжело- суглинистый, иловато-пильватый; первая терраса р. Кутулука, разр. 1008		Солонец окультуренный тяжело- суглинистый, иловато-пильватый; первая терраса р. Кутулука, разр. 418												
горизонт и глубина, см	горизонт и глубина, см	горизонт и глубина, см	горизонт и глубина, см	горизонт и глубина, см	горизонт и глубина, см											
A <sub>0</sub> 0—4	12,4	9,4	1,3	A <sub>0</sub> 0—4	7,9	6,0	1,3	B <sub>1</sub> 0—4	9,2	6,5	1,4	Ap 0—4	13,4	8,5	1,6	
A <sub>1</sub> 5—9	12,7	9,2	1,4	B <sub>1</sub> 3—7	12,5	8,6	1,5	B <sub>2</sub> 43—47	7,5	—	19—23	—	8,2	—	—	
B <sub>1</sub> 14—18	11,3	9,3	1,2	B <sub>2</sub> 12—16	16,2	12,7	1,3	B <sub>3</sub> 36—40	—	8,3	—	B <sub>2</sub> 28—32	16,1	10,2	1,6	
B <sub>2</sub> 26—30	11,8	10,0	1,2	B <sub>3</sub> 36—40	—	12,1	—	C 50—54	7,0	—	38—42	15,9	11,3	1,4	—	
B <sub>3</sub> C 54—58	9,4	7,6	1,2	C 60—64	—	9,4	—	D 70—74	3,4	3,4	1,1	B <sub>3</sub> 80—84	10,7	7,0	1,5	—
D 91—95	5,4	4,0	1,4	D 100—104	4,5	3,1	1,5	—	—	—	—	C 96—100	10,1	6,8	1,5	—
136—140	9,7	7,4	1,3	150—154	3,5	2,4	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	
160—164	6,8	4,8	1,4	205—209	3,7	3,1	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	
210—214	2,8	2,3	1,2	254—258	3,7	3,0	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	
284—288	2,8	2,4	1,2	280—284	4,7	4,4	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	

емкости почвы. Эти величины для разного вида полевых сельскохозяйственных растений составляют от 20 до 80% от полной влагоемкости. Однако следует заметить, что при сопоставлении данных относительной влажности далеко не всегда учитывается, от какого вида влагоемкости дается относительная влажность — от полной, капиллярной или полевой (общей — по терминологии Качинского) влагоемкости.

В табл. 21 приводятся данные о влажности завидания и влажности почвы в момент изучения физических свойств и эти же величины в процентах от общей (полевой) влагоемкости. Как видно из таблицы, для чернозема обыкновенного террасового влажность завидания растений, выраженная в процентах от общей (полевой) влагоемкости, наиболее низкая в поверхностном слое (0—4 см), где величина ее равна 32—38%; глубже, во всей поверхностной метровой толще почвы она колеблется по разным горизонтам в основном от 40 до 50%. Исключение составляет: разрез 13К — в пахотном слое и в горизонте А, где величина влажности завидания составляет 35—36% от общей влагоемкости, и в горизонте С разрезов 5К и 13К, где на глубине 100 см она также снижается до 36—37%.

Влажность завидания, выраженная в процентах от общей (полевой) влагоемкости, для чернозема осолоняющего в профиле почвы имеет те же величины, что и в черноземе обыкновенном, выделяется лишь горизонт B<sub>2</sub>, где она достигает 53%. Солонец окультуренный во всем профиле имеет более высокие величины относительной влажности завидания; в горизонте B<sub>2</sub> она здесь достигает 65%, что, очевидно, вызвано повышенной концентрацией растворимых солей. При определении сроков и норм полива необходимо учитывать величину влажности завидания растений в процентах от общей (полевой) влагоемкости.

Таким образом, нижний предел влажности перед поливом в 50—55% от общей влагоемкости близок к влажности завидания, чего ни в коем случае нельзя допускать. Поэтому на почвах, не имеющих солонцеватости, влажность почвы перед поливом не должна опускаться ниже 65—70% от общей (полевой) влагоемкости, а на солонцеватых почвах и солонцах этот предел необходимо поднять до 70—75%. Оптимум влажности почвы для растений на основании наших данных определяется в 70—80% от общей (полевой) влагоемкости.

Сравнивая влажность почвы в момент изучения физических свойств с влажностью завидания растений, следует отметить, что в разрезе 5К обыкновенного чернозема под рожью в конце вегетационного периода (5 августа 1940 г.) влажность почвы в верхнем метровом слое почти равна влажности завидания растений. Однако в самом поверхностном слое (0—4 см) она ниже ее в 2 раза, а глубже по профилю выше всего лишь на 0,7—1,0%. На паровом участке (разр. 97) в тот же 1940 г., т. е. при тех же метеорологических условиях, влажность почвы уже на 5—6% превышала влажность завидания растений и только во втором полуметре почвенной толщи это превышение снизилось до 2,0—2,5%. Следует отметить, что в год наших наблюдений пар только по названию был черным, в действительности он зарос сорняками, что и явилось причиной снижения на нем влажности почвы. На чистом пару запас воды был бы несравненно больше.

В 1944 г., 18 июля, влажность почвы на поле, занятом озимой рожью в пахотном слое, была выше влажности завидания в 2 раза (незадолго перед определением влажности прошел дождь), глубже по профилю влажность почвы была больше влажности завидания на 2—3,6%; то же наблюдалось и в разрезе 420 чернозема обыкновенного по стерне подсолнечника. Влажность почвы чернозема осолоняющего (разр. 422, залегающего

Таблица 21

Влажность завядания растений и влажность почвы в % от общей (полевой) влагосемности

Почва	Горизонт и глубина, см	Общая (полевая) влагосемноть	Полевая влажность, %	Влажность завядан- ия растений, %	Относ. влажн. завядания к общей влагосемноти, %		Относ. влажн. и общей влаго- семноти, %
					Опытн.	Почв.	
Чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, пылевато-песчаний; разр. 5К. Рожь	A <sub>0</sub> 0—4	30,8	5. VIII 1940 г.	5,11	9,9	32,2	16,6
	A <sub>1</sub> 15—19	25,5		10,9	10,2	40,0	42,7
	B <sub>1</sub> 26—30	22,6		10,3	10,2	45,1	45,5
	40—44	21,6		9,8	9,1	42,1	45,4
	B <sub>2</sub> 60—64	22,5		9,7	8,6	38,3	43,1
	B <sub>3</sub> 75—79	20,9		10,9	8,7	41,6	52,1
	C 100—104	16,5		6,1	5,9	35,8	37,0
Чернозем обыкновенный суглинистый песчано-пылеватый; разр. 13К. Рожь	A <sub>0</sub> 0—4	25,9	18. VII 1944 г.	18,3	8,6	33,9	70,4
	10—14	23,8		17,6	8,5	35,7	73,9
	A <sub>1</sub> 20—24	25,6		11,0	8,9	34,7	42,9
	B <sub>1</sub> 35—39	20,0		11,6	8,0	40,0	57,4
	52—56	20,0		11,5	9,3	46,5	57,5
	B <sub>2</sub> 72—76	20,2		11,7	8,6	42,5	57,8
	C 106—110	20,2		10,5	7,5	37,1	52,0
Чернозем обыкновенный террасовый суглинистый, песчано-пылеватый; разр. 97. Пар	A <sub>0</sub> 0—4	37,6	24. VII 1940 г.	9,5	12,7	33,8	25,3
	15—19	32,1		17,6	12,3	38,3	54,9
	A <sub>1</sub> 30—34	27,6		18,9	12,7	46,0	68,5
	B <sub>1</sub> 40—44	24,0		16,3	11,4	47,5	67,9
	B <sub>2</sub> 65—69	25,3		15,1	13,0	51,3	59,6
	B <sub>3</sub> C 96—100	20,1		12,9	10,2	50,5	64,1
Чернозем обыкновенный террасовый тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый; разр. 420. Стерня подсолнечника	A <sub>0</sub> 0—4	32,3	9. VII 1941 г.	6,3	12,5	38,8	16,2
	12—14	31,5		14,6	13,6	43,2	46,4
	A <sub>1</sub> 22—26	32,1		15,8	13,7	42,6	49,2
	B <sub>1</sub> 40—44	24,5		14,7	11,8	48,1	59,9
	B <sub>2</sub> 60—64	21,6		15,4	10,2	47,3	71,4
	B <sub>3</sub> 90—94	18,6		9,5	8,5	45,6	51,0
Чернозем осолодевающий тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый; разр. 422. Пар	A <sub>0</sub> 0—4	41,4	14. VII 1941 г.	5,9	12,9	31,2	14,3
	16—20	36,9		23,4	14,0	38,0	63,5
	B <sub>1</sub> 34—38	25,4		20,4	11,6	45,7	80,0
	B <sub>2</sub> 50—54	21,7		19,2	11,5	53,0	88,5
	B <sub>3</sub> 75—79	22,5		19,9	11,1	49,3	88,4
	C 96—100	21,4		13,8	10,5	49,0	64,4
Солонец окультуренный тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый; разр. 418. Пар	A <sub>0</sub> 0—4	33,3	26. VII 1941 г.	9,1	13,4	40,2	27,3
	B <sub>2</sub> 28—32	29,8		20,9	16,1	54,0	70,1
	38—42	24,6		21,6	15,9	64,7	87,8
	B <sub>3</sub> 80—84	19,9		11,5	10,7	53,7	57,7
	C 96—100	18,5		10,5	10,1	54,7	56,8

Таблица 21 (продолжение)

Почва	Горизонт и глубина, см	Полевая влажность, %	Общая (полевая) влагосемноть	Влажность завядан- ия растений, %	Относ. влажн. и общей влаго- семноти, %	
					1940 г.	1940 г.
Солонец корково-столбчатый тяжелосуглинистый, иловато-пылеватый; разр. 1008. Целина	A <sub>0</sub> 0—4	36,8	28. VIII 1940 г.	2,3	7,9	21,5
	B <sub>1</sub> 3—7	37,4		6,0	12,5	33,5
	B <sub>2</sub> 12—16	32,7		11,8	16,2	49,5
Черноземовидная луговая почва тяжелосуглинистая, иловато-пылеватая; разр. 1007. Целина	A <sub>0</sub> 0—4	58,0	28. VIII 1940 г.	6,0	12,4	21,3
	A <sub>1</sub> 5—9	43,1		7,6	12,7	29,5
	B <sub>1</sub> 14—18	31,5		9,5	11,3	35,9
	B <sub>2</sub> 26—30	26,5		10,7	11,8	44,6
	B <sub>3</sub> 54—58	24,3		10,1	9,4	38,8
	C 91—95	10,2		7,0	5,4	52,9
						68,6

в западинке, на паровом участке была значительно выше влажности завядания; это превышение достигало 9,4%. В солонце окультуренном (пар) максимальное превышение влажности почвы над влажностью завядания в горизонте B<sub>2</sub> составляло около 5%, глубже, вследствие низкой водопроницаемости горизонта B<sub>2</sub>, который препятствует передвижению влаги в глубину, влажность почвы почти равнялась влажности завядания.

Приведенные данные показывают, что влажность почвы под озимой культурой к концу вегетационного периода на цело используется растением. На паровых участках в течение лета содержится больше влаги, полезной для растений, чем на полях, занятых культурными растениями.

На целине в черноземовидной луговой почве и солонце корково-столбчатом влажность почвы к концу вегетационного периода (28 августа 1940 г.) почти во всем поверхностном метровом слое была ниже влажности завядания. Вегетировавшие в это время растения имели глубоко заходящую корневую систему, благодаря которой они использовали влагу грунтовых вод, залегавшую во время исследования в 1940 г. на глубине 3 м.

#### ВЫВОДЫ

1. Почвенный покров Кутулукского массива орошения представлен комплексом почв, преобладающим компонентом которого является чернозем обыкновенный террасовый суглинистый и тяжелосуглинистый, подстилаемый древним слоистым аллювием.

2. На опытной территории массива механический состав чернозема обыкновенного террасового при переходе от сырцов в направлении к р. Кутулуку утяжеляется от среднего суглинка до тяжелого. В подстилающем древнем аллювии, наоборот, более тяжелый механический состав наблюдается на третьей террасе и облегчается в направлении к р. Кутулуку в профиле почв до глубины 4—5 м. Механический состав на третьей террасе более однороден по сравнению с первой террасой, где слоистость выражена особенно резко.

3. Чернозем обыкновенный террасовый, а также и чернозем осолодающий обладают хорошей устойчивой микроструктурой (по данным микроагрегатного анализа). Фактор дисперсности их всего лишь 3,9—10,5%. Вследствие устойчивости микроагрегатов при длительном увлажнении означенные почвы по воздушному режиму аналогичны супесям и связным пескам (по классификации Качинского), а по водному режиму имеют большее преимущества перед ними, обладая высокой водоудерживающей способностью, водопроницаемостью и мобильностью почвенной влаги. Величина фактора дисперсности горизонта A<sub>1</sub> не затронутого обработкой ниже, чем в пахотном слое, колеблется от 1,1 до 8,2%. Отсутствие правильного травопольного севооборота и ежегодные обработки почвы снижают устойчивость микроагрегатов против разрушающего действия воды. Исключительная роль органического вещества в образовании водостойких агрегатов, отмеченная еще в прошлом столетии А. П. Костычевым и теоретически развитая В. Р. Вильямсом, находит подтверждение в различии между величинами фактора дисперсности горизонтов A<sub>1</sub> и B<sub>1</sub>: в горизонте A<sub>1</sub> фактор дисперсности равен 5,4%, а в горизонте B<sub>1</sub>, содержащем меньше гумуса, — 11,7%.

4. В солонце окультуренном, находящемся в комплексе с черноземом обыкновенным, подвергнутом химической и биологической мелиорации несколько десятков лет назад, отмечаются значительные улучшения в оструктуривании пахотного слоя, увеличение водостойких микроагрегатов по сравнению с солонцом целины. Так, фактор дисперсности солонца окультуренного пахотного слоя на глубине 23 см равен 10,2%, а в горизонте B<sub>1</sub>, не затронутом обработкой, на глубине до 38 см — 16,4%, тогда как у целинного корково-столбчатого солонца в горизонтах B<sub>1</sub> и B<sub>2</sub> (на глубине до 16 см) он достигает 69,0%, а у солонца-солончака — 80,1% (на глубине до 17 см). При высокой дисперсности целинных солонцов, определяемой фактором дисперсности, равным 69—80%, эффективно использовать их в сельском хозяйстве без решительного воздействия посредством комплекса мероприятий химического и биологического порядка не представляется возможным. Хорошо выраженная столбчатая структура солонцов вследствие неустойчивости агрегатов и высокой дисперсности влечет за собой отрицательный водно-воздушный режим и является вредной для сельскохозяйственных растений.

5. Общая порозность для чернозема обыкновенного террасового в верхней метровой толще колеблется от 49 до 56%. На паровых участках в пахотном слое она выше, чем на участках, занятых озимыми культурами. Наименьшая общая порозность наблюдается в карбонатном горизонте. В глубоких слоях аллювия отмечается полная сопряженность общей порозности с механическим составом: в песчаных слоях она имеет минимальные величины — 34%, в тяжелосуглинистых — 47,6%. На бесструктурных почвах высокая величина общей порозности не может оказывать положительное действие на другие свойства почвы, например, водопроницаемость, которая для тяжелосуглинистого слоя аллювия (разр. 5К) выражается величиной 21 мм водяного столба в 10 мин. при общей порозности 47,6%, а в песчаном слое, при общей порозности в 34,3%, водопроницаемость равна 1082,7 мм водяного столба в 10 мин. Это явление обусловлено характером пор: в песчаном слое преобладают активные поры, поры аэрации составляют здесь 57% от общего объема пор, тогда как в тяжелосуглинистом слое преобладают неактивные поры, а поры активные — поры аэрации — составляют всего 36% от общего объема пор.

Максимальная величина объема пор, занятых связанный водой (прочно и рыхло), получена в тяжелосуглинистых слоях аллювия (разр. 5К);

она составляет 33% от общего объема пор. Такая высокая величина объема пор, занятых связью водой, в тяжелосуглинистых грунтах, где преобладают тонкие капилляры и поры (порозность аэрации составляет в них 34% от общего объема пор), показывает, что поры неактивные занимают здесь значительное место и это сказывается отрицательно на других физических свойствах почвы, особенно на ее водопроницаемости.

В черноземе обыкновенном во всем корнеобитаемом слое для сельскохозяйственных растений объем пор аэрации составляет около 50% от общего объема порозности. Такое сочетание объема пор, занятых воздухом и водой, вполне благоприятно для нормального развития растений макро- и микрофлоры в отношении обеспеченности их водой и воздухом. Черноземовидная луговая тяжелосуглинистая почва отличается от чернозема низкими величинами порозности аэрации, которые почти в 2 раза ниже, чем у чернозема во всем профиле почвы. Это же наблюдается в солонцах и в иллювиальном горизонте чернозема осолодающего.

6. Водоудерживающая способность почвы, или общая влагоемкость, в основном зависит от механического и структурного состава почвы, ее порозности и химизма. Резкая дифференциация на горизонты (солонцы), а также смена слоев разного механического состава нарушают эту зависимость в сторону преувеличения величины общей влагоемкости в почве над слоем с низкой водопроницаемостью и снижения ее величины под ним.

7. Водопроницаемость верхней метровой толщи, выраженная коэффициентом впитывания, для всех компонентов черноземного комплекса на орошаемой территории довольно высока и однообразна, что обеспечивает равномерное промачивание почвы, значительно облегчает установление нормы полива с промачиванием на необходимую глубину и позволяет избежать излишков воды, пытающих грунтовые воды, со всеми тяжелыми последствиями (поднятие грунтовых вод и засоление). Наименее проницаемым для воды в профиле почвы чернозема обыкновенного террасового является карбонатный горизонт, залегающий ниже зоны наибольшего распространения корневой системы сельскохозяйственных растений, на глубине 100—150 см, что для орошаемого хозяйства может иметь лишь положительное значение, так как этот карбонатный горизонт будет служить препятствием для поднятия грунтовых вод к поверхности. В черноземе осолодающем и солонцах меньшей проницаемостью для воды обладает иллювиальный горизонт. Комплекс почв депрессии отличается чрезвычайно разнообразными величинами водопроницаемости отдельных компонентов. Так, черноземовидная луговая почва имеет высокую водопроницаемость, а солонцы уже через 2 часа после начала полива практически становятся непроницаемыми для воды. При введении в эксплуатацию Кутулукской депрессии необходимо принять меры к быстрому окультуриванию солонцов путем мелиорации, чтобы уравнять водопроницаемость солонцов с водопроницаемостью черноземовидной луговой почвы и тем избежать поднятия грунтовых вод за счет избыточной фильтрации воды сквозь пятна черноземовидных почв.

8. В исследованных почвенных разновидностях Кутулукского опытного участка наблюдается два вида водоподъемной способности почвы: первый — это водоподъемная способность чернозема обыкновенного террасового и черноземовидной луговой почвы, второй — солонцов. Первый вид характеризуется быстрым подъемом воды в течение первых суток, достигающим 46,5 см (разр. 5К), затем поднятие воды идет постепенно, и через 120 суток достигает 80—100 см. В солонцах в первые сутки также наблюдался максимальный подъем воды, но в корково-столбчатом солонце вода поднялась только на 8,5 см, в солонце-солончаке — на 27 см.

Дальнейший подъем воды в солонце-солончаке прекратился через 12 суток, остановившись на высоте 34 см. В солонце корково-столбчатом, несмотря на то, что подъем воды продолжался 48 суток, вода достигла лишь 21 см высоты (опыт продолжался 120 суток). Основной причиной задержки подъема воды в солонцах является их химизм, главным образом присутствие в поглощающем комплексе иона натрия, действующего как стабилизатор. Явления диспергации и набухания выражены здесь настолько сильно, что активные поры совершенно исчезают и подъем воды прекращается. В естественных условиях подъем грунтовых вод наблюдается на высоте 2,0—2,5 м от уровня грунтовой воды (разрезы 97 и 420).

9. Максимальная гигроскопичность, так же как и общая влагоемкость почвы, обусловлена механическим составом, главным образом коллоидной частью, количеством органического вещества и химизмом почвы. Наибольшие величины максимальной гигроскопичности в черноземе обыкновенном террасовом отмечаются в верхних гумифицированных горизонтах, где они достигают 10,7% (разр. 420); в глубоких тяжелосуглинистых слоях максимальная гигроскопичность равна 9—10%, а в песчаных слоях — всего 2,2%. В солонцах в горизонте В получена максимальная ее величина, равная 12,7%, что обусловлено высокой дисперсностью и гидрофильтрностью указанного горизонта.

10. Величина влажности завядания находится в тесной корреляционной зависимости от механического состава почвы: чем почва тяжелее, богаче илом, тем выше влажность завядания. Так, для тяжелых суглинков древнего аллювия она равна 11,5%, а для песков того же аллювия — 2,8%. Влияние органического вещества на величину влажности завядания выражается в более высокой величине ее в верхних гумифицированных горизонтах по сравнению с глубокими горизонтами того же механического состава. Максимальная величина влажности завядания получена в солонцах в горизонте В, где она достигает 16%. В горизонтах В<sub>2</sub> и В<sub>3</sub> солонцов растения или совершенно не развиваются или останавливаются в росте в стадии 1-го листа и погибают от высокой концентрации почвенного раствора, повышающего осмотическое давление, и токсичности, независимо от содержания влаги в почве.

