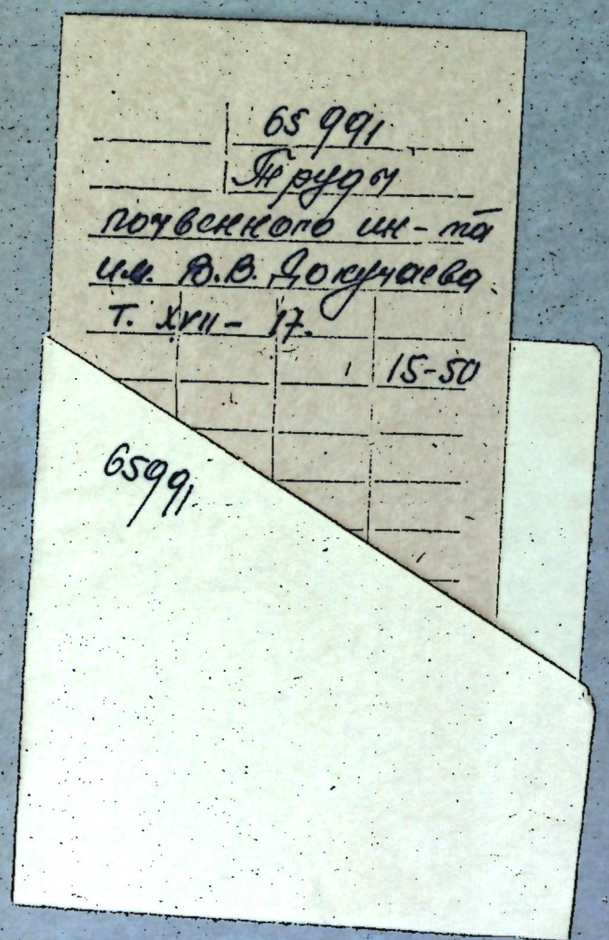
11-64

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА ИМЕНИ В. В. ДОКУЧАЕВА
ACADEMY OF SCIENCES OF THE USSR
TRANSACTIONS OF THE DOKUCHAIEV SOIL INSTITUTE

ТОМ XVII

РАБОТЫ СЕКТОРА ПЕСКОВ И ПУСТЫНЬ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР


65991
Труды
почвенного ин-та
им. В.В. Докучаева
Т. XVII - 17.
15-50
65991

11-69

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА ИМЕНИ В. В. ДОКУЧАЕВА
ACADEMY OF SCIENCES OF THE USSR
TRANSACTIONS OF THE DOKUCHAIEV SOIL INSTITUTE

ТОМ XVII

РАБОТЫ СЕКТОРА ПЕСКОВ И ПУСТЫНЬ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА 1938 ЛЕНИНГРАД

[631.4 Ч]

Ответственный редактор издания акад. *Б. А. Келлер*

65991.
Библиотека Киргизского Филиала А.Н. СССР

Редактор В. П. Иванов

Технический редактор И. П. Пошехонцев. Корректор М. А. Афанасьева.

Сдано в набор 19/X 1937 г. Подписано к печати 19/III 1938 г. Формат 72×105¹/₁₆. Объем 15¹/₄ п. л. и 2 вкл. 48 500 п. зн. в п. л., 17 уч.-авт. л., 70 рис. Тираж 1500 экз. Уполн. Главлита № Б-39413. АНИ № 697. РИСО № 525. Заказ № 4037.

1-я Образцовая типография Огиза РСФСР треста „Полиграфкнига". Москва, Валовая, 28.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Предисловие акад. *Б. А. Келлер* 5

Т. Ф. ЯКУБОВ

Пески Нарын полупустынного Нижнего Заволжья 7
Введение 7
Общее описание песков 10
Геологическое строение района песков 13
Генезис и эволюция песков 17
Основные ландшафты и типы песков и песчаных почв массива Нарын . . 28
Рост древесных культур в бугристых песках 77
Почвообразование в песках под влиянием древесной растительности . . 84
Древесная растительность и грунтовые воды в песках 95
Общие выводы 106
Литература 111
Приложения 114

А. Н. РОЗАНОВ

Пески Ферганской долины 119
Введение 119
Физико-географические условия 120
История исследований 127
Общая характеристика песков Ферганы 128
Краткая характеристика песчаных районов Ферганской долины 151
Основные пути мелиорации и хозяйственного освоения песков Ферганской долины 156
Литература 161

С. С. СОБОЛЕВ

К методике экспедиционных почвенных исследований песков степи и лесостепи Европейской части СССР 163
Введение 163
Процесс полевой работы и камеральная обработка материалов 169
Изучение геоморфологии, геологического строения и гидрогеологии песчаных пространств 176
Изучение мезорельефа песчаных пространств 203
Изучение почвенного покрова песчаных пространств и составление почвенных карт 222
Специализированные исследования песчаных пространств 238
Литература 240

ПРЕДИСЛОВИЕ

Пески в южных частях нашего Союза занимают значительные площади и представляют такие угодья, которые в общем легко поддаются хозяйственному освоению. Но самый характер и цели этого освоения бывают резко различны в зависимости от экономического состояния и интенсивности хозяйства и культуры в соответствующем районе. В Воронежской области и на Украине на левых надлуговых террасах рек тянутся обширные полосы песков, которые часто попадают под приусадебные участки в местностях, густо населенных и высоко освоенных в земледельческом отношении. На таких песках ставится вопрос о разведении виноградников, плодовых садов, лесоохранных насаждений и т. п. В полупустынных и пустынных районах методы и цели освоения песков, в основном, могут быть направлены на использование их для животноводства, древоводства, развития оазисного земледелия, а также в местах промышленных новостроек, например, для целей озеленения.

Сектор песков и пустынь Почвенного института Академии Наук одной из своих задач ставит составление монографических сводок по основным песчаным районам нашего Союза. В настоящем сборнике, кроме двух обзорных статей по пескам Нарына и Ферганы, отражена и методическая работа сектора.

Работа Т. Ф. Якубова «Пески Нарын полупустынного Нижнего Заволжья» представляет часть диссертации, которую ее автор с полным успехом защитил на степень кандидата геологических наук. Работа содержит много оригинального материала по генезису и хозяйственному использованию песков Нарын. Эти пески получают в настоящее время особенный интерес и значение в связи с обширными агролесомелиоративными мероприятиями и грандиозным проектом орошения в Нижнем Заволжье. Да и в современном своем виде пески Нарын используются в хозяйственном отношении недостаточно целесообразно и интенсивно. Автор в своей работе дает и теоретическую основу, и ряд ценных производственных указаний

для использования песков Нарын при разных упомянутых выше задачах и условиях.

Работа А. Н. Розанова посвящена пескам Ферганской долины. Автор характеризует различные типы этих песков с точки зрения их природных свойств и приходит к определенным выводам о способах и формах их хозяйственного освоения. В интенсивно освоенном хлопковом поясе Ферганы существование значительных площадей «диких» песков является хозяйственно неоправданным, тем более, что в ряде районов пески приносят большой вред, засыпая окраины культурных оазисов. Между тем, здесь, в условиях сухих субтропиков, пески могут быть использованы для разведения ценных древесных пород и плодовых культур — винограда, фисташки, инжира, абрикоса и др. Работа А. Н. Розанова дает для этого теоретическую основу и прямые ценные производственные указания.

Работа С. С. Соболева посвящена вопросам методики исследования песков степей и лесостепей Европейской части СССР. В ней автор излагает методику геоморфологического исследования песков, водного режима, почв и других особенностей их, имеющих непосредственное отношение к хозяйственному освоению песчаных массивов. С выпуском этой работы в свет устраняется один из существенных пробелов в нашей литературе о песках, так как существующие методические руководства касались преимущественно методики геоботанического исследования.

Москва, 9 марта 1937 г.

Акад. *Б. Келлер*

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

1938. ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА ИМЕНИ В. В. ДОКУЧАЕВА. Том XVII

Т. Ф. ЯКУБОВ

ПЕСКИ НАРЫН ПОЛУПУСТЫННОГО НИЖНЕГО ЗАВОЛЖЬЯ

«Где пески, там жизнь»

Казахская пословица

ВВЕДЕНИЕ

Постановление партии и правительства о борьбе с засухой и орошении засушливого Заволжья, с целью превращения его в прочную зерновую базу, в полной мере касается и тех огромных площадей песков и песчаных почв, которые сосредоточены в Заволжье. Помимо разрешения зерновой проблемы, в пределах засушливого Заволжья выдвигается не менее актуальная проблема — создание мощной базы социалистического животноводческого хозяйства. Южная — песчаная — часть Заволжья в прошлом являлась ареной кочевого животноводческого хозяйства, где было сосредоточено огромное количество скота. Хозяйство бывших кочевников (казахи, калмыки и др.) носило явно экстенсивный характер, скот почти круглый год содержался на подножном корму. Отсутствие кормозаготовок, при передких неурожаях трав вследствие засух, при мощном снегопаде и погребении под снегом и без того скудной растительности, при гололедицах, часто являлось причиной катастрофических падений поголовья скота (джуты).

Особую роль в кормовом балансе кочевого хозяйства играли пески и песчаные почвы. Благодаря специфическим свойствам песчаного субстрата (водно-солевому режиму) они даже в годы максимально засушливые давали вполне удовлетворительный урожай. Поэтому пески и песчаные почвы, где кочевник находил достаточный корм и воду, а зимой и убежище от стужи и буранов, являлись местом концентрации большого количества скота. Помимо этого, в песках, благодаря расчлененному характеру их рельефа, скот даже в годы с довольно мощным снегопадом всегда находил достаточное количество корма. Отсюда, собственно, и смысл указанной выше казахской народной пословицы — «где пески, там жизнь!»

В результате бесконтрольного и нерационального использования растительности, скрепляющей рыхлые песчаные почвы и пески, главным образом вследствие выпаса и частично вследствие рубки и корчевки древесно-кустарниковой растительности, почва разбивалась, приходила в подвижное состояние, образуя голые, перевевающиеся бугристые пески и барханы.

В лучшем случае разбитые пески покрывались единичными растениями — псаммофитами.

Таким образом площадь непродуцирующих, либо слабо продуцирующих оголенных песков постепенно увеличивалась.

Использование кормовых запасов песков, а следовательно и их разбивание, приняло совершенно хищнический характер с проникновением торгового капитала, когда скотовод-бай, в погоне за наживой, довел до максимума размер и интенсивность использования песчано-пастбищных угодий. Это обстоятельство, при стабильности размеров выпасных территорий, не замедлило сказаться на состоянии скотоводства района в целом. Мы видим, как постепенно, год за годом, сокращается поголовье скота, и хозяйство к началу империалистической войны обнаруживает сильной упадок (Т. Ф. Якубов, 1935).[1] Войны — империалистическая и гражданская, — имевшие место джуты, затем злостное истребление скота баями в период коллективизации чрезвычайно пагубно сказались на животноводческом хозяйстве района.

Великая Октябрьская социалистическая революция внесла плановость в использование земельных угодий. Однако дальнейшее углубление работ по плановому и рациональному использованию земельных ресурсов, по поднятию кормовой продукции сенокосно-пастбищных угодий и ряду других вопросов натолкнулось на наше слабое знание природы и практических возможностей этих песков и песчаных почв. Между тем эти последние, в силу ряда особенностей самого субстрата, требуют своеобразного подхода к их эксплоатации, для чего требуется знание природы и закономерностей такого сложного комплекса во всем многообразии его состава и динамики. Поэтому вполне справедливо заявление акад. Б. А. Келлера (1934), что вопрос об использовании песков должен быть поставлен особо, тем более, что пески в Каспийской низменности занимают очень большую площадь. Нужно еще иметь в виду значительное разнообразие самих типов песков и песчаных почв, различных по своему генезису и эволюции, а следовательно, по своим практическим возможностям.

В настоящее время обширная полупустынная часть Заволжской низменности осваивается крупными животноводческими совхозами и колхозами. Несомненно при этом, что пески и песчаные почвы представляют собой территории, которые могут быть полностью вовлечены в хозяйственный оборот, как кормовая база для развертывающегося социалистического животноводческого хозяйства. Но правильная организация кормовой базы в условиях песков сопряжена с рядом мероприятий, заключающихся как в правильном использовании их естественной растительности, так и в поднятии кормовой продукции путем агрикультурных и мелиоративных мероприятий (организация пастбищ, введение кормовых растений и пр.)

Однако этим не исчерпываются возможности использования песков и песчаных почв данного района. На ряду с вышеуказанной основной проблемой, использование песчаных территорий должно происходить и по другим направлениям. Сюда следует отнести древоводство, плодоводство, виноградарство, разведение технических культур на отдельных типах песков, что имеет как экономическое, так не в меньшей степени и мелиоративное значение. Последние мероприятия, возможно, будут иметь второстепенное значение и окажутся подсобными при разрешении проблемы животноводства. Однако не исключена и возможность, посредством соответствующих агротехнических мероприятий, создания здесь более или менее обширных плодово-ягодных и виноградных плантаций, которые, удовлетворяя запросы прилегающих животноводческих районов, будут иметь и далеко не местное значение. Это тем более важно, что природные свойства описываемых нами Нарын-песков, в отличие от песков Нижнего Заволжья, расположенных южнее, в значительно большей мере благоприятствуют разведению некормовых культур.