Отношение влаги устойчивого завядания к максимальной гигроскопичности колеблется в пределах от 1,1 до 1,6, причем для чернозема обыкновенного террасового суглинистого оно равно 1,2—1,5, для солонца окультуренного 1,5—1,6. Для практических целей сельского хозяйства влажность завядания можно определять как вегетационным методом (простоков), так и по максимальной гигроскопичности, пользуясь соответствующим коэффициентом для данной разновидности почвы.

Влажность завядания растений чернозема обыкновенного террасового в верхней метровой толще почвы составляет 40—50% от общей (половой) влагоемкости, а солонца окультуренного в горизонте В<sub>2</sub>—65%. Это необходимо учитывать при определении сроков и норм полива и не допускать снижения влажности почвы перед поливом до означенной величины. Оптимальная влажность лежит в пределах 70—80% от общей (половой) влагоемкости.

11. Под озимыми культурами в бородавочных условиях влажность почвы в конце вегетационного периода почти равна влажности завядания растений, на пару она несколько выше ее. На целине в черноземовидной луговой почве и корково-столбчатом солонце в августе влажность почвы значительно ниже влажности завядания. Растения, вегетирующие в это время, имеют глубокую корневую систему и используют влагу грунтовых вод.

## ЛИТЕРАТУРА

- Беличенко Д. М. Зависимость между капиллярным поднятием и удельной поверхностью грунта. «Почвоведение», 1940, № 5.
- Богданов С. Отношение прорастающих семян к почвенной воде. Киев, 1889.
- Бурмачевский И. Прибор для определения порозности и влагоемкости почв. «Материалы по изучению русских почв», вып. 4. СПб., 1889.
- Вадюнина А. Ф. Физический режим подзолистой почвы в зависимости от способов обработки ее. «Ученые зап. МГУ», вып. 105. «Почвоведение», кн. 2. 1946.
- Вильямс В. Р. Наука о почве и ее роль в сельскохозяйственном производстве. «Докл. ВАСХНИЛ», вып. 22, 1940.
- Вильямс В. Р. Основы земледелия. М., Сельхозгиз, 1943.
- Вознесенский А. С., Арцируи В. А. Влияние физико-химических свойств почвы на поверхностный смык. Сб. «Борьба с эрозией почв СССР», М., Изд. АН СССР, 1938.
- Волобуев В. Р. Коэффициент увидания и максимальная молекулярная влагоемкость. В кн. «Проблемы сов. почвоведения», сб. 5, М., изд. АН СССР, 1937.
- Гедройц К. К. Солонцы, их происхождение, свойства и мелиорация. 1928.
- Глиника К. Д. Почвоведение. М., Сельхозгиз, 1932.
- Горбулов Б. В. Главнейшие химические и физические свойства сероземов бордюрной зоны Узбекистана. Изд. УзФАН, Ташкент, 1942.
- Дараселя М. К. Водный режим красноземных почв в условиях чайных плантаций. Тбилиси, 1937.
- Долгов С. И. О формах воды в почве. «Тр. ВИУА», вып. 18, 1937.
- Долгов С. И. Исследования подвижности почвенной влаги и ее доступности для растений. М.—Л., Изд. АН СССР, 1948.
- Дояренко А. Г. Избранные статьи. Т. 1, М., 1926.
- Дояренко А. Г. РР почв юго-востока и сосущая сила саратовских пшениц. «Соц. зерн. хоз-во», 1940, № 5.
- Думанский А. В. Значение проблемы связанный воды в почвоведении и при решении некоторых вопросов агрохимии. «Почвоведение и агрохимия». М.—Л., Изд. АН СССР, 1936.
- Думанский А. В. и Думанская А. П. Связанная влага в почвах. «Изв. Гос. и-иссл. ин-та коллоидн. химии», вып. 2. Воронеж, 1934.
- Думанский А. В., Чапек М. В. Вода в почве и ее доступность растению. «Изв. гос. и-иссл. ин-та коллоидн. химии», вып. 2. Воронеж, 1934.
- Иванов А. И. Динамика почвенной влажности при различных нормах полива. «Материалы по опыту, мелиоративному делу», т. IV, 1930.
- Измайлский А. А. Влажность почвы и грунтовые воды. СПб., 1894.
- Карасев Н. К. Сравнение коэффициентов завядания, исчисляемых по максимальной гигроскопичности и максимальной молекулярной влагоемкости. «Метеорология и гидрология», 1940, № 1—2.
- Карасев Н. К. Коэффициенты завядания, полученные лабораторным путем, и истинная влажность завядания. «Метеорология и гидрология», 1940, № 11.
- Качинский И. А. Изучение физических свойств и корневых систем растений. М., 1931.
- Качинский И. А. Методы механического и микроагрегатного анализа почв. М., Изд. АН СССР, 1943.
- Качинский И. А. Новое о водонепроницаемых экранах. «Почвоведение», 1945, № 5—6.
- Качинский И. А. О структуре почвы, некоторых водных ее свойствах и дифференциальной порозности. «Почвоведение», 1947, № 6.
- Качинский И. А., Долгополова Н. И., Осиной Д. Д. Физические свойства почв равнины Богаз в Азербайджане. «Ученые зап. МГУ», вып. 17, 1937.
- Кин В. А. Физические свойства почвы. Пер. с англ. Л.—М., 1933.
- Конаков М. К. Определение доступной воды в почве. «Почвоведение», 1938, № 1.
- Коначевская М. Определение коэффициента увидания растений в целях расчета физиологически доступной воды в почве. «Метеорология и гидрология», 1939, № 12.
- Коссович П. С. Краткий курс общего почвоведения. 1916.
- Костычев П. А. Почва, ее обработка и удобрению. СПб., 1908.
- Костяков А. И. К динамике коэффициента просачивания воды в почво-грунты и необходимости динамического подхода к его изучению в мелиоративных целях. «Почвоведение», 1932, № 3.
- Кочерина Е. И. Изменение физических свойств почв солонцового комплекса в каштановой зоне под влиянием химических и биологических мелиораций в условиях орошения. «Тр. Почв. ин-та АН СССР им. В. В. Докучаева», т. XIV, 1940.

- Кочерина Е. И. К вопросу о влажности завидания растений. «Почвоведение», 1948, № 1.
- Лебедев А. Ф. Почвенные и грунтовые воды. М.—Л., Изд. АН СССР, 1936.
- Лебедев А. Ф., Баукова Е. Е. Физическая характеристика почвенного профиля. 1930.
- Летунов П. А., Долгов С. И., Галкин И. В. Водные свойства и агромелиоративная характеристика почв Заволжья. «Физика почв СССР», М., 1936.
- Летунов П. А., Музичук, Лапшина. Передвижение солей и капиллярно-подвешенной воды. Сборник памяти В. Р. Вильямса. М.—Л., 1942.
- Лобанов И. В. Критическая для высших растений влажность. «Научно-агрономический журнал», 1925, № 4, и 1926, № 10.
- Локоть Т. В. Влажность почвы в связи с культивацией и климатическими условиями. Киев, 1904.
- Максимов И. А. Краткий курс физиологии растений. 1941.
- Малинов А. П. Физические свойства почв и корневые системы растений Башкирии в пределах юго-западного Предуралья. «Ученые зап. МГУ», вып. 12, 1937.
- Малинов А. П. Физические свойства лесной подстилки. «Ученые зап. Саратовск. Гос. ун-та», т. I, вып. 2, Саратов, 1938.
- Малинов А. П. Передвижение капиллярно-подвешенной воды в почве. «Ученые зап. Саратовск. Гос. ун-та», т. ХУ, вып. 1, Саратов, 1940.
- Малинов А. П. К методике расчета промывных вод. «Ученые зап. Саратовск. Гос. ун-та», т. XV, вып. 2, Саратов, 1940.
- Малинов А. П. Физические свойства вторично-засоленных почв присыптовой части Каспийской равнины. «Ученые зап. Саратовск. Гос. ун-та», т. XVI, вып. 2, Саратов, 1945.
- Малинов А. П. Улучшение солонцов и солонцеватых почв путем изменения их физических свойств. «Ученые зап. Саратовск. Гос. ун-та», т. XVI, вып. 2, Саратов, 1945.
- Маманина Л. К вопросу о влиянии изолирующих прослоек на высоту капиллярного поднятия воды в тяжелых суглинках. «Почвоведение», 1944, № 2—3.
- Маслова А. А. Определение критической влажности в жизни растений на черноземе. «С.-х. опыты. дела», 1927, № 2 (10).
- Мирин С. А. Впитывание воды в почву. Ин-т с.-х. мелиораций. М., 1930.
- Некрасов П. А. К изучению изменений некоторых водных и воздушных свойств пахотного слоя под влиянием паровой обработки. «Научно-агроном. журн.», 1925, № 2.
- Попиков П. М. Террасовые почвы Среднего Заволжья, их генезис и эволюция (в настоящем томе).
- Оганесян. Нижний предел почвенной влажности, необходимый для получения всходов хлопчатника. «Сов. агрономия», 1940, № 2.
- Панков А. М. Дисперсность почв и грунтов в зависимости от различных условий. «Тр. Почв. ин-та АН СССР им. В. В. Докучаева», т. X, вып. 6, 1934.
- Пигулевский М. Х. Основы и методы изучения физико-механических свойств почвы. «Тр. Ленингр. отд. ВИУА», вып. 44, 1936.
- Пигулевский М. Х. и Забер Е. Ф. Порозность и удельный вес почвы. Отд. машиноведения, вып. 1, 1925.
- Попов В. П. Почвенная влага и методы ее изучения. «Тр. Млеевской садово-огородн. опытн. ст.», вып. 16, 1928.
- Процеров А. В., Карабеев И. К. Об исчислении коэффициентов завидания по почвенным константам. «Метеорология и гидрология», 1939, № 12.
- Розов Л. П. Изменение дисперсности почв под влиянием протекающих в них биологических процессов. М., Сельхозгиз, 1931.
- Розов Л. П. Общая схема почвенных исследований. М., Сельхозгиз, 1931.
- Розов Л. П. Мелиоративное почвоведение. М., Сельхозгиз, 1936.
- Рыжов С. Н. Влияние дренирующих прослоек на водопроницаемость и водоудерживающую способность почв. «Почвоведение», 1940, № 7.
- Савинов Н. И., Кочерина Е. И. Варьирование физических свойств компонентов солонцового комплекса. «Тр. Комиссии по ирригации», вып. 9. М.—Л., Изд. АН СССР, 1937.
- Севастянов Ф. Г. К методике изучения водопроницаемости почво-грунта. «Почвоведение», 1940, № 11.
- Соргеев С. Ф. Водно-физические свойства почв части южного массива Заволжья. «Почвоведение», 1940, № 3.
- Соколовский А. Н. К вопросу о качественной оценке структурности почвы. Сб. «Физика почв СССР». М., Сельхозгиз, 1936.
- Тарасюк Г. Г. К методике определения некоторых физических свойств почв. «Ученые зап. Саратовск. Гос. ун-та», т. II. Конференции по почвоведению. Саратов, 1938.

- Уласевич В. А. Предельная полевая влагоемкость почвы. «Метеорология и гидрология», 1938, № 5.
- Федоровский Д. В. Определение в почве воды, недоступной для корней растений. «Почвоведение», 1939, № 4.
- Федосеев А. П. К вопросу определения полевой влагоемкости почвы. «Метеорология и гидрология», 1940, № 11.
- Францесон В. А. О формах воды, слагающих полевую влагоемкость черноземных и подзолистых почв. «Сов. агрономия», 1939, № 5.
- Чаповский Е. Г. Практическое руководство к лабораторным работам по грунтоведению и механике грунтов. Госгеолиздат. М.—Л., 1945.

1952. ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА. Том XXXVII

В. Н. ДИМС

## ОСНОВНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ПОЧВ ТЕРРАС КУТУЛУКА

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных факторов повышения плодородия почвы является тепло. Несмотря на это, вопросы теплофизики почвы остаются наименее изученным разделом почвоведения. Изучить их и научиться управлять теплообменом в почве — задача большого народнохозяйственного значения.

Теплообмен в почве — один из элементов теплового баланса

По А. Ф. Чудновскому (1948), проблема теплового баланса распадается на четыре части: 1) определение радиационного баланса, 2) определение теплообмена почвенной поверхности с воздухом, 3) определение тепла испарения с почвенной поверхности, 4) определение теплообмена

Сложная актинометрическая сторона баланса, благодаря успехам советской актинометрии и технической ее оснащенности, не затрудняет решения задачи теплового баланса.

Недостаточно разработаны определение тепла испарения с почвенной поверхности, а также вопросы теплообмена в почве, что связано с почти полным отсутствием как в отечественной, так и в зарубежной литературе тепловых характеристик почвы.

Не следует забывать, что прямой интерес мелиораторов к изучению влагообмена в почве не может быть удовлетворен без изучения теплообмена, так как эти два процесса — тепло- и влагообмен — протекают в тесной взаимосвязи и в природе неразрывны.

Мы считаем также, что включением этой темы в настояще комплексное исследование почв Кутулукского массива орошения будет частично восполнены пробел в отсутствии данных по тепловым свойствам почв СССР. Данные эти необходимы для решения вопросов теплового баланса, изучение которых должно быть, поставлено конкретно в самом ближайшем будущем и на территории Кутулукского массива орошения.

## ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Температуропроводность, теплопроводность и теплоемкость являются основными тепловыми свойствами, знать которые необходимо при изучении теплообмена в почве с целью его регулирования.

Эти свойства изучались нами на следующих объектах:

1. Чernozem обыкновенный террасовый суглинистый. Разрез 2 (97), вторая терраса р. Кутулука. Паровое поле.
  2. Чernozemовидная луговая суглинистая почва. Разрез 7 (1007), первая терраса р. Кутулука. Целина.
  3. Солонец корково-столбчатый тяжелосуглинистый. Разрез 8 (1008), первая терраса р. Кутулука. Целина.

Исследование проводилось на метровых монолитах по генетическим горизонтам при абсолютном сухом состоянии и влажности в пределах от капиллярной до полной влагоемкости почвы. Физическая и химическая характеристики этих почв, а также морфологическое описание даны в работах Е. И. Кочериной и П. М. Новикова.

Температуропроводность определялась по методу регулярного режима М. Г. Кондратьева (1936). Отсылая интересующихся к монографии Кондратьева, отметим, что для определения температуропроводности служит латунный цилиндр ( $d = 40$  мм;  $H = 70$  мм), один из краев которого является режущим. Цилиндр снабжен крышками. В верхней крышке имеется отверстие с винтовой трубочкой ( $d = 3$  мм;  $H = 70$  мм), служащей вводом термопары. Этим цилиндром-буром из монолитов почвы брали пробы с не нарушенным сложением. Затем крышки закрывали и место стыка покрывали нитроэмалью для гидроизоляции. При непосредственном определении температуропроводности горячий спай термопары вводили до центра цилиндра, а холодный спай находился в тающем льду.

Отметив показания гальванометра, цилиндр с почвой погружали в тающий лед, одновременно включая секундомер. Ход процесса охлаждения почвы фиксировался одновременными показаниями секундомера и зайчика гальванометра.

Расчет производился по формуле

$$a = m \cdot k,$$

где  $a$  — коэффициент температуропроводности в  $\text{см}^2/\text{сек}$ ;

$$m = \frac{\ln(t_1 - t') - \ln(t_2 - t')}{\tau_2 - \tau_1};$$

$t'$  — температуры окружающей среды,  
 $t_1$  и  $t_2$  — температуры тела в моменты времени  $\tau_1$  и  $\tau_2$ .

$$k = \frac{1}{\left(\frac{2,4048}{R}\right) + \left(\frac{\pi}{H}\right)^2}.$$

Физический смысл коэффициента  $m$  состоит в том, что  $m$  есть скорость изменения логарифма разности температур тела и среды;  $k$  — коэффициент формы калориметра. В нашем случае приведен коэффициент формы для цилиндра ( $H$  — высота цилиндра,  $R$  — радиус,  $2,4048$  — наименьший корень Бесселевой функции). Определение температуропроводности проводилось с двойным и тройным контролем.

водилось с двойным и троиным контролем.

Метод регуляриного режима, с нашей точки зрения, наилучший из имеющихся методов экспериментального определения температуропроводности. Он прост, непродолжителен (5—15 минут) и при хорошей термоэлектроизмерительной аппаратуре дает вполне достоверные результаты. Расхождение в контрольных определениях не выше  $\pm 3\%$  от средней величины.

Первоначально мы опасались, что при определении температуропроводности почв в капиллярно-насыщенном состоянии возникает вследствие наличия градиента температуры миграция влаги навстречу потоку тепла, то А. В. Лыкову — «термовлагопроводность» (Лыков и Ауэрман, 1946). Однако продолжительность опыта настолько мала, что ожидаемых искажений результатов определения температуропроводности в связи с эффектом термовлагопроводности не оказалось.

Определение удельной теплоемкости производилось в калориметре по методу смешения (Лугинин и Щукарев, 1905; Попов, 1934). Этот метод также надо признать наиболее проверенным и надежным из всех существующих методов.

Калориметр<sup>1</sup> имеет следующее устройство. Внешний цилиндрический сосуд — полый, емкостью до 30 л, с двойными стенками; он заполняется водой для термоизоляции. Снаружи калориметр одет толстой войлочной оболочкой. Внутри сосуда, на некотором расстоянии от его стенок, ставится (на подставку из термоизоляционного материала) собственно калориметрический сосуд из латуни, стекки которого, так же как и внутренние стеки внешнего сосуда, должны быть никелированы. Оба сосуда снабжены мешалками, скорость вращения мешалок 600 оборотов в минуту. На внешнем сосуде имеется крышка из термоизоляционного материала, снабженная двумя отверстиями: одно для термометра Бекмана и другое для опускания нагретой почвы. Последнее отверстие у внешнего сосуда также снабжено крышкой. В него вставлена корзиночка из латуни или меди. Назначение ее — поддерживать образец почвы, заключенный в медный цилиндр (объемом 80 см<sup>3</sup>) с двумя притирающимися крышками. Края крышек промазываются шитроэмалью для гидроизоляции. Цилиндр с почвой помещают в специальный сосуд с двойными стенками (пространство между ними заполняется ватой) и двойной задвижкой. Весь сосуд выдерживался в термостате с постоянной температурой 50°. Нагретую в этом сосуде почву переносили в калориметрический сосуд, во избежание потери тепла, через картонную трубку.

Мы не будем здесь останавливаться на методике калориметрического опыта, описанной в специальных руководствах (Лугинин и Щукарев, 1905; Попов, 1934). Отметим лишь, что при калориметрировании учитывалось тепловое значение калориметра и вносилась поправка на радиацию.

Расчетная формула имеет вид:

$$C_{t_n}^{t_1} = \frac{(W C_W + M)(t_n - t_0) - m_2 C_2 (t_1 - t_n)}{m_1 (t_1 - t_n)},$$

где  $C_{t_n}^{t_1}$  — удельная теплоемкость почвы в  $\frac{\text{кал}}{\text{г}\cdot\text{м}\cdot\text{град}}$ ;

$M$  — тепловое значение калориметра;

$W$  — масса воды в калориметре;

$C_W$  — теплоемкость воды между  $t_n$  и  $t_1$ ;

$m_1$  — масса почвы;

$m_2$  — масса цилиндра с почвой;

$C_2$  — теплоемкость материала, из которого изготовлен цилиндр с почвой;

$t_n$  — конечная температура главного периода с поправкой на радиацию;

$t_0$  — температура воды;

$t_1$  — начальная температура нагретой почвы.

<sup>1</sup> Изготовлен механической мастерской Технибара Академии Наук СССР.

Экспериментально, как уже указывалось, теплоемкость почвы определялась в абсолютно сухом состоянии и при влажности, соответствующей полной влагоемкости почвы. Кроме того, в последнем случае теплоемкость почвы находилась путем простого расчета:

$$C_{\text{вл. почвы}} = C + W + 1,$$

где  $C_{\text{вл. почвы}}$  — удельная теплоемкость насыщенной до полной влагоемкости почвы в  $\frac{\text{кал}}{\text{г}\cdot\text{м}\cdot\text{град}}$ ;

$C$  — удельная теплоемкость абсолютно сухой почвы в  $\frac{\text{кал}}{\text{г}\cdot\text{м}\cdot\text{град}}$ ;

$W$  — количество воды (в г) в навеске влажной почвы.

Теплоемкость воды принята равной единице.

Теплопроводность определялась по формуле:

$$\lambda = a C \rho,$$

где  $\lambda$  — теплопроводность в  $\frac{\text{кал}}{\text{г}\cdot\text{м}\cdot\text{град}}$ ;

$a$  — температуропроводность в  $\text{см}^2/\text{сек}$ :

$C$  — теплоемкость в  $\frac{\text{кал}}{\text{г}\cdot\text{м}\cdot\text{град}}$ ;

$\rho$  — плотность в  $\text{г}/\text{см}^3$ .