[1] При всех ссылках в тексте на авторов см. прилагаемый список литературы.

Известно, что пески представляют сыпучий, рыхлый субстрат, легко приводимый в движение. Они обладают своеобразным физическим строением, водно-солевым режимом и пр., обусловливающим в диком состоянии произрастание лишь специфической по своей биологии — псаммофитной — растительности. Эти свойства песков изменчивы и постепенно исчезают по мере зарастания песков растительностью, т. е. когда в эволюции песков доминирующее значение приобретает фактор биологический. Каждая стадия развития песков под воздействием физико-географических и биологических факторов имеет свои закономерности и обладает рядом свойств, присущих только данному типу песков в определенный промежуток времени. Эти свойства бывают настолько разнообразны, что редко представляется возможным делать широкие обобщения и проводить хозяйственные мероприятия без строгого учета конкретных особенностей данных песков.

Вполне естественно поэтому, что всякого рода практическим мероприятиям, направленным к освоению песков, должно предшествовать тщательное изучение их природных особенностей, без которых эти мероприятия чреваты серьезными осложнениями.

Нами было предпринято в течение двух экспедиций лета 1932 и 1934 гг. изучение одного из оригинальных массивов песков Нижнего Заволжья — Нарын. Материалы первой экспедиции, за малым исключением, уже обработаны и появились в печати (Якубов, 1935). Настоящая работа является естественным продолжением ранее начатых работ и базируется, главным образом, на материалах экспедиции лета 1934 г.

Исследованию были подвергнуты следующие массивы-ленты (б. дачи Нарыно-Джаскусского лесничества), считая от п. Урды на восток: Джаскусс, Кандагаш, Мешет-кум, полоса песков, прилегающая к Урде с запада, и восточная часть Кзыл-шагыл-кума.

Дача Дюсс, расположенная еще восточнее, по независящим от экспедиции обстоятельствам, не могла быть подвергнута обследованию.

При выполнении работ летом 1934 г. было заложено 40 почвенных разрезов и прикопок, произведено 100 ботанических описаний со взятием уко-

сов для хозяйственной характеристики отдельных типов.[1] Изучение искусственных древесных посадок (сосны и ольхи) сопровождалось взятием, для анализа хода роста, модельных деревьев. С целью выявления особенностей рельефа и, в связи с этим, характера почв, грунтов, растительности, были заложены инструментальные профиля, общим протяжением около 23 км. Всего заложено 4 профиля: «А» и «В» — поперечные через ашики; «С» — продольный по ашику до хаков[2] и «Е» — поперечный через бугристые пески б. дачи Джаскусс.

Помимо этого, собраны печатные и рукописные работы, а также картографический материал (в пос. Урда и г. Астрахани), что значительно облегчило нашу работу. Все эти материалы были обработаны нами в Почвенном институте Академии Наук СССР, на основании чего и делаются излагаемые ниже выводы. В работе значительно расширяются разделы о генезисе песков, их классификации, а также уделено внимание вопросу почвообразования на песках. К работе прилагается ряд инструментальных профилей, таблиц, диаграмм, графиков, фотоснимков, схематическая карта залегания первого уровня грунтовых вод, карта обследованных песков в масштабе 1 : 100 000 и пр.

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ПЕСКОВ

Прикаспийская низменность, как показывает название, представляет собой огромную низменную территорию, опоясывающую современное Каспийское море с СЗ и С и очерчиваемую изогипсами с отметкой абсолютной высоты до 60—70 м. Границами Прикаспийской низменности являются: на ЮВ рр. Кума и Манып, на З — Ергени, на С — уступы Сыртовой области, на В — Подуральское меловое плато и на ЮВ — плато Усть-Урт.

Естественно, что на такой обширной территории, простирающейся в долготном и широтном направлениях, следует ожидать и различия в природных условиях составляющих ее районов.

Прикаспийская низменность по совокупности климатических факторов делится на две области: северо-западную полупустынную и юго-восточную пустынную.

Полупустынная область на севере упирается в Сырты, а на юге ограничивается линией конечных лиманов сыртовых речек. На правом берегу р. Волги полупустыня занимает почти всю Калмыцкую АССР, за исключением сравнительно узкой приморской полосы. Атмосферные осадки в этой области колеблются в пределах 200—250 мм. Вычисленный нами гидротермический коэффициент или индекс влажности составляет 1.8—2.5. Испаряемость достигает 800—900 мм, превышая количество выпадающих осадков в 3—4 раза. Поверхностный сток вод в пределах области наблюдается

[1] В ботанических, нивелирных работах, а также составлении карты помощь оказал нам студент-геоботаник ЛГУ Э. Н. Благовещенский.

[2] Этот профиль был заложен, в основном, для выяснения направления ашика и характера уклона к хакам.

только весной и во время сильных ливней, в результате чего образуются местные разливы, лиманы, временные озера, постепенно пересыхающие в течение лета. Рельеф области имеет характер равнины, которая, постепенно понижаясь к югу, переходит в область отрицательных отметок. Здесь встречаются большие депрессионные впадины (оз. Баскунчак, Эльтон), лиманы (Шунгай, Сайхин), соры, отдельные песчаные скопления и пр. Поверхностные породы сложены осадками каспийских трансгрессий.

В почвенном отношении северная часть полупустынной области, примерно до широты оз. Эльтон, характеризуется развитием светлокаштановых солонцеватых глинистых почв с солонцами и темноцветными почвами западин в комплексе. Солонцы и солончаковатые солонцы имеют широкое распространение в этой области и занимают от 40 до 70% почвенного покрова. На юго-западе, до Владимировки на Волге, развиты светлобурые солонцеватые глинистые и суглинистые почвы, также в комплексе с солонцами и западинными темноцветными почвами. В долинах рр. Большого и Малого Узеней, Чижи, Дюры и др., в их разливах и лиманах почвы носят луговой и лугово-болотный характер. Растительность полупустынной области представлена комплексными ковыльно-типчаково-полынными и полынно-солянковыми ассоциациями. На лиманах и разливах, по мере их усыхания, развивается пышная луговая растительность, которая используется путем сенокошения, тогда как растительность отдельных песчаных массивов используется населением преимущественно путем выпаса скота.

Юго-восточная пустынная область в Прикаспийской низменности полукольцом окружает северный берег Каспийского моря, простираясь на север по р. Волге на 200 км, а по р. Уралу на 250—270 км. В западной части, южнее г. Астрахани, область пустынь, постепенно сужаясь, упирается в низовья рр. Кумы и Терека, а на востоке и юго-востоке широкой полосой перекидывается в пустыни Казахстана и Средней Азии.

Эта область, по имеющимся данным, характеризует северную периферию среднеазиатских пустынь. Годовое количество атмосферных осадков колеблется в пределах 150—200 мм, тогда как испаряемость достигает 900—1200 мм. Поверхностный сток вод здесь совершенно отсутствует, а внутреннее перераспределение влаги выражено в ничтожных размерах. Поверхностные породы также представлены осадками каспийских трансгрессий, но встречаются здесь одиночные возвышения, сложенные и более древними и третичными породами (горы Биш-чохо, Б. и М. Богдо, Чапчачи). Рельеф — равнинный, принимающий по мере приближения к Каспийскому морю увалистый характер. Почвы пустынной области в северо-западной ее части представлены, главным образом, светлобурыми супесями, суглинками и частично песчаными почвами. Они также комплексны с пятнами солончаков, развеваемых песков, а также солонцов. Солонцы принимают более значительное участие в почвенном покрове пустыни, чем в полупустынной области, но по мере приближения к морю на супесчаных и песчаных почвах они почти исчезают. Растительный покров этих почв

представляет собой комплексные полынно-солянковые и солянковые ассоциации, состоящие из черной полыни — *Artemisia pauciflora*, белой полыни — *Artemisia maritima* v. *incana*, кокпека — *Atriplex canum* и различных солянок — *Salsola*, *Camphorosma*, *Bassia*, *Halocnemum* и пр.

Широкое развитие в полупустынной и особенно в пустынной области Нижнего Заволжья получили пески и песчаные почвы. Пустынная область почти от северных своих границ, вплоть до Каспийского моря, сплошь занята грядовыми, бугристыми и барханными песками (Хошеутовские пески, пески б. I и II Приморских округов).

В полупустынной же части пески и песчаные почвы распространены в значительно меньшем количестве и представлены либо в виде отдельных массивов (пески Нарын, у оз. Сакрыл, в низовьях Узеней, Джангалинские пески и пр.), или же в форме островных песков, образование которых, по всей вероятности, связано с разбиванием рыхлых песчаных и супесчаных почв вследствие выпаса скота. Понятно, что пески, расположенные в различных климатических зонах (полупустынной и пустынной), неоднородны ни по своим природным условиям, ни по хозяйственным возможностям. Эти различия выражаются, помимо их генезиса и эволюции, в мощности песчаных образований, формах их залегания, почвенном, растительном покровах и пр.

Описываемые пески Нарын представляют собой своеобразный комплекс природных ландшафтов, характеризующих песчаные образования полупустынной зоны Нижнего Заволжья, являющейся частью Прикаспийской низменности. Поэтому основные выводы нашей работы, прежде всего, могут иметь непосредственное значение для песков, расположенных севернее песков Нарын. Однако это обстоятельство отнюдь не исключает возможности применения некоторых выводов к пескам, находящимся как южнее нашего массива, так и за пределами Нижнего Заволжья, но имеющим аналогичные климатические и почвенно-эдафические условия (пески северо-западного Казахстана, Приаралья и др.).

Пески Нарын тянутся сравнительно узкой полосой вдоль соленых грязей — хаков,[1] имея свою восточную границу приблизительно у параллели оз. Батыр-бек. Географическое положение массива песков определяется координатами 48°25′—48°50′ северной широты и 47°10′—47°45′ восточной долготы (от Гринича). В административном отношении он входит в территорию Урдинского района Западного Казахстана и находится в центральной части этого района. Пески Нарын представляют северо-западный угол песков Нижнего Заволжья и относятся в литературе, в отличие от других песков Заволжья (Хошеутовские б. I и II Приморских округов), к области северных песков.

[1] Большой сор — топкий солончак, расположенный южнее песков Нарын. Он простирается в длину до 100 км и имеет ширину до 20 км. Весной хаки покрываются талыми водами, которые к лету испаряются, и тогда поверхность хаки затягивается солевой коркой с рапой под ней. См. у Якубова (1935), стр. 236, и карту.

Таким образом на юге и юго-западе пески Нарын граничат с хаками, на западе с речкой Горькой, а на севере они резко переходят в равнинные глинистые и суглинистые злаково-полынные и полынно-солянковые степи с системой соленых озер и грязей (Арал-сор и др.).

По основным климатическим показателям район песков Нарын следует отнести к полупустынной зоне. Эти показатели, вследствие близкого прилегания данных песков к северной периферии пустыни, чрезвычайно изменчивы и, колеблясь в довольно широких пределах, придают климату континентальный характер.[1]

Годовое количество осадков, по данным Урдинской метеорологической станции, составляет в среднем около 250 мм, значительно отклоняясь в отдельные годы как в сторону превышения, так и, в особенности, в сторону уменьшения. Амплитуда колебания средних месячных температур воздуха достигает 36—40°: от +25° (средняя температура июля) до —15° (средняя температура января). Испаряемость влаги, по примерным расчетам, превышает количество выпадающих атмосферных осадков в 2—3, а в отдельные годы даже в 4 раза. Коэффициент влажности или гидротермический коэффициент, вычисление которого нами произведено, для района пос. Урды составляет 2.1. Это обстоятельство, на ряду с другими климатическими и эдафическими факторами, предопределяет и характер растительного покрова, выражающийся в полном отсутствии древесной растительности в плакорных условиях и приуроченности ее к долинам речных систем или песчаным отложениям, к каковым в частности относятся и пески Нарын.

Рельеф района изучен недостаточно, но область песков, тяготея к хакской депрессии, имеет абсолютную отметку примерно в пределах от —5 до +5 м над уровнем моря. На общем равнинном фоне Каспийской низменности пески Нарын выделяются своеобразным морфологическим строением. Это своеобразие заключается в чередовании лент бугристых песков с пониженными и равнинными лентами ашиков (равнинных песчаных степей). Ширина как тех, так и других не всюду одинакова, она колеблется в относительно широких пределах и достигает 8—10 км. Ленты бугристых песков имеют ярко выраженное и закономерное направление с СВ на ЮЗ, параллельно им простираются и ашики. В массив Нарын-песков входят следующие ленты бугристых песков с заключенными между ними ашиками (считая на восток от п. Урда): Джаскусс, Кандагаш, Мешет-кум и Кзыл-шагыл-кум. Последний имеет расплывчатые очертания и, отклоняясь к востоку, переходит в пески Дюсс, имеющие почти перпендикулярное Мешет-куму направление (с В на З). Пески Кзыл-шагыл-кум постепенно переходят и сливаются с так называемыми Камыш-Самарскими песками.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАЙОНА ПЕСКОВ

В геологическом отношении Прикаспийская низменность, включающая и район наших песков, представляет собой сравнительно молодую страну,

[1] Подробнее — Якубов (1935), стр. 228—231.

являясь примером (по Неуструеву, 1931) причленённой равнины, которая относительно недавно вышла из-под затоплявших ее морских вод. Имевшие место неоднократные трансгрессии и регрессии, а также осц. лляции водных бассейнов оставляли после себя, соответственно размерам колебания уровня вод и продолжительности стояния, различные по характеру и мощности осадки.

Ряд исследователей согласно насчитывает несколько основных колебаний морского бассейна (до 7), осадки которого перемежаются с пресноводными отложениями. Эти морские и пресноводные отложения обнаружены частью путем глубокого бурения (П. А. Православлев, 1934), частью путем установления границ береговых линий водных бассейнов при различной глубине стояния их вод (И. Н. Андрусов, 1900).

В силу особенностей геоморфологического строения Прикаспийской низменности, в различных частях мощность залегания указанных отложений и их литологический состав весьма разнородны. Они находятся в связи с размерами бассейнов, их протяжением, породами, которые входили в сферу абразии, а также с материалами, сносимыми сюда водными потоками.

Согласно новейшим литературным данным самые древние осадки Прикаспийской низменности относятся к акчагыльскому ярусу и залегают (данные буровой скважины в Астраханском районе) на глубине 625 м ниже современного уровня Каспия при мощности в 80.5 м. Эти осадки обнаружены в низовьях Бол. и Мал. Узеней, в Самарском Заволжье, в районе Жигулей, в бассейне р. Камы и Белой и др. (Православлев, 1934). Подстилаются они пластами меловой системы, местами палеогена, юры, палеозоя и др.

Осадки апшеронского яруса залегают (по данным той же скважины) на осадках акчагыла, имея мощность в 436.5 м. Естественные выходы их установлены в ряде пунктов Прикаспийской низменности, в том числе в урочище Каргала Урдинского района.

Отложения следующего — бакинского — яруса, мощностью до 60 м, в астраханской скважине зафиксированы на глубине 108 м ниже уровня Каспийского моря. Они же отмечены в различных районах Нижнего Заволжья: около Бишчохо, Баскунчака и др.

Осадки синельского яруса имеют (в той же скважине) мощность в 25 м. Выходы его обнаружены в низовьях Узеней, р. Урала и в др. пунктах, с содержанием остатков древесно-кустарниковой растительности.

Хвалынский ярус в той же скважине достигает мощности 15 м. Естественные его выходы зафиксированы в различных пунктах Заволжья.

Хазарский ярус в естественных выходах по рр. Волге, Уралу и низовьям Узеней показывает мощность отложений не свыше 20—25 м. Отложения его содержат куски древесины. Сверху осадки хазарского яруса сменяются субаэральными и наземно-лагунными образованиями апшеронского времени.

Наконец, хвалынские осадки покрывают почти весь север Каспийской впадины сплошным покровом вплоть до уступов Сыртовой области. Абразионная линия Хвалынского Каспия достигает высоты 50—65 м над уровнем океана и до 75—90 м над уровнем современного Каспия (А. Д. Архангельский, 1934).

Для южной, граничащей с современным Каспием, пониженной части указываются осадки других свит (кемрудской, джорджанской и сарпинской), не выходящие, согласно Православлеву (1934), за пределы отрицательных отметок.

Таким образом становится очевидным факт неоднократного наступания морских вод в пределах Прикаспийской низменности. Осадки, свидетельствующие об этих перемещениях по литологическому составу, представлены серией перемежающихся песка и глины то солоноватого, то опресненного характера, с соответственной фауной (Православлев, 1934). Площадь затопления была также весьма различной по своим размерам. Так, Акчагыльское море заходило вдоль приволжской депрессии до г. Казани. Воды Апшеронского моря простирались до бассейна Узеней и окраины Сырта. Такое же распространение вод предполагается и для хвалынского бассейна.

По поводу колебания уровня вод Каспийского бассейна и связанных с этим перемещений его береговой полосы существует в основном две гипотезы:

1) климатическая, получившая свое распространение со времен Палласа. Она нашла отражение также в работах Мушкетова, Павлова, Мазаровича, Православлева, Мирчинка и др. и

2) тектоническая (Эйхвальд, Гумбольдт, Бер, Андрусов, Архангельский и др.). При этом как первые не отрицают возможности деформаций земной коры, так и вторые не отвергают роли климатических изменений (Мушкетов).

Согласно первым, изменения климата обусловливались сменой ледниковых и межледниковых фаз на севере Европейской части Союза, в горных узлах ее юга, а также юго-востока Азиатской части. Исследователи различным образом пытаются синхронизировать явления трансгрессии с отдельными фазами оледенений (Православлев, Архангельский, Павлов, Ковалевский, Мазарович, Рейнгард и др.), предполагая расширение бассейнов от увеличения влажности в ледниковые периоды и сокращение в межледниковые.

Другие, например Лебедев (1933), говорят о невозможности точной синхронизации морских фаз и оледенений. Объясняется это запоздалым поступлением ледниковых вод в бассейны (в данном случае в Каспийский) вследствие их отдаленности от ледников, медленным и постепенным повышением их уровня, задерживающим влиянием процессов испарения и пр. Факты: мощное русское оледенение и небольшие размеры хазарской трансгрессии; вюрмское оледенение незначительных размеров и обширное Хвалынское море с соленой водой. Поэтому Лебедев причину трансгрессий

и регрессий склонен усматривать, помимо климата, в тектонических явлениях, в основном — в сводовом поднятии Кавказа, с неоднократными остановками и движениями обратного знака (в отдельных его частях), совпадающем по времени с оледенениями на севере Русской равнины. Другой исследователь (А. А. Богданов, 1934) также указывает на трудность синхронизации трансгрессий и регрессий с ледниковыми и межледниковыми эпохами, поскольку они не увязываются с количеством постплиоценовых трансгрессий.

Сторонники тектонической точки зрения указывают, что, начиная с палеозоя, в продолжение почти всех геологических эпох Заволжье являлось ареной неоднократных и значительных тектонических деформаций — опусканий и поднятий земной коры. Полагают, что уже к концу третичного периода Прикаспийская депрессия вполне обрисовалась и затем в течение долгого времени (в продолжение всего плейстоцена) абрадировалась водами Каспия и эродировалась речными водами.

Православлев (1934) указывает, что тектонические деформации дислоцировали почти все ярусы каспийских осадков и что впервые впадина обособилась к началу Акчагыла с максимальным распространением вод этого бассейна, в виде языка, далеко на север.

Богданов (1934), изучавший соляные купола Заволжья, отмечает четыре дислокационных фазы. Наиболее мощной считается древнекиммерийская фаза между нижним триасом и средней юрой, затем по силе выделяется фаза в интервале палеоген — акчагыл.

Высота вертикального смещения, согласно окаймляющих Каспийскую депрессию выходов палеогена и мезозоя (Ергени, Сырты, Уральское плато), достигает на севере около 150 м, а на юге 700—800 м (Православлев, 1934).

Таким образом Каспийская низменность в прошлом являлась ареной смен морских и континентальных режимов. Древний рельеф, погрузившийся вследствие тектонических процессов, покрывался, абрадировался водами наступавших морей, за которыми следовали континентальные фазы — регрессии вод. В эти фазы происходили размыв и расчленение морских осадков речной сетью, несшей свои воды в отступавшее море. Понижение базиса эрозии и последующее постепенное одряхление речной сети сопровождалось накоплением обширных аллювиальных осадков.

Для нашего района, лежащего почти в области отрицательных отметок, породами, давшими материал для образования почв и песков, явились песчано-глинистые осадки верхнехвалынского яруса. Верхние слои хвалынского яруса более глинистого состава содержат прослойки моллюсков современного каспийского типа из форм *Adacna*, *Didacna*, *Monodacna*, *Dreissensia* и др., обычно незначительных размеров. Такие раковины в виде отдельных прослоек и включений мы обнаруживали на ашиках на глубине 1.0—2 м. Отсюда мы можем с большой долей вероятности утверждать, что в районе песков Нарын подстилающей породой являются осадки хвалынского яруса. Последние, однако, залегают неравномерно под толщей песков.

Наши шурфы и почвенные разрезы обнаруживали их, местами, очень близко от дневной поверхности (ашики, пологобугристые пески — до 2—3 м).

В пределах нашего песчаного массива отдельные размытые останцы, в виде столов, отмечались в мелкобугристых песках на запад от пос. Урда (см. профиль «D», приложение, фиг. 30), где песчаные бугры являлись как бы насаженными на древний рельеф хвалынских осадков.

Западнее от наших песков по тракту Урда — Сайхин (возле полустанка) эти осадки в виде очень вязких и плотных глин выступают в естественных обнажениях даже на дневную поверхность. Такие же глины залегают под тонким слоем песков и нередко выходят на дневную поверхность между пос. Урда и ханским кладбищем.

ГЕНЕЗИС И ЭВОЛЮЦИЯ ПЕСКОВ[1]

По вопросу о генезисе песков в литературе существуют в основном две точки зрения. Согласно первой из них, образование песков происходит в результате континентального выветривания плотных пород, сопровождающегося процессами развевания. Некоторые сторонники этой гипотезы образование песков из рыхлых отложений ставят в прямую связь с хозяйственной деятельностью человека. Это направление, нашедшее свое развитие в работах Вальтера, получило широкое распространение не только за рубежом, но и среди исследователей нашего Союза (Берг, Дубянский, Соколов, Яковлев и др.) и являлось до последнего времени доминирующим.

Вторая точка зрения — о древнеаллювиальном генезисе песков, сопряженном с деятельностью вод в прошлом и настоящем, — имеет примерно такую же давность, как и первая. Согласно этой гипотезе, современная форма поверхности песков связана с эрозионным расчленением подстилающих пески пород, с последующим перевеванием древним или современным — благодаря хозяйственной деятельности человека. Указания на генезис песков, связанный с деятельностью морей, рек и пр., мы встречаем у зарубежных авторов (Черни, Монод, Кайо, Шудо, Ольдгэм и др.). В русской литературе этот взгляд нашел слабое отражение и только за последние два десятилетия он получил более широкое распространение и привлек много сторонников (Неуструев, Герасимов и др.).

Соответственно этим взглядам генезис песков б. Внутренней Букеевской (Киргизской) орды, куда входят и описываемые пески Нарын, в литературе трактуется различно. В основном существуют две гипотезы: 1) эоловая или «антропогенно»-эоловая и 2) водная (древнеаллювиальная), считающая эоловый и антропогенный факторы за последующие явления. В отношении описываемых песков наиболее распространенной из них является первая, нашедшая свое отражение в работах ряда исследователей: Поле-

[1] Данная глава и раздел «Почвообразование в песках под влиянием древесной растительности» в специально приспособленном для журнала виде опубликованы. См. «Изв. Гос. Географ. об-ва» 1937, №2, и ж. «Химизация соцземледелия» 1937, №4.

65991.
Библиотека Киргизского

таева (1870), Плотникова (1871), Мушкетова (1896), Яковлева (1905), Палецкого (1915), Аверьянова (1909), Савича (1910), Панферова (1920) и др.

Вторая гипотеза впервые была высказана Томашевским (1916) [1] и в дальнейшем нашла отражение и развитие в работах Якубова (1932—1935), Лебедева и Ковды (1933), Гаеля (1933), Лебедева (1934).

Согласно взглядам сторонников эоловой теории, причина образования песков Нарын кроется в континентальном выветривании и развевании рыхлых песчаных, супесчаных и суглинистых отложений Каспия в силу особенностей физико-географических условий. По мнению других исследователей, причиной возникновения песков являлась хищническая деятельность человека, при которой разбивание этих отложений (рубкой, корчевкой, ездой, копаями и, главным образом, пастьбой скота) положило начало образованию песков.

Дальнейшая эволюция песков, образовавшихся путем выветривания или путем разбивания и развевания местных рыхлых песчаных отложений, мыслилась по общераспространенной схеме, идея которой заимствована из работ Иоганна Вальтера. Сущность ее сводится к следующему: выветривание плотных коренных пород или разбивание рыхло-песчаных отложений дает материал для образования песков, которые, нагромождаясь, создают барханный рельеф (начальная стадия), затем, постепенно зарастая растительностью, они проходят стадию бугристых песков (средняя стадия) и в конечном счете превращаются в равнинные песчаные степи (конечная стадия). Чередование этих стадий по существу имеет неизменный характер.[2]

Подобная односторонняя трактовка генезиса и эволюции песков справедливо вызвала и продолжает вызывать серьезные возражения со стороны ряда исследователей (Герасимов, Петров, Гаель и др.).