Эта простая формула позволяет с достаточной точностью определить теплопроводность. Непосредственного определения теплопроводности не производилось, так как оно связано, при работе с влажными материалами, с миграцией влаги; вследствие длительности эксперимента (стационарный поток тепла) термовлагопроводность неизбежно внесла бы значительные искажения в результаты опыта.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В табл. 1—3 приведены как абсолютные значения тепловых свойств и некоторых физических и химических характеристик, так и относительное изменение их по профилю. Рис. 1 построен на основании данных, полученных для всех исследованных нами почв. Рис. 2—7 построены по относительным величинам, так как абсолютные величины мало сопоставимы вследствие различного масштаба. Обращает внимание, что изменение тепловых характеристик по генетическим горизонтам почв значительно меньше, чем изменение их в связи с увлажнением. Известно, что тепловые свойства являются функцией многих переменных (механический состав, температура, плотность, влажность, количество органического вещества, минералогический состав и др.), из которых наибольшее значение имеют плотность и особенно влажность. Известно также, что теплоемкость абсолютно сухой почвы в 5 раз меньше теплоемкости воды. Поэтому принято считать, что пропорционально увеличению количества воды возрастает теплоемкость почвы. Так, А. Ф. Чудновский (1948) показал, что функциональная зависимость между теплоемкостью и влажностью подчиняется уравнению прямой. В нашем случае (рис. 1) в интервале абсолютной влажности от 23 до 97% это положение подтверждилось.

По данным Андрианова (1936, 1946), теплоемкость связной воды в среднем равна 0,7. Если согласиться с Андриановым, то можно предположить, что зависимость теплоемкости почвы от ее влажности (при влаж-

**Таблица 1**  
Тепловые свойства и некоторые физические и химические характеристики чернозема обыкновенного террасового суглинистого.  
Разрез 2, первая терраса р. Кутулка. Паровое поле.

Горизонты и их мощность, см	Глубина взятия образцов, см	Абсолютно сухое состояние				Увлажненное состояние				Объемный вес, g/cm <sup>3</sup>	Влажность в % от веса сухой почвы при определении гидратации	V <sub>0,001 mm</sub> , mm Гидратационная активность	% Frye's no. Ichnony, %				
		Температурные коэффициенты теплопровод- ности, нал г.м.град		Температурные коэффициенты теплопровод- ности, нал г.м.град		Температурные коэффициенты теплопровод- ности, нал г.м.град		Температурные коэффициенты теплопровод- ности, нал г.м.град									
		Температурные коэффициенты теплопровод- ности, нал г.м.град															
A II	0—20	0—4	0,00168 100	0,186 100	0,00036 100	0,00245 100	0,437 100	0,00122 100	1,14 100	42,39 150	44,43 100	26,23 100	6,45 100				
A II	0—20	12—16	0,00171 102	0,188 101	0,00036 100	0,00249 102	0,438 100	0,00123 101	1,13 99	44,11 104	46,11 105	—	—				
A I	20—35	25—29	0,00178 106	0,201 108	0,00040 111	0,00275 112	0,425 97	0,00132 108	1,13 99	39,60 93	42,45 95	27,44 106	6,02 93				
B <sub>1</sub>	35—48	40—44	0,00182 108	0,212 114	0,00052 144	0,00281 115	0,431 99	0,00163 134	1,35 118	36,43 85	39,48 89	28,51 89	4,03 63				
B <sub>2</sub>	48—70	56—60	0,00174 104	0,197 106	0,00045 125	0,00289 118	0,421 96	0,00158 130	1,30 114	40,93 97	36,46 82	23,41 88	2,48 38				
B <sub>3</sub> , C 70—106	85—89	0,00195 116	0,191 103	0,00039 109	0,00267 109	0,442 101	0,00170 139	1,44 126	44,72 98	34,61 71	45,77 60	2,94 46					

**Причалы.** Нижние цифры в графах означают проценты к стюю Ап.

Таблица

химические и химические характеристики черноземовидной луговой суглинистой почвы.

A HISTORY OF THE AMERICAN PEOPLE

Тепловые свойства и некоторые физические и химические характеристики солонца корково-столбчатого тяжелосуглинистого.

Разрез 8, первая терраса р. Кутулка. Целина

Таблица 3

Горизонты и их мощность, см	Глубина взятия образцов, см	Абсолютно сухое состояние			Увлажненное состояние			Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	Влажность в % от веса сухой почвы при определении теплоемкости	$\lambda_{0,001 \text{ кал}} / \text{см} \cdot \text{сек} \cdot \text{град}$ , %			
		Temperaturo- pro- vod- nost', кал /г.м.град	Temperaturo- emkost', см/сек	Temperaturo- pro- vod- nost', кал /см.сек.град	Temperaturo- emkost', кал /см/сек/град	Temperaturo- pro- vod- nost', кал /см.сек.град	Temperaturo- emkost', кал /см/сек/град						
A <sub>0</sub>	0—3	0—4	0,00134 100	0,202 100	0,00031 100	0,00287 100	0,382 100	0,00126 100	1,45 100	28,60 100			
B <sub>1</sub>	3—10	4—8	0,00102 95	0,492 90	0,00028 90	0,00259 90	0,463 121	0,00174 138	1,45 126	47,49 168			
B <sub>2</sub>	10—20	13—17	0,00084 63	0,490 94	0,00020 65	0,00245 90	0,493 129	0,00135 107	1,27 110	58,89 206			
B <sub>3</sub>	20—45	28—32	0,00096 72	0,207 103	0,00028 90	0,00248 86	0,433 113	0,00149 118	1,39 121	40,54 142			
C	45—90	60—64	0,00082 61	0,497 88	0,00026 84	0,00342 119	0,354 93	0,00191 152	1,58 137	25,46 88			
D	90—150	92—96	0,00148 110	0,490 94	0,00053 171	0,00381 133	0,376 98	0,00268 243	1,87 163	28,00 98			

Примечание. Нижние цифры в графах означают проценты к слою A<sub>0</sub>.

ности до величины максимальной гигроскопичности) в верхнем пределе не подчинится уравнению прямой.

Мы не располагаем величинами теплоемкости почвы, определенной при гигроскопической и максимальной гигроскопической влажности, но приведенные ниже (табл. 4) экспериментальные величины теплоемкости

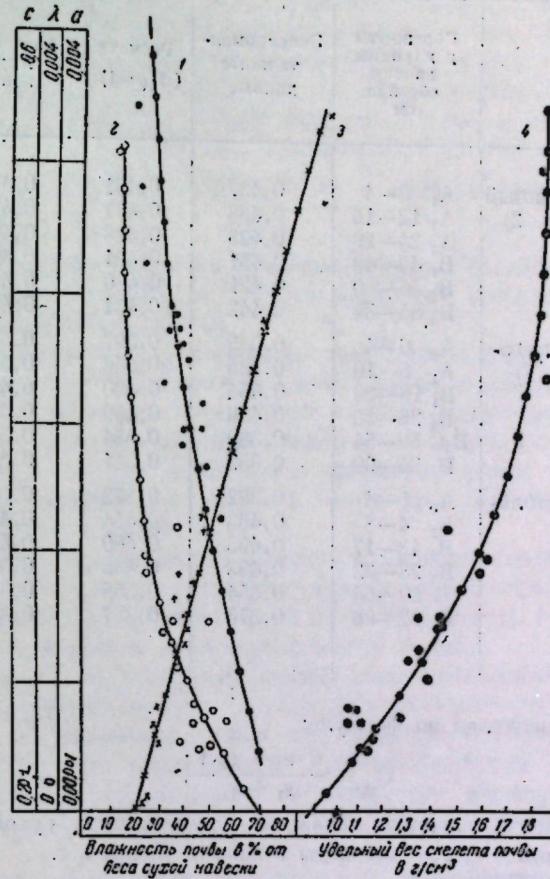


Рис. 1. Зависимость температуропроводности (a), теплопроводности ( $\lambda$ ), теплоемкости (C) почвы от ее влажности (W) и зависимость теплопроводности влажной почвы от плотности ( $\rho$ ):

1 — температуропроводность (a) в  $\text{см}^2/\text{сек}$ ; 2 — теплопроводность ( $\lambda$ ) в  $\frac{\text{кал}}{\text{см} \cdot \text{сек} \cdot \text{град}}$ ; 3 — теплоемкость (C) в  $\frac{\text{кал}}{\text{г} \cdot \text{м} \cdot \text{град}}$ ; 4 — плотность ( $\rho$ ) в  $\text{г}/\text{см}^3$ .

при полном насыщении и сравнение их с величинами, найденными из расчета по теплоемкости всех форм воды, равной единице, и расчета по Андрианову, заставляют нас усомниться в достоверности последнего расчета.

Теплоемкость влажной почвы, рассчитанная по Андрианову, ниже теплоемкости, полученной экспериментально, за исключением двух случаев, относящихся к верхним горизонтам черноземовидной почвы, когда эти величины близки между собой. Расчет по первой формуле дает цифры, вполне сопоставимые с экспериментальными.

Таблица 4

Сравнительная характеристика теплоемкости почвы, насыщенной до полной влагоемкости, по данным, полученным при экспериментальном определении и расчетным

Почва	Горизонты и глубины взятия образца, см	Экспериментальные данные	Расчет* ( $C_W=1$ )	Расчет** по Андрианову	Максим. гигроскопичность*** %
Чернозем обыкновенный террасовый (разр. 2)	A <sub>1</sub> 0—4	0,437	0,431	0,413	8,7
	A <sub>1</sub> 12—16	0,438	0,437	0,418	8,9
	A <sub>1</sub> 25—29	0,425	0,428	0,407	9,2
	B <sub>1</sub> 40—49	0,431	0,421	0,401	9,4
	B <sub>2</sub> 56—60	0,421	0,430	0,411	8,9
	B <sub>3</sub> 85—89	0,442	0,431	0,415	7,6
Черноземовидная луговая почва (разр. 7)	A <sub>0</sub> 0—4	0,585	0,597	0,582	9,4
	A <sub>1</sub> 5—10	0,535	0,546	0,530	9,2
	B <sub>1</sub> 16—20	0,454	0,460	0,441	9,3
	B <sub>2</sub> 26—30	0,459	0,459	0,438	10,0
	B <sub>3</sub> C 50—54	0,389	0,384	0,366	7,6
	D 95—99	0,352	0,341	0,332	4,0
Солонец корково-столбчатый (разр. 8)	A <sub>0</sub> 0—4	0,382	0,372	0,358	6,0
	B <sub>1</sub> 4—8	0,463	0,454	0,436	8,8
	B <sub>2</sub> 13—17	0,493	0,490	0,466	12,7
	B <sub>3</sub> 28—32	0,433	0,435	0,399	12,1
	C 60—64	0,354	0,359	0,336	9,4
	D 92—96	0,376	0,367	0,358	3,1

\* Расчет производился по формуле:

$$C_W = \frac{C \cdot g_1 + g_2 \cdot 1}{g_1 + g_2},$$

где  $C_W$  — теплоемкость влажной почвы,  $C$  — теплоемкость сухой почвы,  $g_1$  — вес сухой навески почвы в г,  $g_2$  — вес воды в навеске почвы в г.

\*\* Формула Андрианова

$$C_W = \frac{C \cdot g_1 + [(g_2 - g_3) \cdot 1 + g_3 \cdot 0,7]}{g_1 + g_2},$$

где  $g_3$  — вес максимальной гигроскопической воды в навеске почвы в г, остальные обозначения те же, что и в предыдущей формуле.

\*\*\* Заметившись из работы Е. И. Кочериной (см. ее статью в этом сборнике).

Таким образом, величину теплоемкости связанной воды, отвечающую величине максимальной гигроскопичности, нельзя принять равной 0,7. Повидимому, она весьма близка к единице. Интересуясь зависимостью между тепловыми характеристиками и влажностью почвы, мы построили кривые (рис. 1), объединив в них данные по профилю исследованных нами трех почв. Интервал влажности при определении температуропроводности — от 71 до 15% от веса сухой почвы, при определении теплоемкости почв — от 97 до 23%.

Как указывалось выше, теплоемкость возрастает прямо пропорционально влажности, следуя уравнению прямой. Температуропроводность в указанном интервале влажности находится в обратной зависимости от последней.

Теплопроводность также уменьшается с увеличением влажности, но зависимость в этом случае более сложная, параболического характера. Согласно исследованиям А. В. Лыкова (1935), О. Кришера (Krischer und Rohnhalter, 1940), А. У. Франчука (1941), А. Ф. Чудновского (1948), В. Н. Димо (1948), температуропроводность растет с ростом влажности до известного предела, после чего величина температуропроводности при дальнейшем увеличении влажности уменьшается. Это объясняется, как указывает А. Ф. Чудновский (1948), тем, что объемная теплоемкость не прерывно растет с увеличением влажности. Изменение температуропроводности сначала определяется ростом теплопроводности, а когда величина последней затухает, приближаясь к теплопроводности воды, отношение  $\frac{\lambda}{C_p}$  уменьшается, следовательно, падает и кривая температуропроводности.

Приведенные нами величины температуропроводности, определяемых в интервале влажности от 71 до 15%, не являются максимальными величинами при увлажнении почвы.

Максимум температуропроводности, как было нами показано (Димо, 1948), при увлажнении различных почв лежит в различных пределах и определяется характером связи почва — вода и влагопередачи в целом. Согласно нашим данным, кривая зависимости температуропроводности среднего суглинка от его влажности достигает точки максимума при относительной влажности, равной 70%, после чего она падает пропорционально увеличению влажности.

В наших опытах относительная влажность во всех случаях была близка к 100%, поэтому мы и наблюдали, что температуропроводность по мере увеличения абсолютного количества воды падает в связи с приближением теплопроводности почвы к теплопроводности воды.

Весьма интересно соотношение между теплопроводностью почвы и ее плотностью. В правой части рис. 1 показана зависимость теплопроводности влажной почвы от плотности почвы, выраженной величинами объемного веса. оказывается, что зависимость теплопроводности влажной почвы от плотности имеет параболический характер при общепринятом положении, говорящем об увеличении теплопроводности в связи с увеличением плотности.

Отметив общие положения, вытекающие из данных нашей работы, перейдем к рассмотрению изменений тепловых свойств по профилю исследованных почв.

Табл. 1 характеризует чернозем обыкновенный террасовый.

В абсолютно сухом состоянии теплоемкость чернозема обыкновенного изменяется по профилю незначительно. Наибольшая ее величина соответствует наибольшему содержанию частиц меньше 0,001 мм (последние величины заимствованы из работы Е. И. Кочериной). Некоторое сомнение у нас вызвали величины теплоемкости пахотного слоя. При содержании частиц меньше 0,001 мм, равном 26,23%, и гумуса 6,45% мы ожидали получить более высокую ее величину. Повторные определения (десятикратные) показали среднюю величину теплоемкости, равную (при незначительных отклонениях)  $0,186 \frac{\text{кал}}{\text{г} \cdot \text{м} \cdot \text{град}}$ . Пока остается невыясненным, с чем связана эта аномалия.

В целом (рис. 2) характер распределения теплоемкости по профилю близок к характеру распределения частиц меньше 0,001 мм. Распределение теплоемкости увлажненной почвы подчинено распределению влажности (рис. 3). Величина теплоемкости в этом случае превышает величину теплоемкости абсолютно сухой почвы в

среднем в 2,5 раза (табл. 1). Значительно больше сказывается увлажнение на величине теплопроводности, которая возрастает в этом случае от 3 до 4,5 раза. Теплопроводность увлажненной почвы, как и абсолютно сухой, зависит от ее плотности (рис. 2 и 3). Изменение теплопроводности по профилю в связи с изменением механического состава, а вследствие этого и плотности почвы, для горизонта  $B_3C$  в сравнении с горизонтом  $A_1$  достигает 44,90% (см. табл. 1).

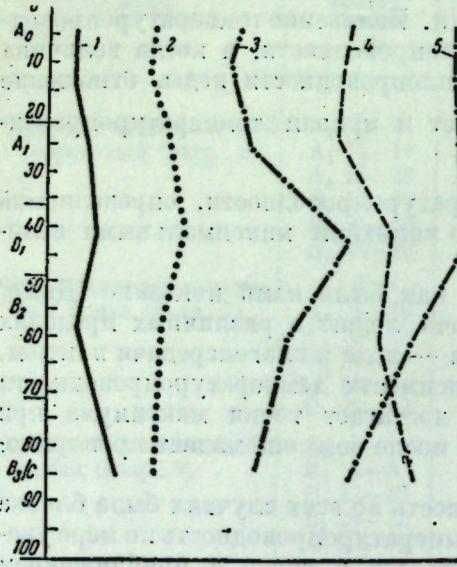


Рис. 2. Изменение по профилю чернозема обыкновенного террасового суглинистого относительных величин:

1 — температуропроводности; 2 — теплоемкости; 3 — теплопроводности; 4 — объемного веса почвы; 5 — содержания частиц меньше 0,001 мм (величины тепловых характеристик получены при абсолютно сухом состоянии).

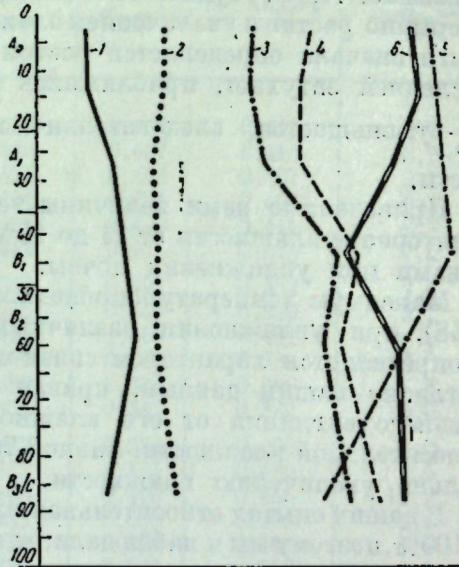


Рис. 3. Изменение по профилю чернозема обыкновенного террасового суглинистого относительных величин:

1 — температуропроводности; 2 — теплоемкости; 3 — теплопроводности; 4 — объемного веса почвы; 5 — содержания частиц меньше 0,001 мм; 6 — влажности почвы.

Величины температуропроводности при абсолютно сухом состоянии почвы колеблются по профилю чернозема обыкновенного в пределах от 0,00168 до 0,00195 см<sup>2</sup>/сек, во влажной почве колебания от 0,00245 до 0,00289 см<sup>2</sup>/сек.

Таким образом, величина температуропроводности влажной почвы лишь в 1,5 раза превосходит величину температуропроводности при абсолютно сухом состоянии.

Подводя итог, отметим основные положения, характеризующие тепловые свойства чернозема обыкновенного террасового, и связь их с некоторыми другими его свойствами.

1. Теплоемкость абсолютно сухой почвы мало изменяется по профилю (0,254—0,274 кал г·м·град). Наибольшая ее величина соответствует наибольшему содержанию частиц меньше 0,001 мм при 4,03% гумуса.

2. Теплоемкость влажной почвы при влажности от 36 до 42% в среднем в 2,5 раза больше теплоемкости абсолютно сухой почвы. Профильное изменение этой величины при увлажнении выражено резче, чем в первом случае (0,421—0,442 кал г·м·град), что связано с изменением влажности на фоне изменения механического состава.

3. Теплопроводность абсолютно сухой почвы по профилю изменяется значительно больше, чем теплоемкость (0,00036—0,00052 кал см·сек·град), что связано с изменением плотности почвы.

4. Теплопроводность влажной почвы (31—46% влажности) сильно возрастает (от 3 до 4,5 раза) в связи с заменой малотеплопроводного воздуха более теплопроводной водой, а также с улучшением теплонаправления в целом вследствие усиления тепловых контактов между микропакетами почвы.

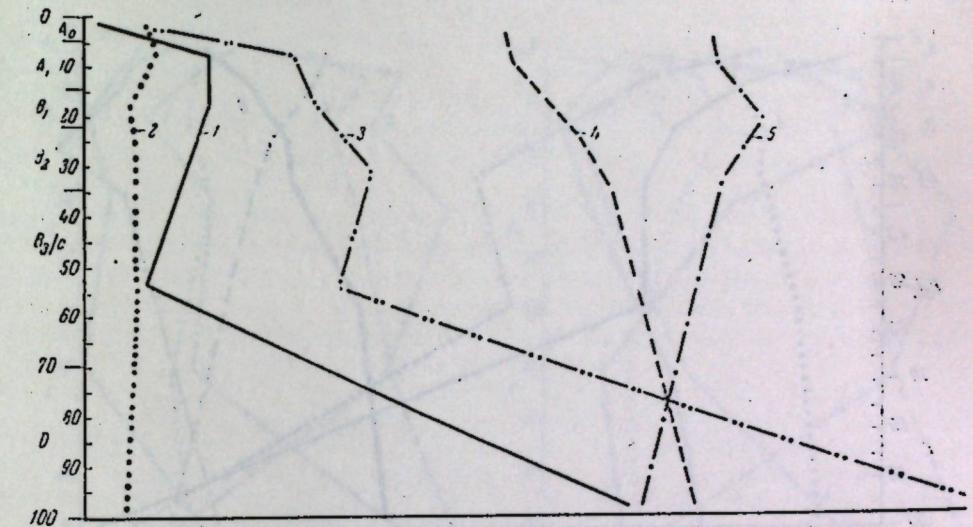


Рис. 4. Изменение по профилю черноземовидной луговой суглинистой почвы относительных величин:

1 — температуропроводности; 2 — теплоемкости; 3 — теплопроводности; 4 — объемного веса почвы; 5 — содержания частиц меньше 0,001 мм (величины тепловых характеристик получены при абсолютно сухом состоянии).