Останавливаясь на изложении второй точки зрения, необходимо, прежде всего, отметить взгляды почвоведа Томашевского (1931). Он указывает, что пески Нарын по своему генезису обязаны древним речным потокам, существовавшим некогда на этой территории. Эти потоки, впадавшие в замкнутый бассейн на месте современных хаков, несли огромное количество взвешенного материала, который отлагался в их долинах. Образовавшиеся таким путем аллювиальные отложения подвергались сильному развеванию и образовывали бугристый рельеф водоразделов. Отсутствие моллюсков в толще бугристых песков (в противовес подстилающим мелкозернистым пескам) дало основание Томашевскому отнести бугристые аллювиальные пески к образованиям более позднего времени, нежели отложения Каспийского моря. Полосы равнинных песчаных степей (ашики), заключенные между лентами бугристых песков, согласно Томашевскому, служили ру-

[1] Что касается происхождения других песков Нижнего Заволжья, то Томашевский является сторонником первой гипотезы.

[2] Применяя эту схему, Дубинский (1932) наши пески отнес к средней и конечной стадии их развития.

слами речных потоков и были засыпаны затем тонким слоем песка, на котором впоследствии сформировались почвы лугово-степного типа.

И. Н. Лебедев и В. А. Ковда (1933) считают пески Нарын дельтово-аккумулятивными отложениями. Согласно их предположению, на территории Прикаспийской низменности, помимо крупных эпох с обширными трансгрессиями, с максимальными физико-географическими изменениями и мощными террасовыми и дельтовыми накоплениями, имели место более слабые изменения в пределах каждой такой эпохи. Они характеризовались незначительными осцилляциями бассейнов, слабым эрозионным воздействием и, следовательно, тонким чехлом аккумулированного материала. К каждому бассейну тяготела определенная гидрографическая сеть с комплексом своих отложений. Регрессиям сопутствовали размывы морских осадков речными потоками, трансгрессии сопровождались нивелировкой расчлененной суши аллювиальными осадками.

В этом аспекте пески и песчаные пространства, расположенные в пределах Нижнего Заволжья на север от хаки, по Лебедеву (1933—2), являются древнедельтовыми аллювиальными образованиями рек и потоков хвалынского времени. Отступание Хвалынского бассейна происходило (по Лебедеву) с двумя основными границами перемещения, из которых вторая по времени фиксируется по линии Сталинград — Урда — низовья Узеней. Существовавшая в это время значительная речная сеть в своих устьевых частях формировала дельтовые песчаные отложения, отмеченные в низовьях Узеней, у Джангалы, оз. Сакрыл и др., а также описываемые нами пески Нарын у Урды (б. Ханская Ставка). Дальнейшее отступание моря повлекло за собой врезание речной сети в вышедшие на поверхность морские отложения, значительная часть которых вместе с отвечающими им дельтовыми отложениями, вследствие легкого механического состава, в период длительной континентальной жизни подверглись процессам дефляции, образуя грядовые и барханные пески.

Предположения А. Г. Гаеля (1933) в сущности совпадают с таковыми Томашевского: Грубозернистость бугристых песков (по данным Томашевского), а также отсутствие в них каспийских моллюсков позволили Гаелю предположить пресноводный характер происхождения бугристых песков и ашиков и прирусловый характер первых.

Таким образом, в отличие от утверждений Лебедева — Ковды (1933—1) о дельтово-аккумулятивном, т. е. смешанном (пресноводно-морском) происхождении песков, у Гаеля (1933) мы видим предположение о собственно пресноводно-речном характере их образования, причем бугристые пески являются прирусловыми отложениями, а ашики — заиленными руслами. Наш взгляд на генезис данных песков в принципе совпадает с взглядами Лебедева и Ковды и мы склонны рассматривать эти пески именно как п р е д у с т ь е в ы е о т л о ж е н и я довольно мощного речного потока, который впадал в бассейн у современного хаки. Затем, с понижением базиса эрозии, сокращением расхода потоков, реки стали замирать и их остатки

врезались в свои первоначальные устьевые отложения, размывали их, образуя ленты ашиков, а на неэродированных частях дали начало возникновению лент бугристых песков.

В литературе, как нашей, так и зарубежной, имеется достаточное количество указаний именно на дельтовый характер происхождения целого ряда песчаных массивов, хотя в настоящем и нет никаких внешних признаков пребывания здесь моря. Например, гряды континентальных песков пустыни Тарр Oldham (1893) рассматривает как отложения, связанные с существованием здесь послетретичного морского бассейна. Современный же облик этих песков, согласно Oldham, является результатом субаэральных процессов. Точно так же грядовые пески на оз. Чад рассматриваются как древнедельтовые отложения ныне сухого русла Бахр-эль-Газаля. Большие пространства континентальных песков низовьев Куван-дарьи, Чу, Сары-су, Иргиз и др. рассматриваются Неуструевым (1931) тоже как дельтовые отложения, подвергшиеся в дальнейшем процессам развевания. Древние дельтово-озерные отложения установлены Никитиным (1933) в песках Прибалхашья — в низовьях реки Или, которые в настоящем подверглись процессам дефляции.

Пески Шагырлы, на Усть-Урте, описанные Спиридоновым (1929), точно так же представляют аккумулятивные образования в низовьях ныне пересохшей реки Шаган. В последних песках интересно еще то, что они по своей морфологии являются аналогом наших песков: общим является чередование лент бугристых песков с лентами равнинных супесчаных степей.

В эволюции песчаного массива Нарын нами намечаются следующие основные фазы (см. схему, фиг. 1):

1) аллювиально-аккумулятивная (с первоначальным слабым эродированием подстилающих морских отложений),

2) эрозионно-деструктивная,

3) субаэральная деструктивно-аккумулятивная,

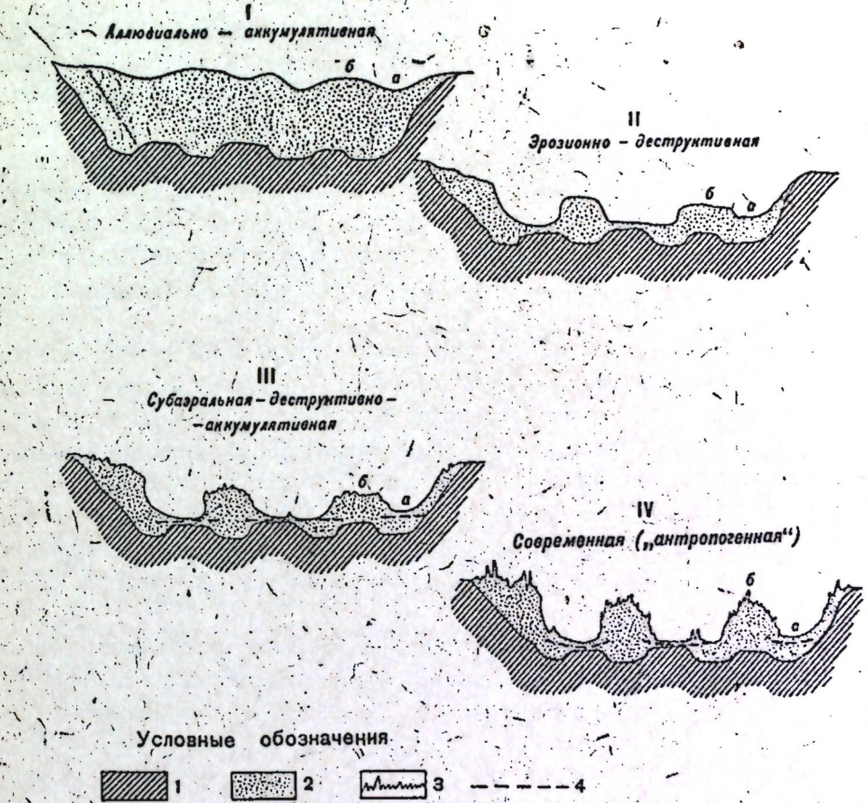
4) современная («антропогенная»).

Первая из этих фаз, аллювиально-аккумулятивная, совпадает по времени с отступанием вод Хвалынского бассейна и относится к периоду, когда на месте современных грязей-хаков образовался обширный водный бассейн.[1] Этот период характеризуется существованием целой системы мелких речных потоков, которые следовали за отступавшим морем. Потоки эти, по всей видимости, устремлялись со стороны Сырта в южном направлении, следуя существующему уклону и неровностям местности. Несомненно, что и современные реки, не доходящие до прежнего базиса эрозии (Бол. и Мал. Узени, Горькая и др. — на севере) и теряющиеся в своих отложениях или впадающие в замкнутые водоемы, некогда простирались далеко вглубь — до границ водного бассейна хаков. Об этом же говорит целая система затухших речек, тяготеющих к хаккой депрессии

[1] И. И. Лебедев (1933—2) считает, что в этом месте проходила граница отступавшего Хвалынского бассейна.

(речки Горькая, Бульдургенды, Кардонсала и др. на северо-западе и западе), которые и в годы, обильные атмосферными осадками, более или менее полным сечением несут талые воды в хаки.

Повидимому реки и речки, расположенные на севере и северо-востоке песков Нарын, питались также и водами реки Урала, который сбрасывал их или непосредственно, или через посредство примыкающей к нему речной



Фиг. 1. Схема фаз эволюции песков Нарын

1. — Морские суглинистые и глинистые отложения. *2.* — Древнеаллювиальные песчаные отложения. *3* — Эоловый рельеф. *4* — Погребенные почвы. *а* — Ашики. *б* — Бугристые пески.

сети. Некоторым подтверждением этого положения является пример двух рек: Кушума, — притока р. Урала, — и самой реки Урала. В настоящем эти реки потеряли непосредственную связь друг с другом и отделены водоразделом шириной около 18 км. Однако в многоводные годы р. Урал затопляет этот барьер и сбрасывает таким путем огромное количество воды, превращая р. Кушум в живой поток, образующий в своих низовьях огромные разливы.

Все эти, действовавшие тысячелетия тому назад, потоки и речная сеть проходили по песчано-глинистым отложениям Хвалынского бассейна, которые, как нам известно, поднимаются до Сыртов. Весьма вероятно,

что эродирующим действием потоков были охвачены частично и отроги Сырта.

При наличии такого сборного бассейна речная сеть производила огромную размывную работу. Эродированный материал транспортировался по каналам выноса, переоткладывался в пути и в виде отсортированной, перемытой песчаной массы достигал базиса эрозии.

Здесь у базиса эрозии, куда потоки подходили с меньшей живой силой, взвешенный и несомый реками материал, подпираясь водами бассейна, откладывался в виде устьевых отложений. Сравнительно большая дельтовая область, площадью около 1000 кв. км, огромное количество аккумулированных аллювиальных осадков, указывают косвенно и на количество вод, поступающих в указанный бассейн. Об этом можно судить хотя бы потому, что при сравнительно незначительном уклоне местности [1] указанные потоки в придельтовой области не только размыли, но и местами смыли глинистую толщу верхнего Хвалына, покрыв ее относительно мощным пластом аллювия.

Степень эродирования песчано-глинистого ложа в различных местах песчаного массива имела различный характер. В пределах дельтовой зоны этот процесс наиболее сильно выразился в южной и юго-западной частях, где глинистые отложения верхнего Хвалына залегают значительно глубже, чем в остальных частях массива. В пределах типично бугристых песков (с высотами бугров до 12—15 м) мы не имели возможности вскрыть эти глинистые пласты обыкновенными почвенными разрезами, но на ашиках они местами обнаружились на глубине 0.8—1.8 м (см. разрезы 3а, 5, 6, стр. 43, 70, 75).

Местами в более северной части дельтовой зоны эти отложения, обычно прикрытые тонким чехлом перевеянного песка, при сдувании последнего выступали даже на дневную поверхность. Такие пески (с близким залеганием глины) местное казахское население называет «татрами». Они особенно часто наблюдаются в восточной части массива (д. Дюсе и частично Кзыл-шагыл), хотя встречаются и в полосе песков, расположенных западнее пос. Урды. Характеризуются эти пески, помимо близкого залегания суглинистого и глинистого пласта, незначительной высотой бугров (1—5 м), большей топкозернистостью песка, красноватым цветом его, повышенной засоленностью и пр. [2]

Повидимому, именно в западной части массива находилась зона наиболее сильного размыва дельты, где эрозионно-аккумулятивные процессы выразились в наибольшей степени. Внешне эти глины шоколадного и красно-бурого цветов, зернистой структуры, лишены видимой глазом фауны. Фауна местами встречается несколько выше глинистого пласта, в слое

[1] Продольная нивелировка одного из ашиков, протяжением 10 км, показала, что уклон в сторону хаки составляет 0.0016.