5. Изменение теплопроводности по профилю в этом случае менее заметно, чем при абсолютно сухом состоянии, и зависит как от плотности, так и от влажности почвы.

6. Температуропроводность влажной почвы (31—46% влажности) в 1,5 раза превосходит ее величину при абсолютно сухом состоянии. Изменение температуропроводности по профилю колеблется в пределах от 0,00168 до 0,00195 см<sup>2</sup>/сек при абсолютно сухом состоянии и от 0,00245 до 0,00289 при увлажнении в указанном интервале влажности. Последние величины не являются максимальными.

Обратимся к рассмотрению тепловых свойств черноземовидной луговой суглинистой почвы (разр. 7, табл. 2, рис. 4, 5).

Прежде всего обращает внимание резкое их изменение по профилю. Особенно сильно это выражено в изменении тепло- и температуропроводности — свойств, зависящих от физического состояния почвы (плотности, влажности). Но и теплоемкость изменяется по профилю этой почвы заметно больше, чем в черноземе.

Наибольшие ее величины обнаруживаются в горизонте  $A_1$  при содержании гумуса 7,0—8,5%, что совершенно закономерно.

По данным первых исследователей удельной теплоемкости — Шумахера (1864 г.) и Пфаундлера (1866 г.), а позднее Лайга и Ульриха (по указанию Вольни, 1893), — удельная теплоемкость торфа выражается величиной,

близкой к  $0,5 \frac{\text{кал}}{\text{г}\cdot\text{м}\cdot\text{град}}$ , более чем в 2 раза превышающей теплоемкость различных минералов.

Из первых русских работ по теплоемкости почв различного типа нельзя не упомянуть работу А. И. Сабанина (1908), в которой подчеркивается различие в теплоемкости между почвами разного типа, а также и по профилю одной и той же почвы. Различия в теплоемкости почв в зависимости от механического состава показаны в работе Н. П. Адамова (1904).

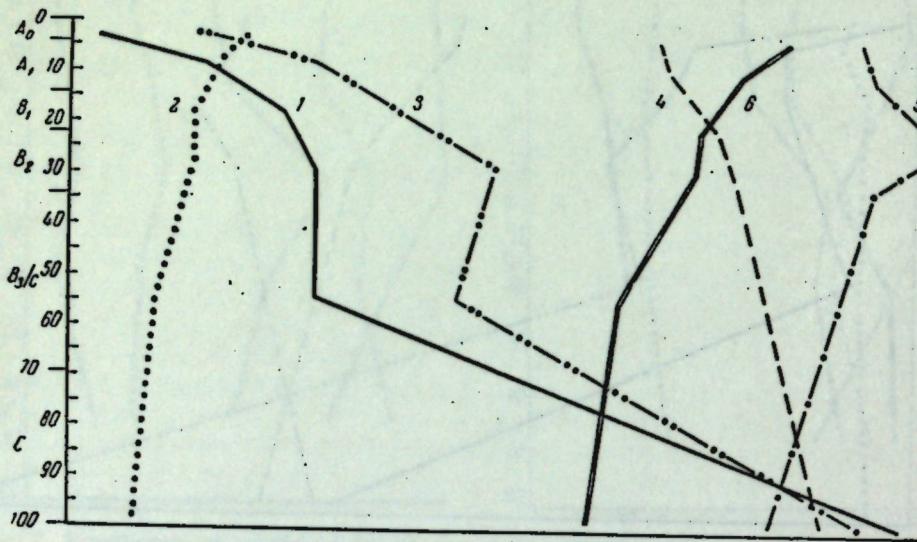


Рис. 5. Изменение по профилю черноземовидной луговой суглинистой почвы относительных величин:

1 — температуропроводности; 2 — теплоемкости; 3 — теплопроводности; 4 — объемного веса почвы; 5 — содержания частиц меньше 0,001 мм; 6 — влажности почвы (величины тепловых характеристик получены при увлажнении).

Кюп (1872) приводит величины удельной теплоемкости наиболее распространенных в почве минералов, полученные различными исследователями. Наименьшая величина характеризует кремнезем и полевые шпаты ( $0,1894$  и  $0,9667$ ), наибольшая — известь и магнезию ( $0,2179$  —  $0,2728$ ). Нельзя согласиться с тем, что в этих величинах нет заметного различия, как это отмечают многие авторы, предлагающие на основании этого строить балансовые расчеты, исходя из величины теплоемкости почвы, равной в среднем  $0,2 \frac{\text{кал}}{\text{г}\cdot\text{м}\cdot\text{град}}$ . Наоборот, даже эти первые данные говорят о значительном различии в удельной теплоемкости минералов, а следовательно, и почв, минералогический состав которых далеко не одинаков. Исходя из современных представлений, необходимо в первую очередь изучить теплоемкость каолинита и монтмориллонита.

Из современных работ по изучению теплоемкости почв различного типа следует упомянуть работу Н. А. Бутина (1940), в которой приведено много данных, характеризующих профильное изменение теплоемкости различных почв, что, к сожалению, не подчеркивается автором.

Возвращаясь к рассмотрению табл. 2, отметим уменьшение теплоемкости по профилю, доходящее в горизонте D до  $0,188 \frac{\text{кал}}{\text{г}\cdot\text{м}\cdot\text{град}}$ , что связано как с уменьшением количества органического вещества, так и с изменением

механического состава в сторону его облегчения. При увлажнении в интервале 97—23% абсолютной влажности остается та же закономерность, но величина теплоемкости возрастает в среднем в 2,5 раза, как и в черноземе. В обратной последовательности происходит изменение температуропроводности и теплопроводности. В абсолютно сухом и влажном состоянии эти величины возрастают по профилю аналогично возрастанию плотности и облегчению механического состава (см. рис. 4, 5). Характерно в этом случае то, что для влажных почв профильное изменение этих величин, особенно температуропроводности, не следует изменению абсолютных величин

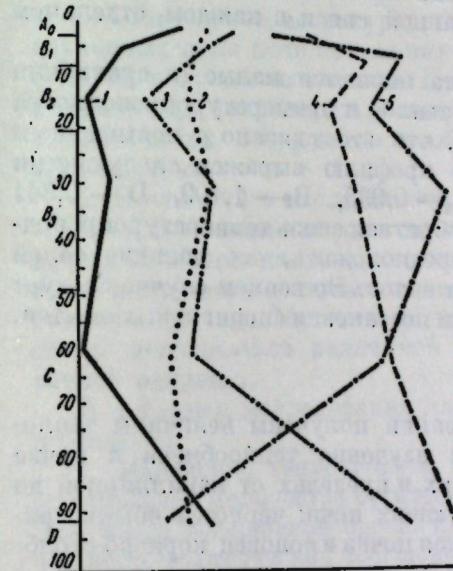


Рис. 6. Изменение по профилю солонца корково-столбчатого тяжелосуглинистого относительных величин:

1 — температуропроводности; 2 — теплоемкости; 3 — теплопроводности; 4 — объемного веса почвы; 5 — содержания частиц меньше 0,001 мм (величины тепловых характеристик получены при абсолютно сухом состоянии).

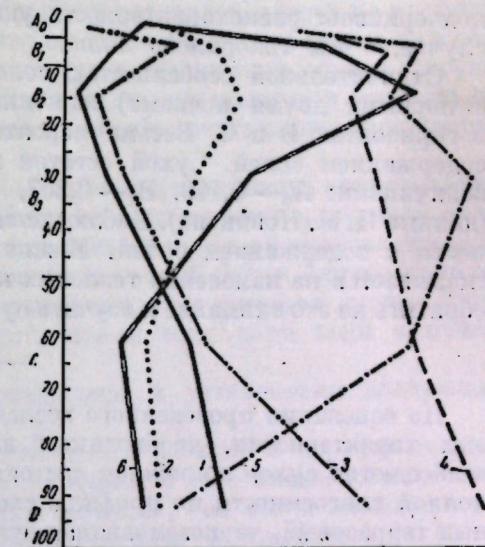


Рис. 7. Изменение по профилю солонца корково-столбчатого тяжелосуглинистого относительных величин:

1 — температуропроводности; 2 — теплоемкости; 3 — теплопроводности; 4 — объемного веса почвы; 5 — содержания частиц меньше 0,001 мм (величины тепловых характеристик получены при увлажнении).

влажности. Так, при влажности в горизонте A<sub>0</sub> равной 70,98% температуропроводность равна  $0,00166 \text{ см}^2/\text{сек.}$ , а при влажности в опесчененном горизонте D — 14,91% ее величина возрастает до  $0,00545 \text{ см}^2/\text{сек.}$  Является ли это опровержением общего положения о том, что температуропроводность возрастает с увеличением влажности, о чем говорилось выше? Наблюдаемый факт заставляет нас еще раз подчеркнуть, что в каждом случае, в зависимости от особенностей почвенного и грунтового материала, состояния дисперсности, минералогического состава, органического вещества, теплоемкости и форм связей почва — воздух — вода, это общее положение будет иметь свои особенности, которые следует основательно изучить. Стандартный подход в этом случае может повести к грубейшим ошибкам при балансовых расчетах, а также при расчетах в теплотехнических целях.

В остальном исследуемые тепловые свойства черноземовидной почвы были те же, что и для чернозема.

Перейдем к рассмотрению тепловых свойств солонца корково-столбчатого (разр. 8, табл. 3, рис. 6, 7).

В отношении теплоемкости можно отметить то же, что и в предыдущих случаях. Изменение по профилю незначительно, но отчетливо намечается падение ее величины. При увлажнении распределение теплоемкости по профилю аналогично распределению влажности.

Интересно изменение тепло- и температуропроводности по профилю, кривые распределения которых в абсолютно сухом состоянии показывают, что с облегчением механического состава и увеличением плотности величины тепло- и температуропроводности возрастают. Для влажной почвы это выражено еще сильнее (см. рис. 7): кривая температуропроводности является почти зеркальным отображением кривой влажности, что снова подчеркивает разнохарактерность указанной связи в каждом отдельном случае, о чём говорилось выше.

Отличительной особенностью солонца являются малые (в сравнении с первыми двумя почвами) величины тепло- и температуропроводности в горизонтах В и С. Вероятно, что это связано с повышенным содержанием солей. Сухой остаток по профилю выражен следующими величинами:  $A_0 = 0,109$ ,  $B_1 = 0,357$ ,  $B_2 = 0,935$ ,  $B_3 = 1,109$ ,  $D = 0,341$  (данные П. М. Новикова). Наблюдается обратная связь температуропроводности с содержанием солей. Можно предположить, что наличие солей оказывается на изменении тепловых контактов. Во всяком случае следует обратить на это внимание и изучить путем постановки специальных опытов.

На основании проведенного исследования получены величины тепловых характеристик, необходимых для изучения теплообмена в почве в абсолютно сухом и влажном состояниях в пределах от капиллярной до полной влагоемкости по профилю следующих почв: чернозем обыкновенный террасовый, черноземовидная луговая почва и солонец корково-столбчатый.

Колебания тепловых характеристик для указанных почв приведены в табл. 5.

Таблица 5

Пределы изменения тепловых характеристик влажной и абсолютно сухой почв

Почва	Состояние почвы	Температуропроводность, см <sup>2</sup> /сек	Теплоемкость, кал/г·м·град		Теплопроводность, кал/см·сек·град	
			абсолютно сухая	влажная	абсолютно сухая	влажная
Чернозем обыкновенный террасовый (разр. 2)	Абсолютно сухая	0,00168—0,00195	0,186—0,212	0,00036—0,00052	0,00023—0,00030	0,00098—0,00122
	Влажная	0,00245—0,00289	0,421—0,442	0,00122—0,00170	0,00098—0,00135	0,000355—0,00045
Черноземовидная луговая почва (разр. 7)	Абсолютно сухая	0,00113—0,00259	0,188—0,213	0,00023—0,00030	0,00020—0,00025	0,00088—0,00112
	Влажная	0,00166—0,00545	0,352—0,585	0,00098—0,00170	0,00053—0,00088	0,000355—0,00055
Солонец корково-столбчатый (разр. 8)	Абсолютно сухая	0,00082—0,00148	0,190—0,207	0,00020—0,00033	0,000126—0,000168	0,00068—0,00088
	Влажная	0,000215—0,00381	0,354—0,493	0,00126—0,00268	0,00053—0,00126	0,000268—0,00055

Основываясь на приведенных выше данных, приходим к следующим выводам:

1. Теплоемкость абсолютно сухой почвы мало изменяется по ее генетическому профилю. Вместе с тем для балансовых расчетов это изменение достаточно велико, поэтому, с нашей точки зрения, пользоваться средней величиной, равной  $0,2 \frac{\text{кал}}{\text{г} \cdot \text{м} \cdot \text{град}}$ , не следует.

2. Профильное изменение теплоемкости влажной почвы выражено значительно резче, чем в первом случае, что связано с изменением влажности на фоне механического состава.

3. Изменение температуропроводности и теплопроводности по профилю изученных нами почв весьма значительно как в абсолютно сухом, так особенно во влажном состояниях. Поэтому при изучении теплообмена в почве, а также для балансовых расчетов в сельскохозяйственных и теплотехнических целях совершенно необходимо экспериментальное определение этих величин.

4. Проведенное исследование позволило нам оспаривать высказывания П. И. Андрианова относительно величины теплоемкости связанный воды почвы. По нашим данным, теплоемкость связанный воды почвы значительно выше полученной Андриановым величины, равной 0,7, и близко приближается к единице. Мы считаем, что при балансовых расчетах вполне допустимо пользоваться величиной теплоемкости всех форм воды в почве, равной единице.

В процессе исследования подтверждены и установлены следующие положения.

1. Изменение теплоемкости сухой почвы зависит в первую очередь от изменения количества органического вещества и механического состава. Чем выше содержание органического вещества, тем выше теплоемкость; чем легче механический состав почвы, тем меньше теплоемкость.

2. Изменение теплоемкости влажной почвы прямо пропорционально изменению процентного содержания влаги.

3. Температуропроводность абсолютно сухой почвы зависит от ее плотности и механического состава: чем легче механический состав почвы и выше плотность, тем выше температуропроводность.

4. Температуропроводность влажной почвы зависит от содержания влаги, увеличение которой сверх оптимальной влажности вызывает снижение температуропроводности в арифметической прогрессии к содержанию влаги. Максимальные величины температуропроводности соответствуют влажности ниже капиллярной влагоемкости. Как нами было показано (Димо, 1948), для суглинка максимальные величины температуропроводности соответствуют относительной влажности, равной 70%.

5. Теплопроводность как абсолютно сухой, так и влажной почвы зависит от плотности почвы, причем кривая этой зависимости во втором случае имеет параболический характер, как и кривая зависимости теплопроводности от влажности. В остальном изменение теплопроводности аналогично изменению температуропроводности.

6. Замечено влияние содержания солей на изменение тепловых характеристик. На это явление следует обратить внимание и изучить его путем постановки специальных опытов.

## ЛИТЕРАТУРА

- Адамов Н. И. Факторы плодородия русского чернозема. 1904.
- Андреев П. И. Теплоемкость связанный воды и теплоемкость почв. «Докл. ВАСХНИЛ», вып. 3, 1936.
- Андреев П. И. Связанная вода почв и грунтов. «Тр. Ин-та мерзлотоведения АН СССР», т. 3, 1946.
- Бутич И. А. Исследование теплоты смачивания и удельной теплоемкости некоторых почв европейской части СССР. «Пробл. сов. почвоведения», сб. 10. Изд. АН СССР, 1940.
- Димо В. И. К вопросу о зависимости между температуропроводностью и влажностью почв. «Почвоведение», 1948, № 12.
- Киоп. Новый метод оценки почв. Реферат Костычева «Сельское хозяйство и лесоводство», 1, 1872.
- Кондратьев М. Г. Испытание строительных материалов на теплопроводность по методу регулярного режима. М., Стандартгиз, 1936.
- Лыков А. В. Зависимость между коэффициентом температуропроводности и влажностью материала. «Журнал технической физики», 1935, № 3.
- Лыков А. В. и Аузерман Л. Л. Теория сушки капиллярно-пористых коллоидных материалов пищевой промышленности. М., Пищепромиздат, 1946.
- Лугинин В. Р. и Щукарев А. Н. Руководство к калориметрии. М., 1905.
- Попов М. М. Термометрия и калориметрия. М., Госхимиздат, 1934.
- Сабанин А. И. Заметка о теплоемкости некоторых преимущественно русских почв. «Почвоведение», 1908, № 4.
- Чудновский А. Ф. Физика теплообмена в почве. М., Гостехиздат, 1948.
- Франчук А. У. Теплопроводность строительных материалов в зависимости от влажности. М., Стройиздат, 1941.
- Krisch O. und Rohnhalter H. Gelsen wärmeleitung und Dampfdiffusion. V. D. U. Forschungsheft. Darmstadt, 1940.

И. А. ПАИКОВА

СОДЕРЖАНИЕ И СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕЙ  
В НЕКОТОРЫХ ПОЧВАХ КУТУЛУКСКОГО  
ОПЫТНОГО УЧАСТКА

В комплексной работе, проводившейся Почвенным институтом Академии Наук СССР на Кутулукском опытном участке, нашей задачей было изучение содержания и состава органических веществ и характера распределения растительных остатков по почвенному профилю.

Объектами для работы служили следующие почвы: чернозем обыкновенный террасовый слабосолонцеватый, среднесуглинистый (разр. 2014); черноземовидная луговая среднесуглинистая почва (разр. 2007); луговая среднесуглинистая почва (разр. 2021-5); солонец среднестолбчатый (разр. 2008) и солонец корково-глыбистый (разр. 2009).

Выбор площадок, закладка почвенных разрезов, а также описание их выполнены П. М. Новиковым.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ  
И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ В ПОЧВЕННОМ ПРОФИЛЕ

Учет корневых масс производился пами несколько измененным методом Н. А. Качинского (1925, 1930) с дополнениями Б. А. Чижкова (1931).

На выбранной площадке после описания ботанического состава растительности закладывали почвенный разрез. В стенах этого разреза вырезали колонку почвы площадью  $25 \times 25$  см с подразделением ее на генетические горизонты (рис. 1). Отмыкну корней и прочих растительных остатков, отдельно из каждого горизонта, производили декантацией на ситах с отверстиями 0,5 мм, путем многократного замачивания почвы водой. Все растительные остатки, хорошо промытые от минеральной части почвы, переносили в сосуд с водой, в котором разделяли на фракции живых корней и мертвых полуразложившихся остатков<sup>1</sup> быстрым помешиванием содержимого сосуда. При этом на поверхность жидкости всыпывали мертвые растительные остатки, которые сливали в сите; живые корни, имеющие несколько больший удельный вес, оставались в нижних слоях воды. Путем повторных декантаций мертвые растительные остатки полностью отделялись от живых, даже самых мелких и тонких корешков. Для большей точности отделения тонких живых корней, перепутавшихся с мертвыми остатками, рекомендуется применить повторное отмачивание. Метод

<sup>1</sup> К полуразложившимся остаткам относятся находящиеся в почве остатки соломы, стерни, корней, травы и пр.

разделения живых корней и мертвых полуразложившихся остатков путем декантации описан у Б. А. Чижкова (1931) и применялся в наших работах (Саввина и Панкова, 1942; Панкова, 1950).

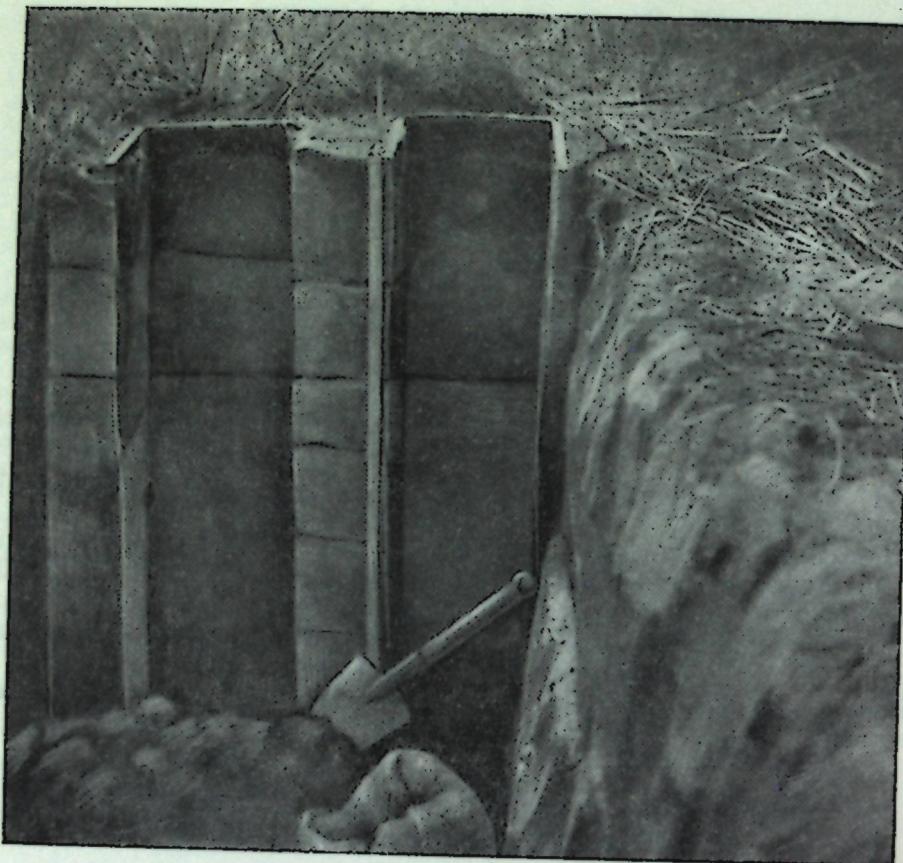


Рис. 1. Степка почвенного разреза после взятия образцов для отмыки корней.

После разделения отмытых живых корней и мертвых остатков определяли объем их путем погружения в мерный цилиндр с определенным объемом воды. Разность в объемах воды до и после погружения каждой фракции представляет объем фракции, выраженный в куб. сантиметрах.

Если в день отмыки и разборки определить объем растительных остатков не удавалось, их сохраняли в закрытом сосуде во влажном состоянии.

При определении объема растительных остатков необходимо внимательно следить за тем, чтобы между погруженными в воду корешками не задерживались пузырьки воздуха, что может послужить источником ошибок.

После определения объема растительные остатки доводились до воздушно-сухого состояния и взвешивались. Результаты определений объема корней выражены в куб. сантиметрах на литр почвы, а вес — в граммах на литр почвы и в центнерах на гектар. Все определения велись в двухкратной повторности. Перечисления с небольших площадок ( $25 \times 25$  см) на площадь в 1 га, несомненно, имеют условный характер, что должно быть приято во внимание при рассмотрении полученных данных.

### 1. Чернозем обыкновенный террасовый слабосолонцеватый. Старая залежь (разр. 2014)

Растительная группировка — типчаково-полынико-злаковая, в основном представлена типчаком (*Festuca sulcata*); присутствуют также ковыль (*Stipa capillata*), полынь (*Artemisia maritima*), пырей (*Agropyrum repens*), сурепка (*Barbarea vulgaris*) и др., реже солянка (*Kochia*).

Приводим краткое описание верхней части профиля, откуда нами брались образцы почв.

$A_0$ 0—14 см	Темносерый; неоднороден по окраске; слой 0—5 см густо насыщен корнями и полуразложившимися остатками; ниже количество корней уменьшается; суглиник средний.
$A_1$ 14—31 см	Темносерый; равномерно окрашен; комковатый, уплотнен, корней мало; суглиник средний.
$B_1$ 31—46 см	Темносерый с заметной буроватостью; корней мало; суглиник средний.
$B_2$ 46—63 см	Неоднороден по окраске: темнобурый с белесоватостью; пестрый от большого количества солей; корни встречаются редко.

Вес растительности, собранной с площадки размером  $25 \times 25$  см и высушенной до воздушно-сухого состояния, равен 12,87 и 7,49 г, что в среднем составляет примерно  $162,9 \text{ г/м}^2$ , или 16,29 ц/га. Вес опада с той же площадки равен 12,94 и 13,02 г, или  $208,0 \text{ г/м}^2$  (20,8 ц/га).

В табл. 1 приведены данные по учету корневых масс в почвенном профиле; они дают представление о степени произрастности (или насыщенности) единицы объема почвы живыми корнями и прочими остатками соответствующей растительной группировки. Известно, что такие представители степной растительной группировки, как *Festuca sulcata*, *Stipa capillata* и пр., имеют главную сильно разветвленную массу корней в слое 0—20 см, образуя с поверхности почвы плотную дерновину (Келлер, 1907).

Таблица 1

Распределение растительных остатков типчаково-полынико-злаковой группировки по профилю чернозема обыкновенного террасового. Разрез 2014

Горизонт и глубина, см	Объем, см <sup>3</sup> на 1 л почвы			Вес, г на 1 л почвы (мг/см <sup>3</sup> )			п % от суммы в верх. горизонте	
	живые корни	полуразложившиеся остатки	сумма	живые корни	полуразложившиеся остатки	сумма		
$A_0$ 0—5	31,36	16,00	47,36	100	11,77	5,07	16,84	100
$A_0$ 5—14	8,36	6,58	14,94	31,5	2,74	1,71	4,45	26,4
$A_1$ 14—31	4,52	1,88	6,40	13,5	1,14	0,53	1,67	9,9
$B_1$ 31—46	2,35	0,64	2,99	6,3	0,74	0,12	0,86	5,1
$B_2$ 46—63	1,60	0,47	2,07	4,4	0,43	0,05	0,48	2,9

Из табл. 1 также следует, что наиболее насыщены как живыми корнями, так и мертвыми полуразложившимися остатками верхние слои.

Если объемное содержание всех растительных остатков верхнего горизонта дернины  $A_0$  (0—5 см) принять за 100%, то в слое 5—14 см оно

составит 31,5%, в слое 14—31 см — 13,5%, а в слое 31—46 см — всего 6,3%, т. е. с глубиной в том же объеме почвы наблюдается резкое снижение содержания растительных остатков. Как видно из той же таблицы, изменение общего объема живых корней происходит аналогичным образом: наибольшая пронизанность единицы объема почвы живыми корнями наблюдается в слое 0,5 см, с резким снижением в нижележащих слоях.

Вес растительных остатков по профилю в 1 л почвы изменяется аналогично его объему.

Таким образом, наибольший контакт почвенной массы с поверхностью всех растительных остатков (живых и мертвых) осуществляется до глубины 14 см, в меньшей степени — на глубине 14—31 см и слабо — на глубине 31—46 см.

Мы рассчитали запасы всех растительных остатков в этой почве; соответствующие данные приведены в табл. 2.

Сумма всех остатков на глубину разреза составляет 173,95 ц/га, причем главная масса концентрируется в слое 0—31 см; здесь количество их равно 151,6 ц/га, или 71,4% от общей суммы.

Вес надземной части растительности составляет 16,29, а вес опада 20,79 ц/га.

Таким образом, общий вес живых корней и мертвых остатков на глубину 0—63 см в 4,7 раза превышает вес надземной части растений. Следовательно, главным источником перегноя в этой почве является корневая масса растительности.

Таблица 2

Запас растительных остатков и приблизительное содержание в них углерода и азота по профилю чернозема обыкновенного террасового  
(в г на 1 м<sup>2</sup>)

Горизонт и глубина, см	Вес воздушно-сухих растительных остатков				Приблизит. содержание углерода				Приблизит. содержание азота			
	живые корни	полурядки, остатки	сумма	% от общей суммы	живые корни	полурядки, остатки	сумма	% от общей суммы	живые корни	полурядки, остатки	сумма	% от общей суммы
A <sub>d</sub> 0—5	588,5	253,3	841,8	48,4	232,3	100,0	332,3	48,5	6,7	2,9	9,6	48,7
A <sub>0</sub> 5—14	246,4	153,6	400,0	23,0	97,3	60,6	157,9	23,0	2,8	1,7	4,5	22,8
A <sub>1</sub> 14—31	193,3	90,9	284,2	16,3	76,3	36,0	112,3	16,3	2,2	1,0	3,2	16,2
B <sub>1</sub> 31—46	111,7	18,9	120,6	7,5	44,1	7,0	51,1	7,4	1,3	0,2	1,5	7,6
B <sub>2</sub> 46—63	73,9	9,0	82,9	4,8	29,2	4,0	33,2	4,8	0,8	0,1	0,9	4,6
Всего в слое 0—63	1213,8	525,7	1739,5	100	479,2	207,6	686,8	100	13,8	5,9	19,7	100
Надземная масса			162,9				64,3				1,8	
Опад			207,9				82,1				2,3	
Всего в г/м <sup>2</sup>			2110,8				833,2				23,8	
В п/га:												
0—5	58,85	23,33	84,18		23,23	10,0	33,23		0,67	0,29	0,96	
0—31	102,82	49,78	151,60		40,59	19,66	60,25		1,17	0,56	1,73	
0—63	121,38	52,57	173,95		47,92	20,76	68,68		1,38	0,59	1,97	

Далее, из табл. 2 видно, что общий вес живых корней более чем в 2 раза превышает вес полуразложившихся остатков. Это указывает на интенсивность процессов разложения и минерализации растительных остатков, протекающих в черноземной почве Кутулукского участка (рис. 2).

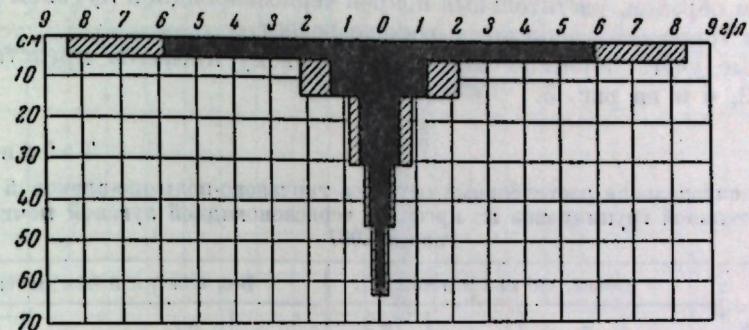


Рис. 2. Распределение живых корней (сплошная черная) и мертвых остатков (заштрихованная часть) типчаково-полынико-злаковой растительной группировки по профилю чернозема обыкновенного террасового (Кутулук, Куйбышевская область)

Мы попытались рассчитать примерное содержание углерода и азота в корнях и в растительных остатках. Было принято, что в воздушно-сухой степной растительности содержание углерода равно 39,48%, а азота — 1,13% от воздушно-сухой массы их (М. М. Конопова, 1951).

Приведенные в табл. 2 расчеты показывают, что в растительных остатках накапливается значительное количество углерода и азота. Так, только в слое 0—31 см и в растительных остатках содержится 1,73 ц/га, а в слое 0—63 см около 2 ц/га азота, который представляет часть азотного фонда почвы.

Таким образом, при длительном процессе зацелиния террасового чернозема в нем произошла активная биологическая аккумуляция азота, накопленного корневыми массами.

## 2. Черноземовидная луговая почва. Целина (разр. 2007)

Главными компонентами растительности здесь являются следующие виды: типчак (*Festuca sulcata*), полынь (*Artemisia austriaca*); редко — ковыль (*Stipa capillata*), солянка (*Kochia sedoides*) и др.; на поверхности почвы — водоросль *Nostoc comtissimum*.

Краткое описание исследованной части почвенного профиля следующее.

A<sub>d</sub> 0—4(5) см Буровато-серый; очень рыхлый, непрочный, комковатый с большим содержанием бесструктурной массы, сплошь пронизан корешками растений, создающими плотную и прочную, переплетенную сетку; средний суглиник.

A<sub>1</sub> 5—16 см Темносерый с коричневатым оттенком; много корней растений; много кротовин темного цвета; средний суглиник.

B<sub>1</sub> 16—32 см Коричневато-серый, неоднороден по окраске; призматично-глыбистый; из горизонта A спускаются темные иззыги; местами кротовины; вскипает с 32 см; средний суглиник.

B<sub>2</sub> 32—53 см Неоднороден по окраске; много кротовин разных цветов; количество корней резко уменьшается.

B<sub>3</sub> 53—72 см Аналогичен предыдущему.

Вес растительности в воздушно-сухом состоянии равен 14,77 и 13,81 г, что в среднем составляет 229 г/м<sup>2</sup>, или 22,9 ц/га.

Вес растительного опада с той же площадки — 8,37 и 6,68 г, или 12,0 ц/га.

Таким образом, растительный покров черноземовидной луговой почвы, как и на террасовом черноземе, хорошо развит.

Данные учета корневых масс по почвенному профилю представлены в табл. 3, 4 и на рис. 3.

Таблица 3  
Распределение растительных остатков типчаково-полынико-злаковой  
растительной группировки по профилю черноземовидной луговой почвы.  
Разрез 2007

Горизонт и глубина, см	Объем, см <sup>3</sup> на 1 л почвы				Вес, г на 1 л почвы (мг/см <sup>3</sup> )			
	живые корни	полураз- ложн. остатки	сумма	в % от суммы в верхн. горизонте	живые корни	полураз- ложн. остатки	сумма	в % от суммы в верхн. горизонте
A <sub>d</sub> 0—5	51,20	17,60	68,80	100	16,51	6,59	23,10	100
A <sub>1</sub> 5—16	13,53	2,04	15,57	22,6	4,59	0,74	5,33	23,1
B <sub>1</sub> 16—32	6,20	0,80	7,00	10,2	1,68	0,15	1,83	7,9
B <sub>2</sub> 32—53	2,06	0,46	2,52	3,7	0,57	0,08	0,65	2,8
B <sub>3</sub> 53—72	1,60	0,51	2,11	3,1	0,42	0,06	0,48	2,1

Из табл. 3 следует, что и в черноземовидной луговой почве, как и в черноземе террасовом, наибольшее скопление живых корней и мертвых полуразложившихся остатков наблюдается в горизонте A<sub>1</sub>, причем дренина (0—5 см) представляет собой плотную, переплетенную сетку живых корешков.

В нижней части горизонта A<sub>1</sub> (5—16 см) содержание корней и мертвых остатков в единице объема почвы почти в 5 раз, а в горизонте B<sub>1</sub> (16—32 см) — в 10 раз меньше, чем в верхнем (0—5 см) слое.

По сравнению с черноземом террасовым в черноземовидной луговой почве корневые остатки более сконцентрированы у дневной поверхности, а потому уменьшение содержания в объемной единице почвы с глубиной выражено более резко.

Указанные закономерности остаются в силе и для распределения запаса растительных остатков, азота и углерода по профилю почвы.

На рис. 3 представлено распределение по горизонтам черноземовидной луговой почвы живых и мертвых растительных остатков. Как и в черноземе террасовом, количество живых корней превышает количество мертвых, полуразложившихся.

Для сравнения приводим данные Н. И. Саввищова и папы (1942) (рис. 4) по содержанию корней в аналогичной растительной ассоциации на темно-цветной, высокогумусированной западинной почве Малоузенского стационара, приближающейся по содержанию и составу гумуса к чернозему (Кононова, 1940).

Учет корней на Малоузенском стационаре произведен, как и в Кутулуке, в осенне время.

Сопоставление данных представляет интерес в том отношении, что Малоузенский стационар расположен в зоне засушливых степей с явным дефицитом увлажнения — среднее годовое количество осадков равно

291 мм, между тем как районы Куйбышевской области, в которые входит Кутулукский участок, находятся в условиях более благоприятного водного режима; здесь количество годовых осадков равно 395 мм.

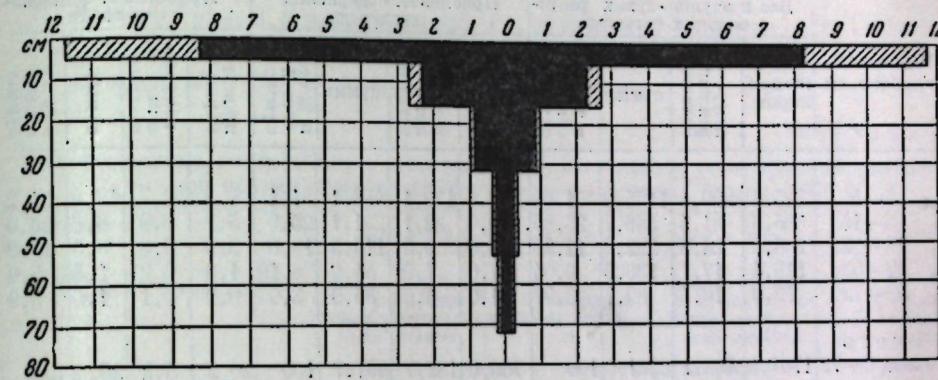


Рис. 3. Распределение живых корней и полуразложившихся остатков типчаково-полынико-злаковой растительной группировки по профилю черноземовидной луговой почвы (Кутулук, Куйбышевская область).

(Обозначения те же, что и на рис. 2.)

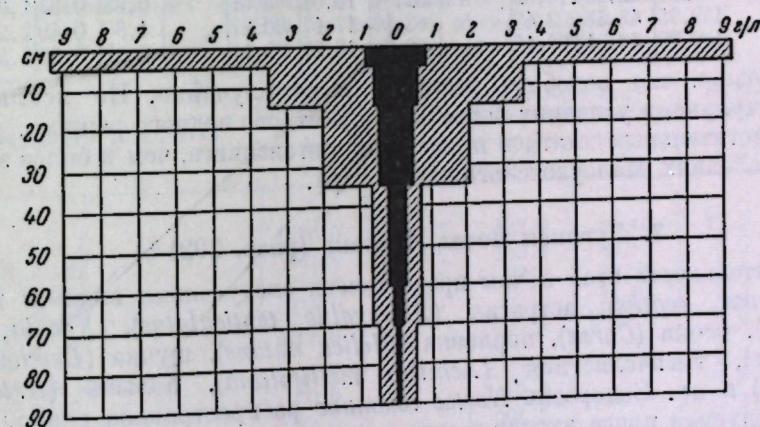


Рис. 4. Распределение живых корней и мертвых остатков злаково-разнотравной растительной группировки в темноцветной почве Малоузенской долины р. Малого Узеня (составлено по материалам Н. И. Саввищова и Н. А. Панковой, 1942).

(Обозначения те же, что и на рис. 2.)

Это обстоятельство, по нашему мнению, имеет немаловажное значение для процессов разложения органических остатков. В самом деле, при сопоставлении рис. 3 и 4 наблюдается обратное соотношение между живыми и мертвыми растительными остатками в этих двух пунктах, а именно: в Кутулуке на черноземовидной луговой почве количество живых корней равно 179,8 ц/га, а мертвых остатков — 46,3 ц/га; соотношение 4 : 1. Между тем, в западинной черноземовидной почве Малоузенского стационара живые корни аналогичной растительности составляют 29 ц/га, а мертвые остатки 159,4 ц/га, т. е. соотношение их 1 : 6.

Таблица 4

Запас растительных остатков и приблизительное содержание в них углерода и азота по профилю черноземовидной луговой почвы  
(в г на 1 м<sup>2</sup>)

Горизонт и глубина, см	Вес влажно-сухих растительных остатков			Приблизительное содержание углерода			Приблизительное содержание азота					
	живые корни	полуразложившиеся остатки	сумма	в % от общей суммы	живые корни	полуразложившиеся остатки	сумма	в % от общей суммы	живые корни	полуразложившиеся остатки	сумма	в % от общей суммы
A <sub>d</sub> 0—5	825,6	329,6	1155,2	51,09	326,0	130,1	456,1	51,1	9,3	3,7	13,0	51,2
A <sub>1</sub> 5—16	505,3	81,4	586,7	25,95	199,0	32,1	231,1	25,9	5,7	0,9	6,6	26,0
B <sub>1</sub> 16—32	268,6	24,3	292,9	12,95	106,0	9,5	115,5	13,0	3,0	0,3	3,3	13,0
B <sub>2</sub> 32—53	119,4	17,1	136,5	6,04	47,0	7,0	54,0	6,10	1,3	0,2	1,5	5,0
B <sub>3</sub> 53—72	79,0	10,7	89,7	3,97	31,0	4,0	35,0	3,90	0,9	0,1	1,0	3,9
Всего в слое 0—72	1797,9	463,1	2261,0	100	709,0	182,7	891,7	100	20,2	5,2	25,4	100
Надземная масса . . .		229,0				90,4			2,6			
Опад . . . .		120,0				47,4			1,4			
Всего в г/м <sup>2</sup> . . . .		2610,0				1029,5			29,4			
В ц/га:												
0—5	82,56	32,96	115,52		32,60	13,01	45,61		0,93	0,37	1,30	
0—32	159,95	43,53	203,48		63,10	17,17	80,27		1,80	0,49	2,29	
0—72	179,79	46,31	226,10		70,90	18,27	89,17		2,02	0,52	2,54	

Возможно, что подобное различие и не случайно. Не исключено, что в Кутулуке, в условиях более благоприятного водного режима, разложение растительных остатков происходит интенсивнее, чем в более засушливых условиях Малоузенского стационара.

### 3. Луговая почва. Целина (разр. 2021-5)

Растительность этой почвы представлена следующими видами: пырей (*Agropyrum repens*), астрагал (*Astragalus tenuiculatus*), *Kochia*, осот (*Cirsium*), осоки (*Carex*), перловка (*Melica nutans*), щучка (*Deschampsia caespitosa*), тысячелистник (*Achillea millefolium*), полынь (*Artemisia maritima*) и пр. Водоросль *Nostoc commune* распространена слабо.

Исследуемая почва входит в состав солонцовой депрессии и по характеру растительности представляет луговую почву с пырейно-злаково-разнотравной растительной группировкой.

Краткая характеристика почвы такова.

A<sub>d</sub> 0—4 см Буровато-серый; весь слой довольно уплотнен, сухой; зернистый с пороховидной массой; слой густо переплетен живыми корнями травянистой растительности; идущие в разных направлениях корни создают прочный войлок; среди корней содержится большое количество полуразложившихся остатков; суглиник средний.