[2] Посетить пески Дюсе и Кзыл-шагыл нам не представилось возможности. Указания по поводу них имеются у Томашевского (1931).

мелкозернистого песка (на глубине 1—1.5 м) и состоит из моллюсков солоноводного характера: *Didacna protracta*, *D. subtrigonoides*, *Monodacna caspica*, *Adacna sp.* (fragm.), *Dreissensia polymorpha* и др., [1] обнаруженных нами в различных местах ашиков исследованного массива. Залегали эти ракушки в виде тонких прослоек, чередующихся с такими же прослойками глинистого песка (см. разрез 3а, 6, стр. 43, 75), или в виде отдельных включений в слоях светлосерого глинистого песка. В первом случае раковины сохранили свою форму, тогда как во втором, в большинстве случаев, обнаруживались лишь их мельчайшие осколки, порой трудно уловимые глазом (см. разрез 5, стр. 70).

Несколько иная картина наблюдалась нами в полосе мелкобугристых песков, прилегающих к пос. Урды с его западной стороны и являющихся западной границей массива Нарын. Бугры этой полосы невысокие, вершины их превышают дно котловин не более, чем на 3—4 м; цвет песка значительно темнее, чем в соседней даче Джаскусс и имеет красноватый оттенок. В механическом составе верхних горизонтов в значительно большем количестве представлена фракция пыли (на глубине 20—30 см она составляет 15%). Данные пески почти лишены древесной растительности. Заложенный нами почвенный разрез (см. разрез 16, стр. 53) в котловине с сосновыми культурами показал, что здесь почти у самой поверхности залегает весьма плотная суглинистая и глинистая толща, которая лишь с поверхности одета тонким чехлом перевеянного песка. Почвенный разрез, доведенный до первого уровня грунтовых вод, обнаружил строение из тонких прослоек (0.5—1 см) глин кофейно-коричневого цвета, перемежающихся с такими же прослойками красно-бурого с охристым оттенком суглинка (см. механический анализ, табл. 14), и напоминает ленточные глины в ледниковой области севера Союза. По форме описываемый глинистый пласт-останец имеет совершенно плоскую поверхность, [2] круто обрывающуюся в сторону ашика, откуда, должно быть, и происходило его подмывание водами, текущими в сторону хаков. Повидимому, в этом месте проходила западная граница дельтовой области.

Ниже мы даем профиль мелкобугристых песков с нанесением глубины и характера их залегания (см. профиль «D», фиг. 30, в приложении). Из профиля видно, что данные пески являются относительно неглубокими, песчаный чехол имеет очень небольшую мощность и кажется насаженным на столообразный глинистый пьедестал. На залегание глины в ашиках в общей форме указывал ранее В. М. Савич (1910), который писал, что «питомник лесничества подостлан солонцеватой глиной». Наличие глины под культурами сосны отмечал и Гаель (1933), предполагая, что на глубине около 2 м она переходит в водоносный песок-плывун. Никаких животных остатков в этом глинистом пласте не обнаружено [3], хотя в подобных глинах

[1] Моллюски определены И. П. Герасимовым, за что приношу ему благодарность.

[2] Это установлено нами путем заложения разрезов и шурфов через каждые 3 м.

[3] Быть может, впрочем, они не вошли в поле шурфа.

на северо-западной окраине бо́льтека Алтакаш (ашик между дачами Джаскусс и Кандагаш) были обнаружены на глубине 2—2.5 м прослойки вышеуказанных ракушек. Между прочим, морфологически совершенно аналогичная глина, залегающая у самой дневной поверхности, констатирована нами в обнажениях оврагов возле полустанка по тракту Урда — Сайхин.

Д. Н. Великанов (1933) в своем отчете также указывает на выходы пластичных глин по плоским лощинам в северо-западной части района. Здесь не безынтересно привести одно его описание карьерной выемки в лощине у Владимировского тракта в 1 км к северо-западу от пос. Урды:

0—0.3 м. Мелкозернистый песок, желтовато-серый.

0.3—1.5 м. Коричневато-бурая пластичная глина. Поверхность ее сильно размыта. Верхняя толща песка иногда образует карманы, обычно окрашенные в бурые тона. Кроме того в самой толще глин частые крупные гнезда песка. Глина сильно окарбоначена, причем карбонаты в виде крупных конкреций расположены слойками, повторяющими очертания карманов песка.

1.5—2.2 м. Желтовато-бурый суглинок, опесчаненный, прослаивающийся с коричневато-бурыми глинами.

Глубже 2.2 м. Водоносный желтовато-бурый песок, довольно резкий.

Им же указывается, что область песков краевой северо-западной части района имеет более плоский характер. Пески здесь налегают на желтовато-палевые лёссовидные суглинки слоем до 1 м.

Повидимому, все эти глины в своем образовании связаны с условиями застойных вод и затем трансформировались под влиянием различных физико-химических агентов.

Следовательно, аллювиально-аккумулятивная фаза развития песков Нарын, связанная с отступанием Хвалынского моря и образованием у границ хаков обширного водного бассейна, характеризуется образованием в этом месте дельтовой области. Процесс формирования последней сопровождался слабым эрозионным расчленением осадков Хвалына, их размыванием и выносом. На поверхности осадков Хвалына в устьевой зоне происходило создание первоначальных неровностей, которые заполнялись аллювиальными отложениями речных потоков. Количество приносимой аллювиальной массы постепенно возрастало и перекрыло размытые борозды, образуя мощную толщу (15—20 м) аллювиальных песчаных и супесчаных устьевых скоплений, что является характерным для данной фазы развития песков Нарын.

Следующая фаза, эрозионно-деструктивная, рисуется нам в следующем виде. Наступает континентальный режим, вызывающий сокращение дебита вод, гидрографической сети и пр., что на ряду с возможными тектоническими явлениями вызывает новую регрессию вод. Вследствие этого, а также и в результате замирания речных потоков, происходит постепенное обнажение устьевых отложений. Одновременно остатки

сокращающейся гидрографической сети, пролагая путь по направлению к понизившемуся базису эрозии, начинают врезаться в свои прежние наносы. Процесс размывания идет двояко. С одной стороны, происходит интенсивная деструкция устьевых отложений остатками речных потоков — прокладывание русел (из которых образовались ашики) и с другой — поверхностное, более слабое, эрозионное расчленение возвышенных частей — останцов размывания, создающее их первоначальную неровность.

Одновременно с делювиальными процессами, в этот период в расчленении рельефа останцов участвуют и эоловые агенты, роль которых в дальнейшем все более возрастает.

Процесс деструкции происходил не всюду равномерно и, повидимому, немалую роль играли неровности рельефа, образовавшиеся в период первой фазы развития песков. Так или иначе, неравномерности размыва в пределах вновь проложенных русел в устьевых отложениях сказываются теперь в различной глубине залегания подстилающих пески глин и в тех песчаных выступах, которые сплошь и рядом встречаются на ашиках (местное казахское население называет их бо́льтеками). Бо́льтеки обычно имеют форму кос, вытянутых параллельно «берегу», т. е. вдоль ашиков по направлению к хакам. Высота бугров в бо́льтеках значительно уступает таковым в типичнобугристых песках. В то время как превышение бугров бо́льтеков над дном ашика составляет до 3—4 м, превышение бугров главного массива доходит до 12—15 м. Такое соотношение высот бугров характерно только для западной части массива Нарын, считающейся у местных лесоводов «глубокими» песками.

В морфологии ашиков важно отметить еще одно обстоятельство, а именно — различный характер их «берегов». Это различие было отмечено еще Панферовым (1926) для песков Дюсе. Наши наблюдения над данным явлением показали, что восточный берег более «крутой», с более заметными промоинами, нежели западный «берег», который имеет более пологий характер, с почти невыраженными промоинами. Повидимому, такое различие в строении «берегов» обусловливалось направлением потоков и явлениями эолового характера.

В дальнейшем в эволюции данных песков преобладающее значение начинают иметь субаэральные процессы. Этот период характеризуется все более возрастающей сухостью климата и его приближением к современным условиям. По всей вероятности, в это время Каспийский бассейн принимает современные очертания. Поступление вод в районе наших песков прекращается, речная сеть далеко не доносит свои воды до прежнего базиса эрозии, теряя их в своих отложениях. В развитии песков начинают иметь доминирующее значение субаэральные агенты. Ашики, постепенно освобождаясь от воды и представляя более благоприятный субстрат, начинают покрываться растительностью и здесь эоловые факторы уже не оказывают существенного влияния на формирование рельефа, исключая вышеупомянутые бо́льтеки.

В наиболее выраженной степени субаэральные деструктивно-аккумулятивные процессы проявляются на возвышенных останцах — лептах, которые уцелели от размывающего действия протоков в предыдущую фазу. Для этой фазы мы также отметили явления первоначального, слабого и поверхностного, эродирования аллювиальных отложений, указав, что на ряду с этим имели место делювиальные и субаэральные процессы. Но роль их, в особенности последних, в то время в формировании рельефа была относительно невелика. Тем не менее их влияние на создание неровностей рельефа, несомненно, имело место и они также явились причиной образования первоначальных неровностей. Эти неровности местности, сложенной рыхлыми аллювиальными осадками, и явились в дальнейшем, в условиях полупустынного (аридного) климата, «фокусами усиленной субаэральной деструкции» (И. П. Герасимов). Сухость климата, рыхлость отложений, отсутствие в достаточной мере скрепляющей их растительности и пр. послужили весьма благоприятными факторами для сильного развития эоловых процессов. К этому времени, в основном, и нужно отнести формирование настоящего бугристого рельефа, который в дальнейшем подвергался лишь поверхностной переработке.

Ветер, при наличии благоприятных условий, действует на рыхлый не закрепленный субстрат двояко: с одной стороны, он производит «созидательную работу», и с другой — разрушительную. Первая заключается в нагромождении песка в форме барханов, бугров, кос и пр., вторая — в образовании очагов выдувания, «язв дефляции», что в конечном счете выражается в различных по размерам и форме ложбинах и котловинах выдувания.

Следовательно, в бугристом ландшафте наличие котловин на ряду с буграми является его необходимым элементом. Поэтому данная фаза с господством субаэральных процессов и является по существу деструктивно-аккумулятивной, где деструктивные элементы представлены в виде различных понижений, ложбин, котловин выдувания, а аккумулятивные — в форме бугров и барханов, различных по своим размерам и очертаниям.

Наконец, последняя, *современная фаза* — «*антропогеновая*» — охватывает сравнительно небольшой отрезок исторического времени, порядка ближайших нескольких столетий. В этот период на естественный ход эволюции песков чрезвычайно сильное влияние оказал человек. В дореволюционный период это выразилось в хищническом использовании растительных ресурсов наших песков, разбивании их и превращении в категорию так называемых «бросовых земель». С революцией и в связи с плановой эксплоатацией земельных угодий человек превратился в мощный фактор, сознательно и целеустремленно овладевающий всеми природными возможностями песков и песчаных территорий. Выяснения вопроса о влиянии человека на эволюцию песков в нашем районе мы уже касались, поэтому, во избежание повторений, интересующихся лиц отсылаем к соответствующим разделам нашей работы в томе XI Трудов Почвенного института 1935 г.

Таким образом, резюме по поводу эволюции песков Нарын, соответственно четырем фазам его развития, можно сформулировать в следующем виде:

1. Образование обширного водного бассейна (на месте современных хаков), в связи с отступанием Хвалынского моря, обусловило формирование здесь дельтовой области, куда несли свои воды потоки и реки, спускающиеся со стороны Сырта.

2. Формирование дельты сопровождалось одновременно эрозионно-аккумулятивными процессами. Эрозионная деятельность выражалась как в размыве и сносе верхних песчано-глинистых морских осадков, так и в последующем более интенсивном эродировании самой дельтовой области — вплоть до смыва местами более глубоко лежащих осадков Хвалына. Аккумулятивный процесс выявился в накоплении довольно мощного слоя песчаного аллювия в форме дельтовых отложений.

3. Наличие выходов суглинистых и глинистых островов верхнего Хвалына в песках, главным образом на ашиках, а также местами неглубокое их залегание под чехлом песка (татры) указывают, что процесс деструкции первоначального ложа происходил неравномерно и, повидимому, более или менее широкими бороздинами.

Это обстоятельство показывает, что современный рельеф песчаных отложений определяется рельефом, созданным предшествовавшими аккумуляции эрозионными процессами. С другой стороны, эти последние факты позволяют полагать, что пласты хвалынских глин, в местах где они не смыты и не снесены, продолжаются и под бугристыми песками.

В настоящее время надо считать установленным явление подстилания песчаного рельефа коренными породами. Подобные явления отмечены различными исследователями для песков Советского Союза и зарубежных стран. Для песков Средней Азии и Казахстана явления наложения песчаных отложений отмечены в работах Никитина (пески низовьев рр. Эмбы, Уила, Калдыгайты, пески Кок-джида, Моюн-кумы, юго-западные Кзылкумы, Прибалхашье), Заозерского (пески Катта-кум на правобережье р. Сурхан), Геллера, Купина и Петрова (туркменские Кара-кумы). Нередко эоловый песчаный чехол имеет сравнительно незначительную мощность и повторяет в основном форму рельефа коренных пород. Это обстоятельство для некоторых авторов послужило поводом (в противовес эоловой теории) считать причиною образования рельефа песков деятельность текучих вод с последующей эоловой деструкцией и аккумуляцией лишь поверхностных слоев (Геллер и Купин). В местах сильного выдувания коренные породы иногда выходят на дневную поверхность.

4. Для второй фазы развития песков характерны понижение базиса эрозии, интенсивные процессы деструкции устьевых отложений остатками речных потоков и формирование в этих наносах (деструктивные элементы устьевых отложений) «русел», из которых впоследствии образовались ашики.

5. К этой же фазе относится первоначальное поверхностное эрозионное расчленение возвышенных частей (останцов размывания) за счет сокращения водной поверхности. Одновременно в этот период формирование рельефа также сопровождается действием делювиальных процессов и постепенным возрастанием эоловых. Все это в совокупности и положило начало образованию рельефа современных лент бугристых песков.

6. Следующая — третья — фаза эволюции характеризуется значительной сухостью климата, замиранием речной системы и прекращением поступления вод в дельтовую область, с одновременным усилением субаэральных процессов. В результате этого происходит дальнейшее расширение поверхностных форм предыдущей фазы и образования новых деструктивно-аккумулятивных элементов рельефа в виде различных по размерам и очертаниям бугров и ложбин.

7. Последняя фаза — современная или «антропогенная» — характеризуется все возрастающим влиянием человека на ход эволюции песков. В дореволюционный период оно выразилось в их хищническом использовании, разбивании их, что привело к росту площадей оголенных песков. Послереволюционный период явился новым этапом, направленным к сознательному, планомерному и всестороннему изучению и освоению песков путем применения различного рода агротехнических и мелиоративных мероприятий.

ОСНОВНЫЕ ЛАНДШАФТЫ И ТИПЫ ПЕСКОВ И ПЕСЧАНЫХ ПОЧВ МАССИВА НАРЫН

По генезису и форме поверхности песчаные образования массива Нарын представлены двумя отчетливо выраженными ландшафтами: 1) бугристыми песками и 2) ашиками (равнинными песчаными степями), закономерное сочетание которых создает макромозаичную картину массива песков в целом (см. карту в приложении).

В предыдущем мы занимались выяснением генезиса песчаного массива и его ландшафтов, их эволюции в связи с изменением физико-географических условий, а также указали, что современный облик выделенных ландшафтов определился еще в ранние фазы их развития. Последняя, современная фаза, повидимому, не оказала существенного влияния на изменение общего морфологического строения составляющих пески ландшафтов. Влияния «антропогенного» характера с явлениями локальных дегрессий и демутаций обусловили лишь поверхностное перевевание песков, а также образование производных типов.

Несмотря на тесную генетическую связь двух указанных ландшафтов в прошлом и сопряженность их развития в настоящем (через миграцию грунтовых вод, флоры и пр.), они в современном виде представляют собой внешне два резко обособленных образования не только по форме поверхности, но и по почвам, растительности, а также и животному миру (Ралль и Худяков, 1933). Исходя из этого, а также учитывая их различные практические возможности, наше описание данных песков производится на основании установленных нами типов, в пределах каждого ландшафта.

В основу разделения на типы нами положены: характер и мощность песчаных отложений, подстилающие породы, рельеф, водно-солевой режим, почвенный и растительный покровы. Роль так называемых «антропогенных» факторов, значение которых особенно сказалось в последнюю, современную, фазу развития песков, излагается в соответствующих местах текста.

Бугристые пески

Основываясь на указанных выше признаках, ландшафт бугристых песков подразделяется нами на следующие главнейшие типы:

а) бугристые пески;
б) пологобугристые и холмистые пески;
в) мелкобугристые пески прихаксской полосы;
г) мелкобугристые пески придревнедельтовой зоны.

а) Бугристые пески

Эти пески в пределах бугристого ландшафта имеют наибольшее распространение и составляют около 70—80% его площади. Они, как было указано, имеют вид вытянутых извилистых лент по направлению с СВ на ЮЗ, протяжением до 50 км и шириной 5—10 км каждая.

Рельеф, согласно данным нивелирных профилей «А», «В», «Е» (см. приложение, фиг. 27, 28 и 31), имеет бугристый характер, чем создается комплексность строения бугристых песков. Этот комплекс состоит в основном из бугров с их склонами и из заключенных между ними котловин. Бугры здесь имеют различную высоту, достигая 6—8 м, реже 15 м. Нередко вершины бугров носят плоский характер с пологими склонами по всем направлениям. Склоны бугров вообще не отличаются большой крутизной, редко углы наклона превышают 30—35°. Бугры, не имеющие строгой закономерности в своем расположении друг к другу, чередуются с понижениями (котловинами) различной формы размером до 1000—1500 м². Местами котловины, соединяясь, образуют большие и широкие понижения, которые нередко бывают заняты древесно-кустарниковыми зарослями.

К периферии лент размеры бугров уменьшаются, очертания их сглаживаются, и бугристые пески постепенно переходят в полосу пологобугристых песков.

Пески до глубины залегания грунтовых вод имеют палево-желтый цвет, и в механическом составе их, вследствие перевеянности, значительно преобладает мелкозернистый песок (90% и больше). Количество среднего песка достигает 10%, а в некоторых разрезах — до 18—20%. Крупнопесчаные частицы составляют не более 1%. Чрезвычайно ничтожный процент приходится на долю песчаной пыли (не более 0.5%) и почти отсутствуют глинистые частицы. Характер механического состава песка не изменяется существенно

и с глубиной, что хорошо прослеживается почти по всем разрезам в бугристых песках. Чтобы проследить характер механического состава песка на вершине бугров, нами был заложен разрез 4 (табл. 1), данные анализа которого показали, что в этих условиях точно также преобладает мелкий песок, содержание которого в отдельных горизонтах доходит до 98%. Крупный песок представлен лишь единичными зернами; средний песок не превышает 3—4%, а песчаная пыль не превышает 0.25%. Что касается глинистых частиц, то они совершенно отсутствуют в песке вершин бугров.

ТАБЛИЦА 1

Механический анализ песка из разреза 4 на вершине бугра, лишенного растительности, в даче Джаскусс в 0.5 км на восток от пос. Урды

Глубина взятия образца в см	%-ное содержание частиц диаметром (в мм)				
	1—0.5	0.5—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	< 0.01
	крупный песок	средний песок	мелкий песок	пыль	глина
0—10	нет	1.75	98.20	0.05	нет
20—30	отд. зерна	3.75	95.25	0.25	»
40—50	нет	2.00	97.95	0.05	»
60—70	нет	3.00	96.75	0.25	»

Характер изменения механического состава по отдельным экспозициям представлен в табл. 2. Образцы для анализа брались с поверхности песка в даче Джаскусс в 0.5 км на восток от пос. Урды.

ТАБЛИЦА 2

Механический анализ песка с разных мест одного бугра

Место взятия образца	%-ное содержание частиц диаметром (в мм)				
	1—0.5	0.5—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	< 0.01
	крупный песок	средний песок	мелкий песок	пыль	глина
Вершина бугра высотой 8 м	отд. зерна	8.75	91.20	0.05	нет
Юго-восточный склон	0.25	11.25	88.35	0.15	»
Северо-западный склон	отд. зерна	1.25	98.70	0.05	»
Котловина	0.50	4.00	95.40	0.10	»

Для всех экспозиций свойственно отсутствие или весьма незначительное присутствие крупного песка, отсутствие глины и незначительное количество песчаной пыли. Заметное влияние на содержание мелкого песка оказали преобладающие юго-восточные ветры. На этом склоне количество мелкого песка меньше, чем в остальных экспозициях. Он оказался выдутым и снесенным, главным образом на противоположный (защищенный) северо-западный склон, где 99% механического состава падает именно на мелкозернистый песок.

Для детальной характеристики почвенных условий бугристых песков, а также их механического состава, приводим описание и анализ разреза 3, заложенного в котловине бугристых песков.

Разрез 3.

0— 4 см. Сухой, сыпучий желтый песок, лишенный видимых органических остатков.
4—58 см. Палево-желтый песок, также лишенный органических остатков, влажный до 40 см и сырой до 58 см, вследствие чего в нижней части этого слоя песок имеет темноватый оттенок.
58—89 см. Сизовато-бледножелтый, мокрый песчаный слой. С глубины 92 см появляется в обильном количестве грунтовая вода со следами щелочной реакции (на лакмусовую бумагу).

Механический анализ взятых из этого разреза образцов дан в табл. 3.

ТАБЛИЦА 3

Механический анализ песка из разреза 3

Глубина взятия образца в см	%-ное содержание частиц диаметром (в мм)				
	1—0.5	0.5—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	< 0.01
0—10	0.50	9.75	87.00	0.25	0.0
20—30	0.50	8.75	90.50	0.25	0.0
40—50	0.75	18.75	80.25	0.12	0.13
60—70	0.50	8.00	91.25	0.25	0.0

Таблица указывает, что весь разрез до грунтовой воды представлен песком при чрезвычайно ничтожном (0.13%) содержании глинистых частиц. Значительно преобладает фракция мелкого песка, количество которого достигает 80—90% и более.

Данные механического анализа нескольких разрезов, заложенных нами в бугристых песках, дают аналогичную картину распределения отдельных фракций на всю глубину разреза. Это обстоятельство дает повод сомневаться в правильности утверждения Томашевского, который считает эти пески крупнозернистыми, приводя цифру для крупного песка в 22.5%.[1]

Результаты анализа этих образцов на содержание гигроскопической воды и валового количества гумуса сведены в табл. 4.

Данные механического анализа другого (4-го) разреза, заложенного на вершине бугра высотой 10—13 м, приведены в табл. 5.

Разрез заложен в б. даче Джаскусс на 1 км восточнее пос. Урды.

Результаты и этого, и других анализов (разр. 3, 8, 3а, табл. 3, 10 и 12) согласно указывают, что бугристые пески отличаются большим содержа-

[1] Между прочим, Томашевский не указывает, в каких условиях, в каком месте Джаскусских песков взят образец.

ТАБЛИЦА 4

Гигроскопическая вода и гумус разреза 3

Глубина взятия образца в см	Гигроскопическая вода в %	Гумус в %
0—10	0.27	0.044
20—30	0.30	0.027
40—50	0.20	0.035
60—70	0.15	0.016

ТАБЛИЦА 5

Механический анализ песка из разреза 4

Глубина взятия образца в см	%-ное содержание частиц диаметром (в мм)					
	2—1	1—0.5	0.5—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	< 0.01
0—10	0.0	0.0	1.75	98.20	0.05	0.0
20—30	0.0	отд. зерна	3.75	95.25	0.25	0.0
40—50	0.0	0.0	2.00	97.95	0.05	0.0
60—70	0.0	0.0	3.00	96.75	0.25	0.0

нием фракции мелкого песка и отсутствием глинистых частиц, чем еще раз подтверждается поверхностная перевеянность данных песков, в отличие от почв ашиков (см. табл. 19 и 21).

Грунтовые воды в бугристых песках совершенно пресные, со слабой щелочной реакцией (на лакмусовую бумагу), обильные и залегают в котловинах на глубине, по данным многочисленных наших разрезов, 0.90—1.0 м. Местами по выбитым и выдутым котловинам (дороги) грунтовая вода близко подступает к самой поверхности песка (урочище Уш-терек). Кроме того во всех разрезах на глубине 0.15—0.30 м в августе и сентябре песок был влажный.

Согласно Томашевского, химические анализы грунтовых вод из колодцев дачи Джаскусс дали следующие показатели[1] (табл. 6).

ТАБЛИЦА 6

Данные анализа грунтовых вод бугристых песков (по Томашевскому)

Местонахождение кудука	В 1 литре воды содержится (в г)								
	Сухой остаток	Минер. вещества	Потеря от прокаливания	Общая щелочность	Na_2CO_3	CaO	Cl	SO_3	Примечание
Джаскусс . .	0.150	0.086	0.064	0.0037	0.0	0.0364	0.0072	0.0108	
» »	0.172	0.132	0.040	0.0049	0.0	0.0364	0.0179	0.0218	в сосновой куртинке
ур. Серте (Хошеуты)	2.610	2.103	0.508	0.1622	—	0.2120	0.1482	0.1141	в осокоревом насаждении

[1] Время взятия образца не указано.

Такие результаты анализа открывают весьма благоприятную перспективу для расширения эксплоатационных возможностей Нарын песков, в отличие от песков, расположенных южнее, где обилие легкорастворимых солей в грунтовой воде (как, например, в Хошеутах) делает ее малопригодной для питья.