A+B 4—15 см Светло-серый, буроватый; комковато-мелкозернистый с пороховидной массой; значительно меньше корней и особенно полуразложившихся остатков; суглиник средний, ближе к тяжелому.

B<sub>1</sub> 15—35 см Светло-серый, неоднородный по окраске; темные подтеки; почва пронизывается тонкими корешками; плотный, влажный; суглиник тяжелый.

B<sub>2</sub> 35—67 см Желто-бурый, неоднородный по окраске; темные языки; тонкие корни; ореховатый, плотный, сырой; признаки процессов раскисления (сизоватость); ниже признаки заболачивания.

ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА В ПОЧВАХ КУТУЛУКСКОГО УЧАСТКА 337

Количество надземной зеленой массы с площадки 25×25 см в воздушно-сухом состоянии равно 9,70 и 12,27 г, что примерно составляет 175,8 г/м<sup>2</sup>, или 17,6 ц/га. Опад с той же площадки равен 3,65 и 7,58 г, или 89,9 г/м<sup>2</sup> (8,99 ц/га).

Таким образом, и надземная масса и опад на луговой почве представляют значительные величины.

Данные по учету корневых масс приведены в табл. 5 и 6.

Таблица 5

Распределение растительных остатков пырейно-злаково-разнотравной растительной группировки по профилю луговой почвы. Разрез 2021-5

Горизонт и глубина, см	Объем в см <sup>3</sup> на 1 л почвы		Вес в г на 1 л почвы (мг/см <sup>3</sup> )	
	живые корни и полуразложившиеся растительные остатки	в % от объема в верхнем горизонте	живые корни и полуразложившиеся растительные остатки	в % от веса в верхнем горизонте
A <sub>d</sub> 0—4	78,0	100	27,83	100
A+B 4—15	14,83	19,0	4,20	15,1
B <sub>1</sub> 15—35	4,96	6,4	1,05	3,8
B <sub>2</sub> 35—67	2,95	3,8	0,74	2,7

Таблица 6

Запас растительных остатков и приблизительное содержание в них углерода и азота по профилю луговой почвы

(в г на 1 м<sup>2</sup>)

Горизонт и глубина, см	Вес влажно-сухих растительных остатков *		Приблизительное содержание углерода		Приблизительное содержание азота	
	г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
A <sub>d</sub> 0—4 . . . . .	1110,0	55,03	438,2	55,03	12,5	54,82
A+B 4—15 . . . . .	462,0	22,91	182,4	22,91	5,2	22,81
B <sub>1</sub> 15—35 . . . . .	210,0	10,41	82,9	10,41	2,4	10,53
B <sub>2</sub> 35—67 . . . . .	235,0	11,65	92,8	11,65	2,7	11,84
Сумма 0—67 . . . . .	2017,0	100	796,3	100	22,8	100
Надземная масса . . . . .	176,0		69,5		2,0	
Опад . . . . .	90,0		35,5		1,0	
Всего г/м <sup>2</sup> . . . . .	2283,0		901,3		25,8	
В ц/га:						
0—5 . . . . .	201,7		79,6		2,30	
0—35 . . . . .	178,2		70,3		2,05	
0—67 . . . . .	111,0		43,8		1,25	

\* Живые корни и полуразложившиеся остатки.

Так же как и в первых двух рассмотренных выше почвах, в луговой почве запасы растительных остатков распределяются следующим образом: 55% от общей их суммы находится в верхнем слое (0—4 см) и 22,9% в слое 4—15 см.

Таким образом, 78% всех растительных остатков сосредоточено в верхних 15 см, в остальных же 52 см—22% от их общего количества. Количества углерода и азота в них по почвенному профилю распределяются соответственно их массам.

Разделение растительных остатков в луговой почве на живые корни и мертвые остатки не производилось.

#### 4. Среднестолбчатый солонец. Целина (разр. 2008)

Растительность исследуемой площадки в основном представлена следующими видами: типчак (*Festuca sulcata*), полынь (*Artemisia maritima*), *Kochia*, присутствует также *Nostoc commune* и др.

Краткое описание разреза.

A 0—6 см	Коричневато-серый, белесоватый; бесструктурный, пронизан корнями растений; тяжелый суглинок.
B <sub>1</sub> 6—19 см	Неодиороден по цвету; столбчатый, столбики коричневой окраски; весьма плотный, вскипает с 15 см; тяжелый суглинок.
B <sub>2</sub> 19—30 см	Коричневато-бурый с темными подтеками по трещинам; ореховатый, призматидно-глыбистый; весьма плотный; глинистый.
B <sub>3</sub> 30—45 см	Аналогичен предыдущему.
B <sub>3C</sub> 45—65 см	Желто-бурая глина.

Количество надземной растительности и опада с учетной площадки выражается в следующих цифрах: надземная масса составляет 4,92 и 4,10 г, что в среднем равно 7,22 ц/га; отдельно *Nostoc commune* — 2,50 и 2,44 г, или 4,0 ц/га.

Таким образом, травостой на среднестолбчатом солонце в период наблюдений был довольно изреженным. Растительный опад с той же площадки также незначителен: 1,26 и 1,71 г, или 2,4 ц/га в среднем. В целом надземная масса и опад составляют 13,62 ц/га, что значительно меньше, чем на почвах черноземно-лугового ряда, рассмотренных выше.

Типичные представители растительности на солонцовой почве (*Artemisia maritima*, *Kochia*) отличаются по морфологическому строению корней от злаковой растительности тем, что имеют главный стержневой корень, от которого развиваются боковые корни с мелкими ответвлениями; корневая ткань одревесневшая. Дернины растения не образуют (Келлер, 1907). Эти обстоятельства снижают роль корней солонцовой растительности в гумусообразовании.

Данные по исследованию корневых систем приведены в табл. 7 и 8.

Таблица 7

Распределение растительных остатков типчаково-полынной группировки по профилю среднестолбчатого солонца. Разрез 2008

Горизонт и глубина, см	Объем в см <sup>3</sup> на 1 л почвы				Вес в г на 1 л почвы (мг/см <sup>3</sup> )			
	живые корни	полуразлож. остатки	сумма	в % от суммы в верхн. горизонте	живые корни	полуразлож. растит. остатки	сумма	в % от суммы в верхн. горизонте
A <sub>1</sub> 0—6 . . . .	18,93	13,33	32,26	100	5,93	3,42	7,85	100
B <sub>1</sub> 6—19 . . . .	6,18	1,42	7,60	23,6	1,92	0,49	2,41	30,7
B <sub>2</sub> 19—30 . . . .	5,53	0,92	6,45	20,0	1,46	0,20	1,66	21,1
B <sub>3</sub> 30—45 . . . .	1,12	0,31	1,43	4,4	0,30	0,43	0,73	9,3
B <sub>3C</sub> 45—65 . . . .	0,86	0,22	1,08	3,3	0,18	0,03	0,21	2,7

Из табл. 7 следует, что наибольшее скопление живых корней и мертвых остатков в единице объема почвы среднестолбчатого солонца наблюдается в слое 0—6 см. При переходе к столбчатому горизонту B<sub>1</sub> (6—19 см), где корни распределяются главным образом по трещинам и граням столбчатых отдельностей, вес их в том же объеме почвы резко уменьшается,

Таблица 8  
Запас растительных остатков и приблизительное содержание в них углерода и азота по профилю среднестолбчатого солонца  
(в г на 1 м<sup>2</sup>)

Горизонт и глубина, см	Всё воздушно-сухих растительных остатков				Приблизительное содержание углерода				Приблизительное содержание азота			
	живые корни	полуразлож. остатки	сумма	в % от общей суммы	живые корни	полуразлож. остатки	сумма	в % от общей суммы	живые корни	полуразлож. остатки	сумма	в % от общей суммы
A <sub>1</sub> 0—6	355,7	205,1	560,8	48,8	131,0	75,0	206,0	48,9	4,8	2,8	7,6	48,5
B <sub>1</sub> 6—19	249,8	63,4	312,2	27,3	92,0	23,0	115,0	27,3	3,4	0,9	4,3	27,4
B <sub>2</sub> 19—30	160,8	21,9	182,7	15,9	59,0	8,0	67,0	15,9	2,2	0,3	2,5	16,0
B <sub>3</sub> 30—45	44,6	6,6	51,2	4,4	16,0	2,0	18,0	4,3	0,6	0,009	0,69	4,4
B <sub>3C</sub> 45—65	36,8	5,6	42,4	3,6	13,0	2,0	15,0	3,6	0,5	0,008	0,58	3,7
Всего в слое 0—65	848,7	302,6	1150,3	100	311,0	110,0	421,0	100	11,5	4,17	15,67	100
Надземная масса . . . .				72,20								0,97
Отдельно <i>Nostoc commune</i> . . . .												0,54
Опад . . . .				40,0				45,0				0,30
Всего в г/м <sup>2</sup> . . . .				1286,5				470,5				16,94
В ц/га:												
0—6	35,6	20,5	56,1	48,8	13,1	7,5	20,6	0,48	0,28	0,76		
0—30	76,6	29,0	105,6	91,8	28,2	10,6	38,8	1,04	0,4	1,44		
0—65	84,9	30,3	115,0	100	31,1	11,0	42,1	1,15	0,42	1,57		

примерно в 4—5 раз. Крайне неблагоприятные физические свойства столбчатого горизонта B<sub>1</sub> — его высокая уплотненность, почти полная водонепроницаемость и, возможно, его химизм, повидимому, являются препятствием для проникновения корней вглубь.

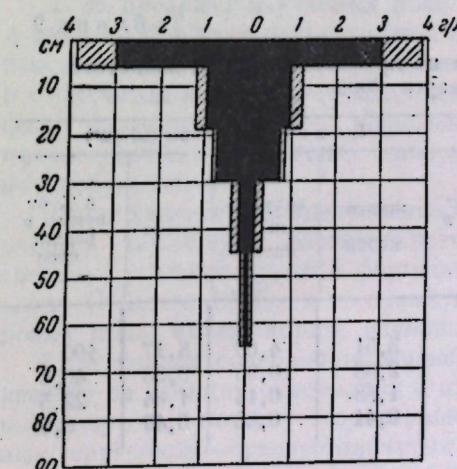


Рис. 5. Распределение живых корней и мертвых остатков типчаково-полынной растительной группировки по профилю среднестолбчатого солонца (Кутулук, Куйбышевская область).

(Обозначения те же, что и на рис. 2.)

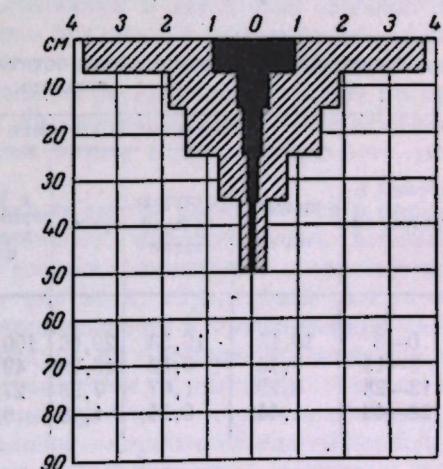


Рис. 6. Распределение живых корней и мертвых остатков типчаково-белополынной растительной группировки по профилю столбчатого солонца долины р. Малого Узеня (1942).

(Обозначения те же, что и на рис. 2.)

Общая масса растительных остатков (табл. 8) в среднестолбчатом солонце в г на 1 м<sup>2</sup> значительно меньше, чем в почвах черноземного типа.

При сопоставлении количеств живых корней и полуразложившихся остатков в столбчатом солонце на Кутулукском участке с соответствующими показателями по Малоузенскому стационару выявляется та же закономерность, что и для луговых почв, а именно: в столбчатом солонце Кутулука количество живых корней превышает количество мертвых остатков, в то время как для столбчатого солонца Малоузенского стационара эта закономерность имеет обратный характер. Рис. 5 и 6 наглядно подтверждают это.

### 5. Корково-глыбистый солонец. Целина (разр. 2009)

Растительность на исследуемой площадке в основном представлена следующими видами: очень много *Nostoc commune*, часто *Kochia*, полынь (*Artemisia maritima*), редко типчак (*Festuca sulcata*) и др.

Краткая характеристика исследуемой части профиля следующая:

$A_1$ 0—3 см	Светлосерый, белесоватый, при надавливании легко распадается на чешуйки и бесструктурную массу; корней мало; пылеватый, средний суглиник.
$B_1$ 3—13 см	Серовато-бурый, глыбистый; плотный; несколько больше корней, чем в горизонте $A_1$ ; тяжелый суглиник.
$B_2$ 13—28 см	Желто-бурый с серыми потеками и пятнами; прожилки солей; корней меньше; суглиник тяжелый.
$B_3$ 28—48 см	Темнобурый, изредка с бледнокоричневыми потеками органического вещества по трещинам и сероватыми пятнами; светлосерые пятнышки по ходам корней (признаки оглеения); уплотнен; тяжелый суглиник.

Вес надземной массы и растительного опада с учетной площадки 25 × 25 см составляет для травянистой растительности 5,49 и 9,81 г, среднее 7,61, а вместе с *Nostoc commune* 9,54 г, что составляет 153,0 г/м<sup>2</sup>, или 15,3 ц/га.

Растительный опад равен 51,0 г/м<sup>2</sup>, или 5,1 ц/га. Данные по учету корневых масс представлены в табл. 9 и 10.

Таблица 9

Распределение растительных остатков по профилю корково-глыбистого солонца. Разрез 2009

Горизонт и глубина, см	Объем в см <sup>3</sup> на 1 л почвы				Вес в г на 1 л почвы (мг/см <sup>3</sup> )			
	живые корни	полуразложившиеся остатки	сумма	в % от суммы в верхн. слое	живые корни	полуразложившиеся остатки	сумма	в % от суммы в верхн. слое
$A_1$ 0—3	10,13	16,53	26,66	100	3,51	4,66	8,17	100
$B_1$ 3—13	9,76	3,52	13,28	49,8	2,38	0,95	3,33	40,8
$B_2$ 13—28	6,29	1,07	7,36	27,6	1,68	0,16	1,84	22,5
$B_3$ 28—48	1,44	0,24	1,68	6,3	0,41	0,08	0,49	6,0

В табл. 9 приведены данные по распределению живых корней и мертвых полуразложившихся остатков по профилю корково-глыбистого солонца в единице объема почвы. Из этих данных следует, что наибольшая степень насыщенности почвы растительными остатками наблюдается, как обычно, в верхнем горизонте, с глубиной она уменьшается.

Характерно, что падение содержания корней от горизонта  $A$  к горизонту  $B_1$  не имеет столь резкого характера, как в почвах лугового типа, и еще более постепенно, чем в столбчатом солонце.

Аналогичный характер имеет и распределение запасов (табл. 10) растительных остатков по горизонтам почвенного профиля. Причины такого распределения корневых систем, повидимому, те же, что и в столбчатом

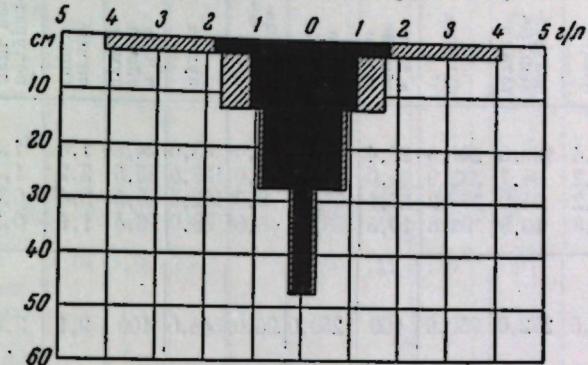


Рис. 7. Распределение живых корней и мертвых растительных остатков по профилю корково-глыбистого солонца (Кутулук, Куйбышевская область).  
(Обозначения те же, что и на рис. 2.)

солонце — это наличие растительности с глубоко проникающими корневыми системами, меньший запас питательных веществ в горизонте  $A$  и значительная укороченность этого горизонта в солонцовых почвах.

В результате рассмотрения данных по распределению корневых систем в почвах Кутулукского участка намечаются следующие закономерности:

1. Наибольшее количество живых корней и мертвых полуразложившихся остатков как по содержанию их в единице объема почвы, так и по общему весу наблюдается во всех почвах в верхних горизонтах, примерно до глубины 30 см.

2. В пределах изучаемых почв выделяются и некоторые особенности, а именно: в почвах лугового типа почвообразования концентрация корневых масс наиболее выражена в дерновом горизонте, ниже резко снижается; в столбчатом и корково-глыбистом солонцах распределение корней по профилю более равномерное; черноземы обыкновенные террасовые занимают промежуточное положение, однако они ближе к почвам лугового типа почвообразования.

Такой характер распределения корневых систем определяется в первую очередь характером растительного покрова; известно, что корневые системы растений луговой формации распространяются в поверхностных слоях (Келлер, 1907), в то время как растения, характерные для солонцовых почв, имеют корни, глубоко проникающие в нижележащие слои.

3. В почвах содержание корней вглубь по профилю убывает как по расчету на единицу объема, так и по общему весу в такой последовательности: луговые почвы — черноземовидные луговые — чернозем обыкновенный террасовый — среднестолбчатый солонец — корково-глыбистый солонец.

В том же порядке идет и содержание органического вещества: наибольший запас гумуса содержится в черноземовидной луговой почве, затем в обыкновенном черноземе и наименьшее количество в среднестолбчатом солонце.

4. Из сопоставления количеств масс живых корней и мертвых полуразложившихся остатков по луговым черноземовидным почвам и солонцам

Таблица 10

Запас растительных остатков и приблизительное содержание в них азота и углерода по профилю юрково-глыбистого солонца (в г на 1 м<sup>2</sup>)

Горизонт и глубина, см	Вес воздушно-сухих растительных остатков				Приблизит. содержание углерода				Приблизит. содержание азота			
	иные корни	полурас-татки	сумма	в % от общей сумме	иные корни	полурас-татки	сумма	в % от общей сумме	иные корни	полурас-татки	сумма	в % от общей сумме
A <sub>1</sub> 0—3	105,4	136,5	241,5	25,4	39,0	46,0	85,0	24,6	1,4	1,8	3,2	25,2
B <sub>1</sub> 3—13	238,2	94,7	332,9	35,0	88,0	35,0	123,0	35,5	3,2	1,3	4,5	35,5
B <sub>2</sub> 13—28	252,2	24,0	276,2	29,1	92,0	9,0	102,0	29,5	3,4	0,3	3,7	29,1
B <sub>3</sub> 28—48	82,8	16,8	99,6	10,5	50,0	6,0	36,0	10,4	1,1	0,2	1,3	10,2
Всего в слое 0—48	678,6	272,0	950,6	100	250,0	96,0	346,0	100	9,1	3,6	12,7	100
Наземная масса			122,0				44,8				1,6	
Отдельно <i>Nostoc com-</i>												
<i>tumpe</i>			30,0				11,0				0,2	
Опад			51,0				18,7				0,7	
Всего в г/м <sup>2</sup>			1152,8				420,5				15,2	
В ц/га:												
0—3	10,5	13,7	24,2		3,9	4,6	8,5		0,14	0,18	0,32	
0—28	59,6	25,5	85,10		22,0	9,0	31,0		0,80	0,34	1,14	
0—48	67,9	27,2	95,1		25,0	9,6	34,6		0,90	0,36	1,27	

Кутулукского участка (Куйбышевская обл.) и Малоузенского стационара (Саратовская обл.) следует, что в Кутулуке процессы разложения растительных остатков протекают, повидимому, более интенсивно, чем в условиях Малоузенского стационара. Одной из причин этих различий являются лучшие условия увлажнения в Кутулуке по сравнению с нижним Заволжьем.

#### СОДЕРЖАНИЕ И СОСТАВ ГУМУСА В ПОЧВАХ КУТУЛУКСКОГО УЧАСТКА

Содержание и состав гумуса определялись в черноземе обыкновенном террасовом (разр. 2014), черноземовидной луговой почве (разр. 2007) и в солонце среднестолбчатом (разр. 2008).

Как известно, наибольший контакт поверхности корней с минеральной частью почвы обеспечивает наиболее полное взаимодействие новообразованных гумусовых веществ с почвой, закрепление их, а следовательно, и накопление перегноя в почве. Поэтому содержание корневых остатков и характер их распределения по почвенному профилю в указанном ряду почв не могли не сказаться на содержании в них гумуса.

Высказанные соображения о взаимосвязи между растительным покровом, количеством и характером распределения корневых систем и содержанием гумуса находят подтверждение в данных, приведенных в табл. 11.

Из трех сопоставляемых почв — чернозем обыкновенный, черноземовидная луговая и солонец среднестолбчатый — наиболее обогащена гумусом черноземовидная луговая почва, наименее гумусирована солонец.