Во всем слое до глубины грунтовой воды никакой фауны нами не обнаружено, но на наличие каспийских ракушек в подстилающем мелкозернистом песке указывает почвовед Томашевский.

Для исследования химического состава песков, кроме анализов водных вытяжек, были произведены валовые анализы двух образцов, взятых на различных глубинах (20—30 см и 100—110 см).

Ниже в табл. 7 приводятся результаты валовых анализов бугристых песков и, для сравнения, соответствующие данные о песках других районов Союза.

ТАБЛИЦА 7

Валовой анализ песков различных районов СССР

Глубина взятия образца в см	Место взятия образца	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Потеря от прокаливания	Автор
20—30	Бугристые пески дачи Кандагаш .	92.88	3.73	0.78	0.42	0.21	—	—	0.64	Якубов
100—110	Там же	92.98	3.33	0.78	0.42	0.29	—	—	0.35	Якубов
—	Д. Джаскусс . . .	93.72	0.71	1.75	0.46	0.76	0.48	0.69	1.01	Томашевский, 1931
—	Ур. Теректы] . . .	93.65	1.03	1.70	0.62	0.46	0.35	0.76	0.93	Томашевский, 1931
20—25	Пески р. Дона . . .	98.02	0.69	0.39	0.08	0.08	0.13	0.38	0.48	
—	Пески верхней террасы Волги близ г. Казани . . .	95.92	2.31	0.65	0.33	0.15	0.30	0.33		Тюрин, 1933
—	Пески Ферганы. .	49.50	2.66	1.14	20.22	5.64	1.59	1.60	0.64	Миддендорф, 1882

Цифры табл. 7 вскрывают нам интересную картину, показывающую непосредственную связь валового химического состава песков различных географических районов с характером влажности современного им климата. Выясняется, что чем влажнее современный климат того или иного песчаного района, тем он больше содержит в своем составе кварца и меньше полуторных окислов, извести и пр. Так, содержание кварца оказалось в песках Дона 98%, Верхней Волги 96%, Нарын 93% и Ферганы 50%. Это обстоятельство показывает, что при прочих равных условиях, а именно, водной и эоловой обработке песков, при одинаково благоприятном для промывания механическом их составе, степень влажности климата накладывает определенный отпечаток на химизм песков. В частности, для песков Нарын характерно огромное скопление равномерно распределенной, нерастворя-

мой в воде кремнекислоты в виде кварца (93%) и чрезвычайно ничтожное содержание остальных элементов (полуторных окислов, оснований, фосфора, азота), которыми при прочих равных условиях определяется степень плодородия почвы и характер растительных условий.

Согласно данным табл. 7, наши пески должны быть отнесены к категории бедных почв, мало благоприятных для роста и развития растений. Однако, сравнивая в общих чертах наши данные с данными валовых анализов других песков, видим, что бугристые пески Нарын значительно богаче по своему химическому составу, чем пески Европейской части Союза (пески Дона и Верхней Волги). Что касается среднеазиатских песков (пески Ферганы), то они отличаются значительно меньшим содержанием кремнекислоты, чем наши пески, и соответственно большим содержанием остальных элементов и в особенности извести (более 20%). Таким образом выясняется, что исследованные нами пески Нарын по своему химизму (согласно валовым анализам) занимают промежуточное положение между песками севера и юга Европейской части Союза и Средней Азии (Ферганские пески), что в полной мере согласуется с характером влажности климата взятых для сравнения географических пунктов.

Анализ образцов бугристых песков на содержание фосфора, азота и калия показал, что они находятся здесь в небольших размерах. Ниже приводится табл. 8, где изложены результаты послойного анализа образцов песка в разрезе под культурой сосны (разр. 1).

ТАБЛИЦА 8

Анализ бугристых песков на содержание K, P и N (в %)

Глубина взятия образца в см	K по Кирсанову		Общий P_2O_5	Общий N
	Песок обраб. водой	Песок обраб. в 0.2 н HCl		
0—10	0.004	0.009	0.020	0.030
20—30	0.003	0.005	0.022	0.026
70—80	0.001	0.003	0.025	0.022
150—170	0.001	0.003	0.023	0.019

Сопоставляя данные этой таблицы с данными для почв ашиков (табл. 18, стр. 61), видим, что: 1) в химическом составе бугристых песков и в верхних песчаных горизонтах почв ашиков существенной разницы не наблюдается; 2) в нижних горизонтах почвы ашиков содержится меньше кремнекислоты и больше CaO, MgO. Количество прокаленного остатка здесь также незначительно. Эти явления, повидимому, объясняются тем, что данный горизонт представляет собой погребенную почву, свойственную окраинной полосе ашиков; 3) при общем незначительном содержании калия, фосфора и азота в песках Нарын, в ашиках все они обнаружены в несколько большем количестве. Это обстоятельство, повидимому, объясняется меньшей выщелачиваемостью ашиков и характером их растительного покрова.

Анализ химического состава водной вытяжки из бугристых песков б. дачи Джаскусс, из разреза в котловине с единичной псаммофитной растительностью, дается в табл. 9.

ТАБЛИЦА 9

Анализ водной вытяжки песка б. дачи Джаскусс, разрез 3

Глубина в см	Сухой остаток	Прокаленный остаток	Потеря от прокаливания	Щелочность HCO_3	Щелочность CO_3	Cl'	SO_4''	Ca^{++}	Mg^{++}	Скорость фильтрации	Цвет	Прозрачность	Гигроскопич. вода	Валовое содержание гумуса
0—10	0.048	0.029	0.019	0.0244	нет	0.0022	0.0023	0.0036	0.0004	Быстро	Бесцветный	Опалесцирует	0.27	0.04
20—30	0.045	0.029	0.016	0.0201	»	0.0022	0.0020	0.0033	0.0008				0.30	0.03
40—50	0.048	0.025	0.015	0.0183	»	0.0021	0.0017	0.0026	0.0005				0.20	0.04
60—70	0.038	0.023	0.015	0.0183	»	0.0018	0.0017	0.0023	0.0007				0.15	0.02

Все результаты вычислены на абсолютно сухую почву в процентах. Данные механического анализа этого разреза 3 приведены выше (табл. 3).

Из табл. 9 видно, что бугристые пески, в противоположность некоторым типам почв ашиков (см. табл. 20, стр. 64), сильно выщелочены. Обращает также внимание весьма ничтожное содержание органических веществ.

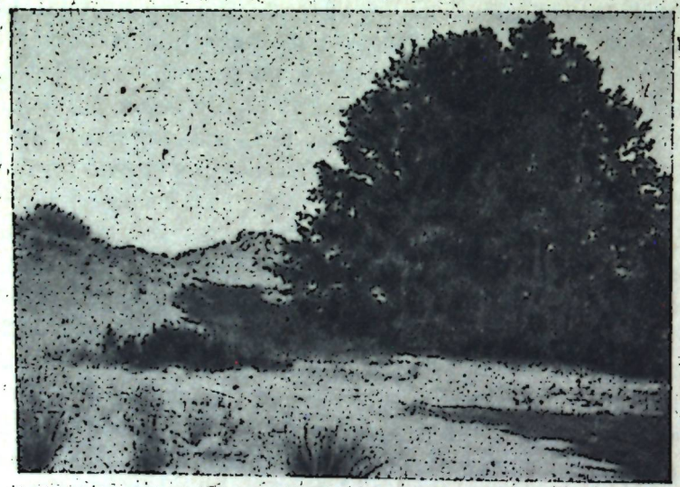
Следовательно, ленточная форма арен, их рельеф, однообразный механический состав с преобладанием фракции мелкого песка, бедность органическими веществами и выщелоченность, а также отсутствие каких-либо животных остатков указывают именно на перевеянность верхнего слоя песка, по крайней мере до глубины грунтовых вод. Однако благоприятные климатические условия, близкое и обильное залегание грунтовых вод обусловливают произрастание сравнительно разнообразной естественной древесно-кустарниковой растительности (не говоря о травянистой), свойственной только данным пескам. Эти же обстоятельства позволили относительно широко разнообразить флору их, путем культивирования растений, не встречающихся здесь в естественном состоянии.[1]

Следует отметить ряд древесно-кустарниковых пород, имеющих наибольшее свое распространение в песках данного района и в частности свойственных данному типу песков — *Salix caspica*, *Populus hybrida*, выделенный еще Литвиновым как гибрид между *Populus alba* и *Populus tremula*, и др. Из древесно-кустарниковых пород, произрастающих здесь естественно, обнаружены нами следующие: *Populus alba*, *P. nigra*, *P. tremula*, *P. hybrida*, *Alnus glutinosa*, *Elaeagnus angustifolia*, *Rosa cinnamomea*, *R. canina*, *Salix caspica*, *Salix rosmarinifolia*, *Rhamnus cathartica*, *Calligonum aphyllum*, *Tamarix Pallasii* и дикая яблоня (фиг. 2—6).

[1] Искусственные древесные посадки и их состояние описаны в нашей работе (см. Труды Почв. инст., т. XI, 1935, стр. 227 и далее). Здесь мы даем результаты анализов роста древесных культур (стр. 77—83).

Кроме того Г. Н. Высоцкий указывает на произрастание близ пос. Урды *Populus Bachofeni*, а лесоводом С. З. Лященко отмечен терн неизвестного

Фиг. 2. Культуры черной ольхи в котловине бугристых песков дачи Кандагаш. Возраст 25 лет. Ср. высота 12 м, ср. диаметр 23 см. Сомкнутость крон 0.9—1.0



Фиг. 3. Культуры ольхи на бугристых песках дачи Кандагаш. Возраст 25—30 лет. Ср. высота 12 м, ср. диаметр 15 см. Налево в котловине однолетний самосев ольхи высотой до 1 м. На вершине бугра заросли нарын-тала

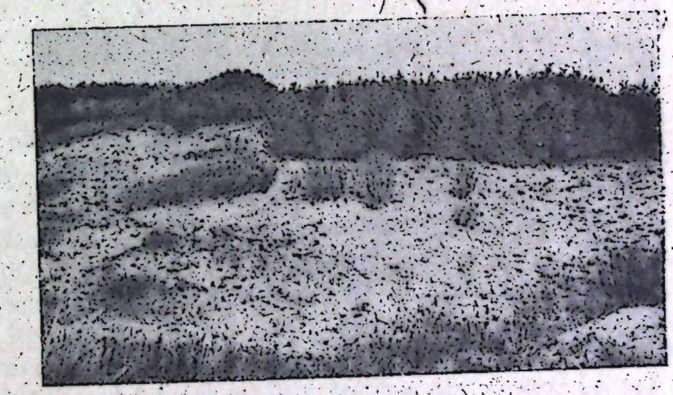
происхождения, произрастающий группой в котловине бугристых песков дачи Мешет-кум.[1]

Появление разбитых бугристых песков и образование барханов в настоящее время вызывается исключительно деятельностью человека, вслед-

[1] Естественная растительность данных песков, характер их произрастания описаны в нашей работе (Тр. Почв. инст. XI, 1935, стр. 249 и сл.).

ствие чрезмерной пастьбы скота, порубки и выкорчевывания скрепляющей пески растительности. Оголенные бугристые пески, являясь продуктом вторичной дефляции основных бугристых песков, образуются главным образом через скотосбой, чему в большой степени способствуют и основные

Фиг. 4. Сосновые культуры на пологобугристых песках дачи Кандагаш. Возраст 18—20 лет. Средняя высота 9 м, ср. диаметр 12 см.



Фиг. 5. Общий вид древесных культур дачи Кандагаш. Впереди культуры сосны с белой акацией и ольхой. Левее ольхово-сосновые культуры. Внизу отдельные заросли нарын-тала

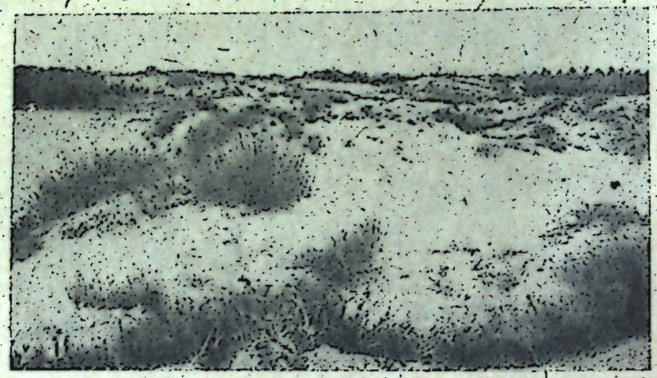
климатические факторы района (температура воздуха и почвы, ветер и пр.). В своем расположении разбитые пески приурочены к пастбищам, выгонам, колодцам, населенным пунктам и пр.