Таблица 11

Приблизительные запасы гумуса в почвах Кутулукского участка

Показатели для вычисления запасов гумуса	Черноземовидная луговая почва. Целина (разр. 2007)				Чернозем обыкновенный террасовый. Залежка (разр. 2014)				Солонец среднестолбчатый. Целина (разр. 2008)			
	A <sub>0—5</sub> см	A <sub>5—16</sub> см	B <sub>16—32</sub> см	сумма	A <sub>0—5</sub> см	A <sub>5—14</sub> см	B <sub>14—31</sub> см	сумма	A <sub>0—6</sub> см	B <sub>6—19</sub> см	сумма	
Углерод (С) в воздушно-сухой почве, %	4,94	4,10	2,52	11,56	4,06	3,33	2,18	9,57	3,01	1,58	4,58	
Гумус (С × 1,72), %	8,50	7,05	4,33	20,88	6,99	5,73	3,76	15,48	5,18	2,72	7,70	
Удельный вес скелета почвы *	1,01	1,09	1,40	3,50	1,09	1,11	1,16	3,36	1,15	1,45	3,60	
Вес почвы в центнерах на площадке в 1 м <sup>2</sup> на глубину горизонта . . . . .	0,505	1,199	2,240	4,944	0,545	0,999	1,972	4,516	0,690	1,885	4,365	
Количество общего гумуса, кг на 1 м <sup>2</sup> . . . . .	4,29	8,45	9,70	22,44	3,81	5,72	7,40	20,93	21,14	3,57	5,13	8,70
То же, ц/га . . . . .	429	845	970	2244	381	572	740	2114	357	513	870	
				1693								

\* Данные по удельному весу скелета почвы взяты из работ Е. И. Кочериной.

Это видно по данным процентного содержания перегноя и по общему количеству его, вычисленному послойно в горизонтах А и В с учетом объемного веса почв.

Своеобразие процесса гумусообразования и гумусонакопления в изучаемых почвах Кутулукского участка выявляется и по составу гумуса.

Исследование состава гумуса проводилось по методу И. В. Тюрина (1940). Схемы анализа предусматривают выделение следующих групп веществ.

1-я группа — вещества, растворимые в смеси спирта с бензолом (жиры, воска, смолы).

2-я группа — гуминовые кислоты, находящиеся в различных формах связи с минеральной частью почвы. Мы определяли две группы гуминовых кислот: а) выделяемые из откальцированной почвы многократной обработкой 0,1 н. NaOH и б) выделяемые после 1-й группы путем повторенной обработки почвы 0,1 н. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и нейтрализации 0,1 н. NaOH. В табл. 12 эти величины приведены в виде общей суммы.

3-я группа — «фульвокислоты», по схеме И. В. Тюрина этим термином обозначается группа веществ, остающихся в кислом растворе после осаждения гуминовых кислот.

Наконец, последняя, 4-я группа — органические вещества в остатке почвы после выделения всех фракций гумусовых веществ — гумины.

Полученные результаты по составу гумуса приведены в табл. 12.

Количество веществ, извлекаемых при экстрагировании почвы спирто-бензолом, невелико и составляет примерно 3—4% от всего количества

Таблица 12

Содержание и состав органических веществ в почвах Кутулукского участка (в % к воздушно-сухой почве и в % к общему углероду)

Почва	Горизонт и глубина, см	Углерод исходной почвы	Авт. почвой	C : N	Гумус <sup>2</sup> (Cx 1,72)	Углерод суммы гуминовых кислот	Углерод суммы фульвокислот	Углерод остатка	С гуминовых кислот С фульвокислот	Примечание
Черноземо-видная луговая	A <sub>1</sub> 5—16	4,10 100	0,38 —	10,8 —	7,05 —	1,92 46,83	0,68 16,59	0,92 22,44	2,82 3,03	Анализы Н. П. Бельчиковой
	B <sub>1</sub> 16—32	2,52 100	0,25 —	10,1 —	4,33 —	1,18 46,83	0,39 15,48	0,55 21,83		
Чернозем обыкновенный террасовый	A <sub>0</sub> 5—14	3,33 100	0,29 —	11,5 —	5,73 —	1,62 48,65	0,55 16,67	0,65 19,52	2,95 2,19	То же
	A <sub>1</sub> 14—31	2,18 100	0,20 —	10,9 —	3,75 —	1,03 47,25	0,47 21,56	0,40 18,35		
	B <sub>1</sub> 31—46	1,39 100	0,13 —	10,7 —	2,39 —	0,60 43,17	0,28 20,14	0,28 20,14	2,14 —	
Солонец среднестолбчатый	A 0—6	3,01 100	0,30 —	10,0 —	5,18 —	0,97 32,23	0,63 20,93	0,63 20,93	1,5 1,1	Анализы Н. А. Панковой
	B <sub>1</sub> 6—19	1,58 100	0,19 —	8,3 —	2,72 —	0,38 24,05	0,35 22,15	0,39 24,68		

гумуса; такого же порядка величины получены и при декальцировании почвы слабой  $H_2SO_4$ .

Количество органических веществ остатка после извлечения всех групп гумусовых веществ составляет 20—24% от общего углерода.

Весьма характерно количество гуминовых кислот в луговой черноземо-видной почве и в обыкновенном черноземе: оно составляет 46—48% от всего количества углерода и в 2—3 раза превышает количество фульвокислот.

В отличие от этих почв, в среднестолбчатом солонце количество гуминовых кислот значительно ниже — 32—34%; между тем, количество фульвокислот в этих почвах несколько выше, чем в почвах черноземно-лугового

типа; соотношение  $\frac{\text{С гуминовых кислот}}{\text{С фульвокислот}}$  составляет 1,5.

Таким образом, если в первой группе почв наблюдается явно выраженное преобладание гуминовых кислот над фульвокислотами, то в солонцах соотношение между этими группами гумусовых веществ уже слаживается.

Причины подобных различий сложны; с одной стороны, они объясняются различиями растительного покрова и, в частности, корневых систем: грубые корни доминирующих видов растительной группировки солонца, как полынь, *Kochia*, являются худшими источниками гумусовых веществ, нежели корни злаково-бобового разнотравья в луговых почвах и обыкновенном черноземе. С другой стороны, химизм почв, в особенности наличие обменного патрия, в солонцах существенно влияет на состав гумуса, способствуя пептизации гумусовых веществ и переходу их в более подвижные и более доступные микроорганизмам формы. Указания на интенсивное разрушение почвенного гумуса при наличии в почве обменного патрия имеются в ряде работ (Чижевский, 1932, 1933; Конопанова, 1937).

## ВЫВОДЫ

В итоге рассмотрения данных по содержанию и составу органических веществ почв Кутулукского опытного участка следует, что в одних и тех же климатических условиях процесс гумусообразования и накопления перегноя имеет для разных почв свои специфические черты. Последнее сказывается в общем количестве и распределении корневых остатков, в общем содержании перегноя и в его составе.

Причиной подобного рода различий являются: а) различия видового состава и мощности растительного покрова, б) химические и физико-химические свойства почвы, влияющие на направление происходящей в ней биологической деятельности.

В изучаемых нами почвах количество корневых остатков, представляющих основные источники перегноя в почве лугово-черноземного и степного ридов, уменьшается от луговой почвы к черноземо-видной луговой, далее к обыкновенному чернозему, среднестолбчатому солонцу и солонцу корково-глыбистому. В таком же порядке уменьшаются общий запас азота и количество перегноя; в составе же последнего сокращается содержание гуминовых кислот.

## ЛИТЕРАТУРА

- Антипов-Каратав И. Н., Савинов Н. И., Филиппова В. Н., Кочерина Е. И., Пиуновский Б. А., Сердобольский И. П., Соловьев В. А. Работы Малоузенского стационара. «Тр. Комиссии по ирригации», вып. 9, Изд. АН СССР, 1937.
- Качинский Н. А. Корневые системы растений в почвах подзолистого типа. «Тр. Моск. обл. с.-х. опыта. станции», ч. I, вып. 7. М., 1925.
- Качинский Н. А. Изучение физических свойств и корневых систем растений при территориальных почвенных исследованиях. Программа и методика работ. М., Сельхозгиз, 1930.
- Келлер Б. А. В области полупустыни. Ч. II. Очерки и заметки по флоре юга Царицынского уезда. Саратов, 1907.
- Конопанова М. М. Влияние обменных оснований на процессы разложения органического вещества в почве. «Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева АН СССР», т. XIV, 1937.
- Конопанова М. М. Природа органического вещества солонцов Заволжья. «Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева АН СССР и Нижневолгопроекта Наркомзеса СССР», т. XXIV, 1940.
- Конопанова М. М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. М.—Л., изд. АН СССР, 1951.
- Панкова Н. А. О гумусообразовании в некоторых почвах лесостепного пояса Ферганского хребта. «Тр. Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева АН СССР», т. XXXI, 1950.
- Савинов Н. И. и Панкова Н. А. Корневая система растительности целинных участков степей Заволжья. Сборник памяти акад. В. Р. Вильямса. Изд. АН СССР, 1942.
- Тихомиров И. К. и Рязанцева З. И. Климат Заволжья. М., 1939.
- Тюрик И. В. Из результатов работ по изучению состава гумуса в почвах СССР. «Пробл. сов. почвоведения», Сб. XI. Изд. АН СССР, 1940.
- Чижевский М. Г. Интенсивность разложения органического вещества почвы в зависимости от рода поглощенного катиона. «Химизация соц. земледелия», 1932, № 7—8; 1933, № 2.
- Чижов Б. А. Особенности развития и распределения корневых систем культурных растений в темнокаштановой и солонцовой почве. «Тр. Ин-та засухи», т. I, вып. 2. Саратов, 1931.

Д. М. ХЕЙФЕЦ

## К ВОПРОСУ О ПИТАТЕЛЬНОМ РЕЖИМЕ ТЕРРАСОВЫХ ПОЧВ КУТУЛУКСКОГО ОРОШАЕМОГО МАССИВА

Весной 1941 г. была начата работа по изучению питательного режима орошаемых почв Заволжья как фактора повышения урожайности сельскохозяйственных растений. Осенью того же года работу пришлось прекратить, ограничившись минимумом исследований, проводившихся в следующем направлении:

- 1) изучение краткой характеристики некоторых почв, расположенных вблизи р. Кутулука;
- 2) изучение эффективности минеральных удобрений на этих почвах;
- 3) выяснение возможности улучшения питательного режима солонцов, расположенных вблизи Кутулука, путем изменения соотношения питательных веществ, микро- и макроэлементов и соотношения катионов;
- 4) изучение влияния различной влажности некоторых из исследуемых почв на использование растениями питательных веществ почвы и удобрений.

Объектом для исследования служили почвы, расположенные вблизи р. Кутулука. Список этих почв с указанием, кем они описаны, приводится в табл. 1.

Таблица 1

## Список почв, изучавшихся в опыте

Почва	Глубина взятия образцов, см	Откуда взят образец	№ разрезов, находящихся рядом, и кем они описаны
Чернозем террасовый выщелоченный . . . . .	0—20; 23—33	В понижении	Разр. 229. Описан П. М. Новиковым
Чернозем террасовый обыкновенный . . . . .	0—20; 23—33	С парового поля	Разр. 97. Описан Е. И. Кочериной и П. М. Новиковым
Черноземовидная луговая . . . . .	0—23	С солонцовой депрессии	Разрез 7. Описан Е. И. Кочериной
Солонец (изучался в лаборатории) . . . . .	0—3; 3—10	На расстоянии около 10 м от черноземовидной	Разрез 624. Описан П. М. Новиковым
Солонец (изучался в вегетационном опыте) . . . . .	0—22	Там же	Там же

Все образцы перечисленных почв были взяты автором в 1941 г. и после анализов, характеризующих некоторые физические и химические особенности их, в том же году с ними были поставлены вегетационные опыты. Результаты анализов приведены в табл. 2, 3 и 4.

Таблица 2  
Гигроскопическая вода, влагоемкость и влажность в изучавшихся почвах  
(в % на абсолютно сухую почву)

Почва	Глубина взятия образца, см	Гигроскопическая вода	Влагоемкость		Влажность почвы и момент набухания вегетационных сосудов
			полная	калийно-подвешенной воды	
Чернозем террасовый выщелоченный . . . . .	0—20	3,6	53	47	13,9
	23—33	3,8	48	45	9,5
Чернозем обыкновенный террасовый . . . . .	0—20	3,7	44	36	8,9
	23—33	4,1	43	45	8,0
Черноземовидная луговая . . . . .	0—23	3,7	64	63	14,0
Солонец . . . . .	0—3	1,4	—	—	—
	3—10	3,3	—	—	—
	0—22	—	—	—	10,2

Таблица 3  
Поглощенные катионы в некоторых почвах Кутулукского орошаемого массива

Почва	Глубина взятия образца, см	Поглощенные катионы				Нак. сумма %
		Ca	Mg	Na	сумма	
Чернозем террасовый выщелоченный . . . . .	0—20	23,5	7,5	0,17	31,1	0,51
	23—33	22,7	6,1	0,26	29,0	0,89
Чернозем обыкновенный террасовый . . . . .	0—20	21,9	6,8	0,16	28,9	0,56
	23—33	21,5	7,3	0,43	29,4	1,46
Черноземовидная луговая . . . . .	0—23	30,7	9,7	0,86	41,3	2,10
Солонец . . . . .	0—3	4,2	3,3	2,36	9,8	24,18
	3—10	8,6	6,3	13,85	28,7	48,20

Таблица 4

## Содержание гумуса, фосфора и азота в некоторых почвах Кутулукского орошаемого массива

Почва	Гумус, %	$P_2O_5$ , мг на 100 г почвы		$P_2O_5$ органическая, % от валовой	Содержание органической $P_2O_5$ в гумусе, %	N, %
		валовая	органическая *			
Чернозем террасовый выщелоченный . . . . .	6,7	154	74	50	1,10	0,32
Чернозем обыкновенный террасовый . . . . .	4,7	126	42	33	0,90	0,28
Черноземовидная луговая . . . . .	8,3	143	74	52	0,89	0,55
Солонец . . . . .	1,4	108	9	8	0,64	0,09

\*  $P_2O_5$ , связанная с органическим веществом почвы, условно, для краткости, обозначается — органическая  $P_2O_5$ .

Из данных табл. 2, 3 и 4 видно, что содержание поглощенных катионов выражается близкими цифрами, особенно для пахотных горизонтов обоих изучавшихся черноземов; содержание же гумуса и влагоемкость значительно выше в выщелоченном черноземе, чем в обыкновенном. В черноземовидной почве влагоемкость, содержание поглощенных катионов и гумуса значительно выше, чем в упомянутых двух почвах, но в ней наблюдаются увеличение поглощенного натрия и относительное увеличение его к сумме поглощенных катионов. Наконец, на солонце, как и следовало ожидать, резко меняется отношение кальция и магния к натрию, содержание

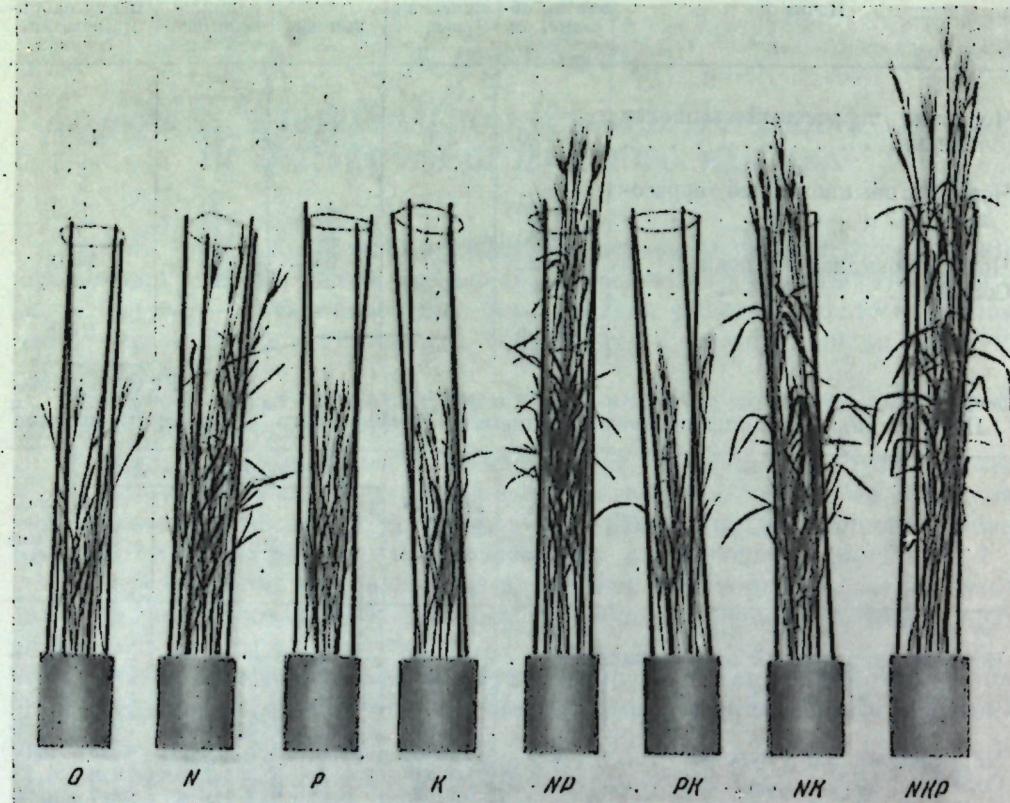


Рис. 1. Влияние минеральных удобрений на урожай пшеницы. Чернозем обыкновенный террасовый, глубина 0–20 см.

которого в нижнем горизонте достигает 14%, т. е. составляет почти одну треть от суммы поглощенных оснований этой почвы. Содержание гумуса в солонце падает до 1,3–1,4%. Количество валового фосфора, а особенно фосфора, связанного с органическим веществом, различно в изучаемых почвах и хорошо коррелирует с количеством гумуса в них. Различие в аналитических данных с глубиной наблюдается только на солонце.

5–10 июня были поставлены опыты в вегетационном павильоне Долгопрудной агрохимической опытной станции в стеклянных сосудах 15×20 см. Опытным растением служила яровая пшеница Гордеевформе Кинельской селекции. Удобрения вносились в формах  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4$  в дозах 0,5 г N и  $\text{K}_2\text{O}$  и 0,25 г  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Полив производился из расчета 80% от капиллярной влагоемкости подвешенной воды, за исключением тех опытов, полив которых предусмотрен по особой схеме.

Пшеница была посажена 10 июня, убрана в стадии полной зрелости с 4 по 10 сентября 1941 г.<sup>1</sup>

Цель опытов была следующая: 1) выявить влияние минеральных удобрений на урожай пшеницы на различных типах почв Кутулукского мас-

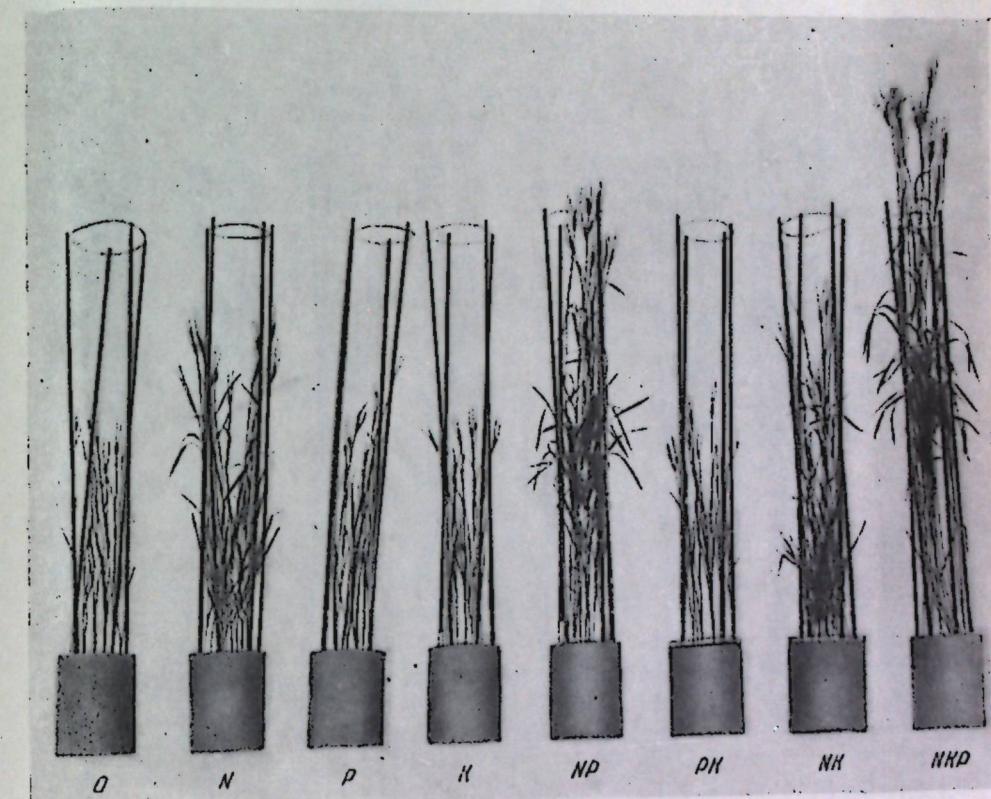


Рис. 2. Влияние минеральных удобрений на урожай пшеницы. Чернозем обыкновенный террасовый, глубина 23–33 см.

сива, 2) сравнить влияние различной влажности почвы (в опыте) на урожай пшеницы и 3) выявить влияние различных мелиорирующих веществ на рост пшеницы на солонце. Результаты опытов приведены в табл. 5–7.

Из данных табл. 5 и рис. 1 и 2 видно, что без удобрений на черноземе обыкновенном террасовом в условиях вегетационного опыта пшеница дает ничтожные урожаи, при внесении в почву азота урожаи возрастают в 3 раза, азота и фосфора — почти в 4 раза; внесение калия еще более увеличивает урожай зерна. Наиболее резко отзывается пшеница в условиях опыта на внесение азотных удобрений. Подпахотный слой чернозема обыкновенного дает урожай пшеницы, в 2 раза более низкий, чем пахотный слой; внесение азота и фосфора увеличивает общий урожай растений в 5 раз, а урожай зерна в 10 раз; совместное внесение азота, фосфора и калия выравнивает урожаи на пахотном и подпахотном горизонтах почвы.

Следует отметить, что на подпахотном горизонте эффект от внесения фосфора без калия значительно слабее, чем на пахотном, и внесение фосфора

<sup>1</sup> Уборка и учет урожая были выполнены А. И. Шапошниковой.

фона на фоне азота значительно резче повышает урожай пшеницы, чем на пахотном слое, что указывает на уменьшение количества усвояемого растением фосфора с глубиной.

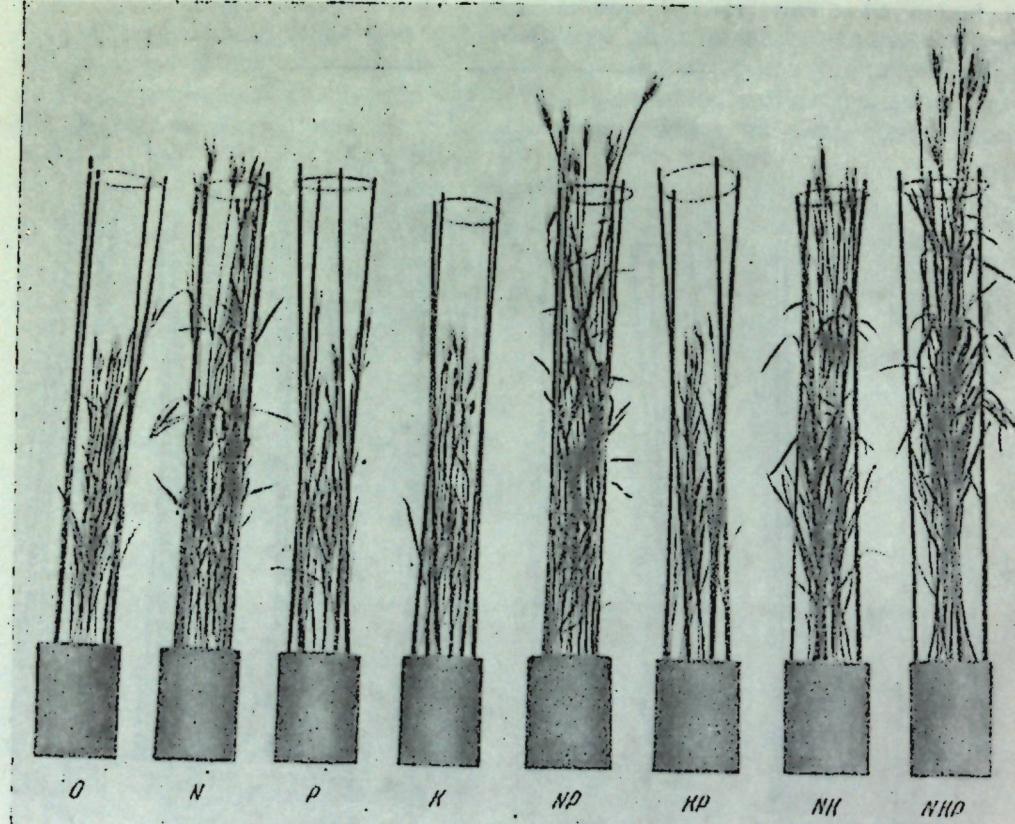


Рис. 3. Влияние минеральных удобрений на урожай пшеницы. Чернозем выщелоченный террасовый, глубина 0—20 см.

Таблица 5  
Влияние минеральных удобрений на урожай пшеницы на черноземе обыкновенном террасовом. Вегетационный опыт 1941 г. (в г на сосуд)

Схема опыта	Пахотный слой (0—20 см)			Подпахотный слой (23—33 см)		
	общий урожай	зерно	солома	общий урожай	зерно	солома
Без удобрения	7,4	2,3	5,1	4,4	0,8	3,6
N	21,4	8,1	13,3	10,6	4,1	6,6
P	7,8	2,3	5,5	4,8	0,9	3,9
K	7,0	2,3	4,7	4,5	0,8	3,7
NP	27,0	9,9	17,1	23,2	9,4	13,8
KP	7,0	1,9	5,1	5,5	1,7	3,8
NK	22,7	9,4	13,3	10,2	3,7	6,5
NKP	32,1	13,6	18,5	33,6	13,9	19,8
Средняя ошибка опыта	1,52	0,68	—	1,13	0,66	—

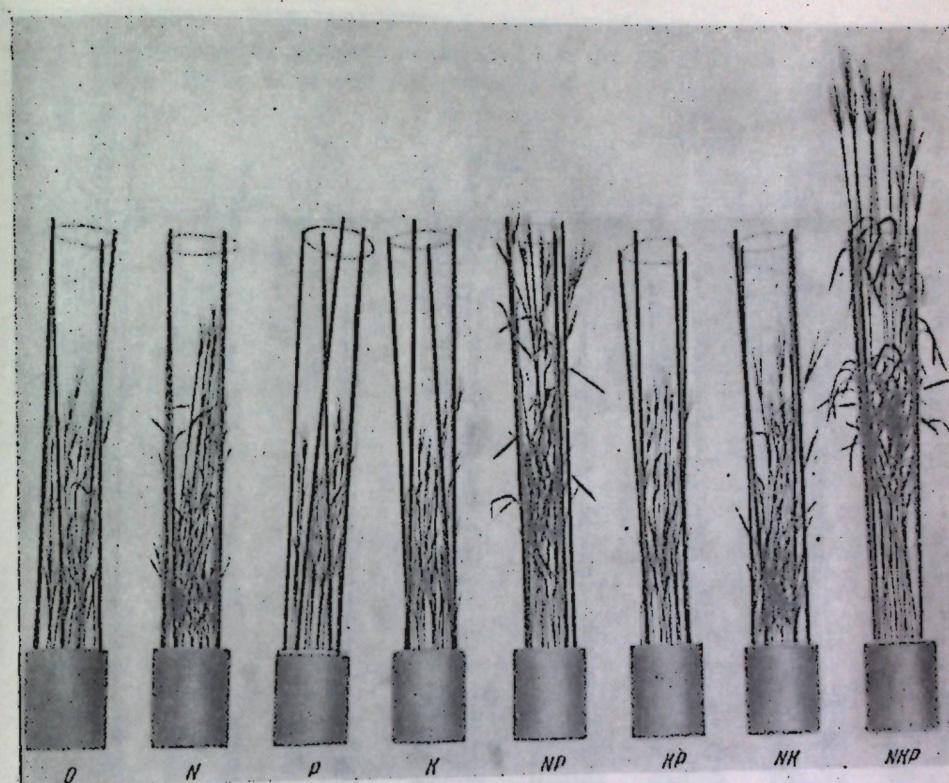


Рис. 4. Влияние минеральных удобрений на урожай пшеницы. Чернозем выщелоченный террасовый, глубина 23—33 см.

Таблица 6

Влияние минеральных удобрений на урожай пшеницы на террасовом выщелоченном черноземе. Вегетационный опыт 1941 г.  
(в г на сосуд)

Схема опыта	Пахотный слой (0—20 см)			Подпахотный слой (23—33 см)		
	общий урожай	зерно	солома	общий урожай	зерно	солома
Без удобрения	6,0	1,5	4,5	3,7	0,7	3,0
N	20,0	8,1	11,9	9,7	3,9	5,9
P	7,4	2,7	4,7	4,7	0,6	4,1
K	6,4	2,1	4,3	4,6	1,1	3,5
NP	22,3	9,2	13,1	21,9	8,8	13,2
KP	6,6	2,5	4,1	4,4	0,4	3,7
NK	23,0	9,4	13,6	10,2	4,0	6,2
NKP	30,8	12,7	18,2	28,2	11,7	16,3
Средняя ошибка опыта	1,34	0,65	—	0,80	0,58	—

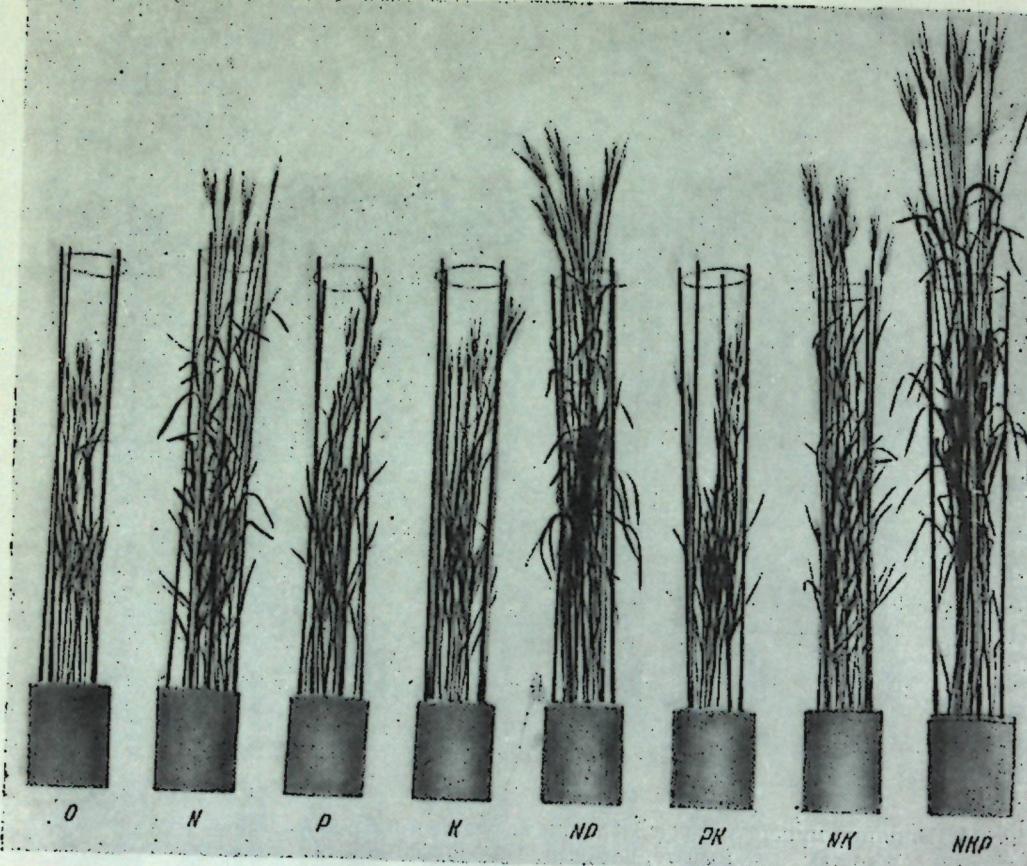


Рис. 5. Влияние минеральных удобрений на урожай пшеницы. Черноземовидная луговая почва.

Из данных, приведенных в табл. 6, видно, что на выщелоченном черноземе, в отличие от обычного, фосфор почти не дает реакции на фоне одного азота, эффект от N и NP одинаков. Можно предположить, что на выщелоченном черноземе потребность в фосфоре меньше, чем на обычном, а в калии больше. Это совпадает с обычным представлением об особенностях обычных и выщелоченных черноземов. На последних можно ждать некоторого расщатывания фосфатов, а на обычных — большей обеспеченности катионами — калием.

Особый интерес вызывают данные о черноземовидной почве. Можно отметить, что растения на черноземовидной почве развиваются лучше, чем на обоих видах чернозема, изучавшихся в опыте. Данные урожайности (табл. 7 и рис. 5) подтверждают высказывание о положении как в отношении неудобренных почв, так и для почв, удобренных различными комбинациями азота, фосфора и калия. Общие урожай пшеницы (зерна и соломы вместе) и урожай зерна получились в 1,5 раза выше, чем на описанных выше черноземах; внесение в почву одного азота удваивает урожай, азота и фосфора утраивает, внесение калия продолжает повышать урожай; внесение же азота, фосфора и калия одновременно увеличивает урожай вчетверо против урожая в сосудах с неудобренной почвой.

На солонце, как и следовало ожидать, всходы быстро погибли. Через 2 недели после посева неразвернувшиеся листочки погибли и на почве

без удобрения, и там, где были внесены удобрения. Было поставлено несколько опытов, в которых делались попытки исправить отрицательные свойства солонцов изменением соотношения катионов, микро- и макроэлементов и смешением солонца с черноземом.

Таблица 7  
Влияние минеральных удобрений на урожай пшеницы на черноземовидной луговой почве. Вегетационный опыт 1941 г.  
(в г на сосуд)

Схема опыта	Урожай		
	общий	зерно	солома
Без удобрения . . . . .	11,4	4,7	6,7
N . . . . .	22,8	7,6	15,2
P . . . . .	14,5	5,5	9,0
K . . . . .	11,6	4,1	7,5
NP . . . . .	37,2	13,4	23,8
KP . . . . .	12,9	4,4	8,5
NK . . . . .	22,4	7,2	15,2
NPK . . . . .	47,8	17,7	30,1
Средняя ошибка опыта . . . . .	1,18	0,57	—

В табл. 8 сведены результаты этих опытов и для сравнения приведены некоторые данные по чернозему.

Таблица 8  
Влияние минеральных удобрений на солонец, чернозем и на смесь солонца с черноземом. Вегетационный опыт 1941 г.  
(в г на сосуд)

Схема опыта	Солонец			Чернозем			Смесь солонца с черноземом (1:1)		
	общий вес растений	вес зерна	вес соломы	общий вес растений	вес зерна	вес соломы	общий вес растений	вес зерна	вес соломы
Без удобрения				11,3	4,1	7,2	10,9	3,4	7,5
N	Всходы погибли			27,6	11,1	16,5	9,0	2,8	6,2
NK				30,8	13,1	17,7	10,7	3,3	7,1
NPK				31,8	13,2	18,7	12,7	3,1	9,6
NPK + $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	4,0	0	4,0	—	—	—	10,8	3,8	7,0
NPK + $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1,3	0	1,3	—	—	—	11,8	4,4	7,4
NPK + B	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NPK + $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NPK + сумма микроэлементов	Всходы погибли			—	—	—	—	—	—

Из данных табл. 8 видно, что ни изменение соотношения катионов ( $\text{CaSO}_4$  и  $\text{MgSO}_4$ ), ни добавка микроэлементов не дали никакого или почти никакого эффекта в отношении улучшения свойств почвы. Что же касается смеси солонца с черноземом, то наблюдается, что без удоб-

рений урожаи в сосудах со смесью солонца с черноземом сравнялись с урожаями в сосудах с одним черноземом; при внесении же минеральных удобрений урожай пшеницы получился более чем в 2 раза ниже, чем на одном черноземе.

Далее проводился опыт с целью изучения влияния различной влажности почвы во время роста растений в условиях поливного хозяйства на использование растениями питательных веществ почвы и удобрения. Для этого почвы в части сосудов поливались ежедневно из расчета 80% от капиллярной влагоемкости подвешенной воды, в другой же части сосудов почвы в параллельных комбинациях поливались до 100% той же величины, причем полив производился периодически после того, как количество воды в сосуде уменьшалось до 60%.

Схема и результаты этого опыта приводятся в табл. 9.

Таблица 9.

Влияние различной влажности почвы на урожай пшеницы в вегетационном опыте 1941 г.  
(в г на сосуд)

Почва	Полив	Без удобрений	N	P	K	NP	PK	NK	NPK	Средняя ошибка опыта
Чернозем обыкновенный террасовый	Постоянный	7,4	21,4	7,8	7,0	27,0	7,0	22,7	32,1	1,56
	Периодический	6,8	22,6	8,1	7,7	26,2	7,1	20,5	31,8	1,48
Чернозем выщелоченный террасовый	Постоянный	6,0	20,0	7,4	6,4	22,3	6,6	23,0	30,8	1,56
	Периодический	6,6	18,1	6,6	6,2	27,2	5,4	20,5	33,1	0,91

В условиях данного опыта способ полива не оказал влияния на урожай пшеницы.

#### ВЫВОДЫ

Сопоставляя немногочисленные аналитические данные табл. 2, 3 и 4 с данными одногодичных вегетационных опытов (табл. 5, 6, 7, 8 и 9), можно сделать следующие предварительные выводы.

1. Обыкновенный и выщелоченный террасовые черноземы Кутулукского орошаемого массива характеризуются почти одинаковым содержанием поглощенных оснований, но различной влагоемкостью и различным содержанием гумуса и фосфора, как валового, так и особенно связанного с органическим веществом почвы. Обе эти почвы в вегетационных опытах с пшеницей проявили себя одинаково; урожай пшеницы без удобрений получился одинаково ничтожный; отмечались резкая отзывчивость растений на внесенный в почву азот, меньшая, но достаточно большая реакция на внесение фосфора и еще меньшая — на внесение калия; с глубиной одинаково растет отзывчивость растений на внесение фосфора.

2. Различный способ полива как на обыкновенном, так и на выщелоченном террасовых черноземах влияния на рост растений не оказал.

3. Черноземовидная луговая почва характеризуется значительно более высокой влагоемкостью, чем указанные черноземы, более высоким содержанием поглощенных катионов и гумуса; по содержанию фосфора она приближается к выщелоченному чернозему.

В вегетационном опыте развитие растений и урожай пшеницы на черноземовидной почве были значительно лучшими, чем на двух описанных черноземах; внесение одного азота удваивает урожай, азота и фосфора — утраивает, а внесение азота, фосфора и калия одновременно увеличивает урожай более чем вчетверо против урожая в неудобренных сосудах.

4. Солонец Кутулукского орошаемого массива характеризуется очень большим содержанием натрия, небольшим содержанием гумуса, фосфора как валового, так и в особенности связанного с органическим веществом. Растения на солонце погибли. Намеченные в работе пути улучшения свойств солонца как среды для роста сельскохозяйственных растений — изменение соотношения кальция и магния, изменение соотношения макро- и микроэлементов дополнительным внесением последних — не привели к положительным результатам. Смешение солонца с черноземом в условиях опыта дало некоторый положительный эффект, особенно в сосудах с неудобренной почвой.

ИСКРАВЛЕНИЯ И ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
22	5 сн.	темнобурого	желто-бурого
64	табл. 12, гр. 3	2,72	2,62
72	табл. 25, гр. 6	СНО <sup>3</sup>	СО <sup>3</sup>
75	табл. 30, гр. 13	SHO <sup>n</sup>	SO <sup>n</sup>
78	3 сн.	изнанчительных	изнанчимых
134	3 сн.	содержание гумуса в CO <sub>2</sub>	содержание гумуса и CO <sub>2</sub>
13		1 : 500	1 : 500
156	14 сн.	0,25—0,01	0,25—0,05
169	табл. 91, гр. 4	(рис. 21)	(рис. 18)
16		0,51	0,298
47		0,298	0,51
156		поглощающие	поглощенные
233		2 — чернозем обыкновен- ный, вторая терраса, разрез 13К;	5 — чернозем осоло- девающий, первая тер- раса, разрез 422.
239	34 сн.		
227	табл. 113, гр. 3, 2 сн., гр. 4, 2 сн.		
274	Подпись под рис. 9		
274	Подпись под рис. 9		

Труды почв. ин-та, т. XXXVII

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	3
<i>Н. А. Качинский.</i> Краткие итоги почвенных исследований на Кутулукском массиве орошения Куйбышевской области . . . . .	5
<i>П. М. Новиков.</i> Террасовые почвы среднего Заволжья, их генезис и эволюция (на примере Кутулукского массива орошения) . . . . .	13
I. История почвенных и гидрогеологических исследований . . . . .	13
II. Физико-географические условия почвообразования на Кутулукском массиве орошения . . . . .	16
III. Почвенный покров Кутулукского массива орошения . . . . .	47
IV. Кутулукская опытная территория . . . . .	156
Выходы . . . . .	233
Литература . . . . .	239
<i>Е. П. Кочерина.</i> Физические свойства почв террас реки Кутулука Куйбышевской области . . . . .	242
<i>В. Н. Димо.</i> Основные тепловые свойства некоторых почв террас Кутулука . . . . .	312
<i>Н. А. Панкова.</i> Содержание и состав органических веществ в некоторых почвах Кутулукского опытного участка . . . . .	329
<i>Д. М. Хейфец.</i> К вопросу о питательном режиме террасовых почв Кутулукского орошаемого массива . . . . .	346

Печатается по постановлению Редакционно-издательского совета Академии Наук СССР

Редактор издательства *А. В. Бирюна*. Технический редактор *Н. А. Невраева*.

Корректор *Н. П. Буранова*.

РИСО АН СССР № 5048. Т-07901. Издат. № 3521. Тип. заказ № 360. Подп. и печ. 22/IX 1952 г.  
Формат бум. 70×108<sup>1/4</sup>. Бум. л. 11,125. + 4 вклейки. Печ. л. 30,48. Уч.-издат. 29,5+4 вклейки  
(1,6 уч.-изд. л.) Тираж 1200. Цена по предварительному 1952 г. 21 р. 65 к.

2-я тип. Издательство Академии Наук СССР. Москва, Шубинский пер., д. 10