Картину развевания бугристых песков и частичное погребение ими жилищ населения мы наблюдаем в окрестности пос. Урды. Самый поселок Урда по литературным указаниям неоднократно подвергался опасности занесения песком, но благодаря своевременно принятым мерам наступление

песка предотвращалось. Большое значение имело наложение запрета на выпас и порубку растений в зоне песков, прилегающих к поселку.

Разбивание и перевевание бугристых песков возле пос. Урды имеет место и теперь. Чтобы сравнить изменение рельефа и растительности песков в результате разбивания через выпас, приведем описание двух участков, расположенных по соседству, один из которых весьма умеренно подвергнут выпасу, а другой чрезмерно.

Рельеф первых песков мелкобугристый, высота бугров не превышает 3 м. Бугры имеют цирковидную форму с плоскими вершинами и пологими



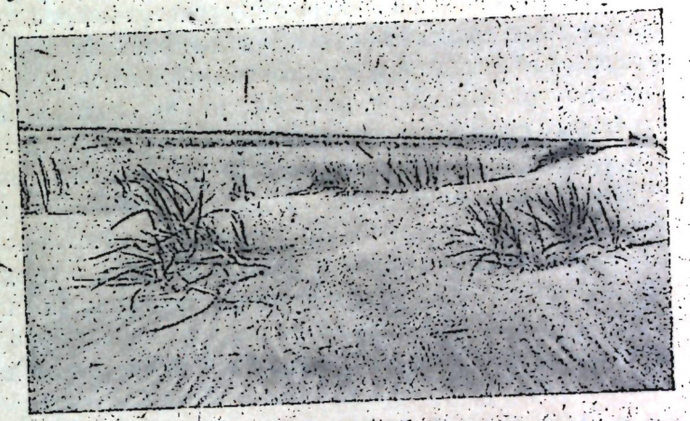
Фиг. 6. Бугристые пески дачи Джаскусс в 0.5—1 км на восток от пос. Урды. Впереди на вершине бугров заросли нарын-тала. Позади в котловине сосновые культуры (1910—1915 гг.)

уклонами одинаковой крутизны во все стороны. Песок с поверхности заметно уплотнен. Растительность представлена в следующем составе (в порядке обывания): *Artemisia arenaria*, *A. scoparia*, *A. campestris*, *Centaurea arenaria*, *Euphorbia Gerardiana*, *Salsola Kali*, *Corispermum intermedium*, *Glycyrrhiza glabra*, *Elymus giganteus*, *Agriophyllum arenarium* и др. Два последних растения представлены единично разбросанными, угнетенного вида, экземплярами. Покрытие растениями почвы 60—70%.

Участок же, подвергнутый усиленному выпасу, имеет типичный рваный бугристый рельеф, где бугры высотой 4—5 м чередуются с котловинами выдувания. Вершины бугров в большинстве случаев совершенно лишены растительности и лишь в редких случаях можно видеть единичные кустики пионеров псаммофитов: *Elymus giganteus* и *Agriophyllum arenarium*. На выдутых склонах и подошвах бугров, а также в котловине, видны свидетели этой вторичной дефляции — останцы высотой до 2 м, при диаметре 2—2.5 м, скрепленные корнями *Elymus giganteus*.

В некоторых местах сильное разбивание бугристых песков приводит к образованию барханов с пологим наветренным и крутым подветренным склонами. Такие барханчики высотой до 5—7 м встречаются к северо-западу от пос. Урды в песках, прилегающих к городской бойне. Бар-

ханные образования совершенно лишены растительности и лишь изредка у оснований их крыльев наблюдались верхушки засыпанных экземпляров кияка (*Elymus giganteus*) и ак-селеу (*Aristida pennata*) (фиг. 7 и 8).



Фиг. 7. Разбитые бугристые пески в окрестности пос. Урды с единичными экземплярами кияка

Фиг. 8. Вершина и верхний склон зарастающего бархана в окрестности пос. Урды. Видны единичные кустики: кумаршика, сагыза, кияка, песчаной осоки, майкангбака и др.

Сплошь и рядом разбитые бугристые пески в пределах б. Нарынского лесничества прекрасно зарастают густыми зарослями кумаршика (*Agriophyllum arenarium*). Высота этих зарослей иногда достигает 45—50 см, при почти полном покрытии песка проекциями растений. Эти заросли используются местным населением для сбора кумаршиковых семян, которые, благодаря большой их питательности, употребляются в пищу в самых разнообразных видах (каша, лепешки, хлеб и пр.).

б) Пологобугристые и холмистые пески

Пологобугристые и холмистые пески обычно занимают переходную полосу от бугристых песков к ашикам, имея ширину до 0.5 км, иногда больше. К этой же категории песков по характеру рельефа могут быть отнесены также незначительные массивчики песков в пределах ашиков, известные у местного населения (казахов) под названием «бо́льтеков».[1]

В отличие от бугристых песков, рельеф носит здесь волнистый характер. Сглаженные бугры с пологими и покатыми склонами чередуются с широкими низинами, отделяющими одни возвышения от других. Такой характер рельефа пески принимают по мере отдаления от бугристых песков и приближения их к ашикам с равнинным рельефом, что ясно обнаруживается на профилях «А» и «В» (см. приложение, фиг. 27 и 28). Кроме того, в пределах этой полосы между пологобугристыми песками и ашиками намечается почти повсюду узкая полоса холмистых песков, невысокие холмики которых являются как бы насаженными на спокойный рельеф приашиковой полосы.

Так как и бугристые и холмистые образования данной полосы представляют собою единый природный комплекс, существенно не различаются по своему составу и занимают каждый в отдельности сравнительно незначительную площадь, то мы сочли целесообразным описание их произвести без расчленения.

Бугры переходной полосы в своих очертаниях сглажены, склоны их покаты и превышение наивысшей точки бугра над дном понижений (котловин) составляет от 2 до 3 м и реже 4 м. Высота холмиков колеблется в пределах 1—1.5 м, при диаметре у оснований до 2 м, причем высота и размеры холмиков по мере приближения к ашикам постепенно уменьшаются, очертания смягчаются и рельеф, приобретая плавный характер, переходит к полосе ашиков.

Такое строение поверхности описываемых песков, повидимому, явилось следствием влияния древнеэрозионных процессов, наметивших основные контуры рельефа, а также последующих деловиальных и дефляционных явлений.

В настоящее время наибольшее выражение имеют процессы перевевания этих песков, обусловливаемые, главным образом, их разбиванием. На ряду с явлением перевевания, в условиях данных песков, несомненно, имеют место и деловиальные процессы. К этим последним следует отнести явления поверхностного смыва и перенесения мелкозема ливнями, дождями и талыми водами[2] с повышенных мест в пониженные.

[1] См. упомянутую нашу работу, стр. 243, где они неправильно названы «бультуки».

[2] В. М. Савич (1910), считая полосу пологобугристых песков как нормальный переход от бугристых песков к биратам (ашикам — *Т. Я.*), слабобугристый характер их рельефа объяснял сносом сыпучей массы песков со стороны возвышенных песчаных островов.

Почвенные разрезы, заложенные в понижениях (котловинах) этих песков, неоднократно вскрывали под слоем перевеянного песка на глубине 1.5—2.5 м погребенные супесчаные почвы. Это обстоятельство, подтверждая наши соображения о существовавших в недавнем прошлом субаэральных процессах в данной полосе песков, указывает косвенно и на степень проявления этих процессов, выразившихся в накоплении значительной толщи (2—3 м) нанесенного песка.

Грунтовые воды в полосе пологобугристых песков пресные и залегают в понижениях на глубине 1.5—2 м. Сплошь и рядом на уровне залегания грунтовых вод обнаруживаются значительные скопления мергеля (мощностью 50 см и более), которые местами используются населением для хозяйственных нужд. По всей вероятности, причиной отложения мергеля является обильный подток содержащих карбонаты грунтовых вод, стекающих со стороны бугристых песков. Этому способствуют условия рельефа (понижения), близость залегания грунтовых вод, механический состав песков, содержащих значительное количество глинистых фракций и, наконец, задернованность их растительностью, вызывающей усиленное влагопотребление и образование мергеля. Нередко в понижениях пологобугристых и холмистых песков на уровне грунтовых вод в отложениях мергеля или слоя мелкозернистого песка-плывуна обнаруживались ракушки, которые залегали или в виде прослоек толщиною в 1—2 см, или в виде отдельных включений осколков (см. разрез 3а, стр. 43—44).

Почвы данной полосы песков могут быть охарактеризованы в целом как почвы неразвитые, процессы почвообразования находятся в зачаточном состоянии.

Почвенные разрезы в условиях возвышений, склонов бугров, с глубоким залеганием грунтовых вод, показывают, что почвенный профиль состоит из монотонного (палево-желтого цвета) перевеянного мелкозернистого песка. Верхний горизонт песка имеет очень слабую гумусовую окраску, и то не повсюду.

Песок на всю глубину до уровня грунтовых вод вышелочен (не вскипает) и подстилается на глубине 2.5—3 м погребенными супесчаными почвами, образовавшимися на древнеаллювиальных отложениях (разрез 8, стр. 42). В пределах этой же полосы песков, но в условиях понижений (котловин с древесной и травянистой растительностью) проявление почвообразовательных процессов значительно возрастает (гумификация, почвенные горизонты и пр.).

По характеру рельефа, глубине залегания грунтовых вод, мощности песчаного слоя и характера растительного покрова для полосы пологобугристых и холмистых песков намечаются следующие типы почв (таб. 18а, стр. 62):

1) Песчаные, неразвитые почвы, светлокаштанового типа на перевеянных (эоловых) отложениях.

Эти почвы встречаются, главным образом, на вершинах плоских возвы-

шений и их пологих склонах (разрез 8). Характерно залегание на глубине 2—3 м погребенных почв.

2) Слабо развитые песчаные почвы, оглеенные (переходные к незасоленным или слабо засоленным светлокаштановым песчаным почвам) на перевеянных (эоловых) отложениях, близко подстилаемых древнеаллювиальными отложениями.

Эти почвы развиваются, главным образом, в замкнутых плоских понижениях — котловинах с древесно-кустарниковой или травянистой растительностью. Благодаря условиям рельефа, им свойственно близкое залегание грунтовых вод и накопление лугового мергеля, образующегося в результате минерализации стекающих со стороны бугристых песков в ашики грунтовых вод (разрезы 3, 11).

В некоторых разрезах данных почв с древесной растительностью (тополь) наблюдается повышенная щелочность, связанная, повидимому, с характером растительности и продолжительного ее влияния на песчаный субстрат (разрезы 3, 11).

Для характеристики указанных выше почвенных типов полосы пологобугристых песков приводим описание и аналитические данные наиболее типичных разрезов.

Разрез 8. (Описан 31/VIII 1934 г.). Разрез заложен по нивелирному ходу В, точка 1, в даче Кзыл-шагыл, в средней части пологого (западного) склона бугра.

0— 96 см. Палево-желтый, мелкозернистый, слегка уплотненный песок, свежий с 40 см.

96—125 см. Светлобурый, мелкозернистый, свежий наощупь песок.

125—197 см. Темножелтый, мелкозернистый, свежий наощупь песок.

197—237 см. Темноцветный (погребенный) супесчаный горизонт, свежий наощупь. В сухом состоянии песок имеет кофейный цвет с сероватым оттенком.

237—256 см. Темносерый (буроватый), свежий, глинисто-песчаный горизонт.

Вскипание почвы слабое со 195 см, сильное со 197 см. Грунтовая вода находится на глубине 3.5 м. Корневая система растений сосредоточена на глубине 40 см. Растительность состоит из: сор.[1] — *Artemisia arenaria, Centaurea arenaria, Jurinea polyclonos;* сор.[2] — *Agropyrum sibiricum, Carex colchica* sol.-greg. — *Calligonum aphyllum;* sol. — *Chondrilla ambigua;* un. — *Elymus giganteus.*

Покрытие песка проекциями растений составляет 70%. Как видно из этого списка, преобладающую роль в растительном покрове играют песчаные формы, являющиеся выходцами из бугристых песков; степные же виды растений представлены в незначительном количестве и играют подчиненную роль.

Табл. 10 показывает, что разрез сложен мелкозернистым песком. Примесь среднего песка не превышает 0.5%. Что касается песчаной пыли и глинистых частиц, то они также представлены в незначительном количестве. Повышенное содержание пыли и глины в верхнем горизонте, очевидно, объясняется влиянием, хотя и редкого, растительного покрова, а также

ТАБЛИЦА 10

Механический анализ песка разреза 8

Глубина взятия образца в см	%-ное содержание частиц диаметром (в мм)				
	1.0—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	< 0.01	Сумма трех фракций
0—10	0.16	97.26	1.54	1.04	98.96
20—30	0.14	98.78	0.12	0.96	99.04
100—110	0.09	98.90	0.54	0.47	99.53
150—170	0.36	98.23	0.56	0.85	99.15
200—210	0.27	90.53	2.66	1.54	95.00
240—250	0.27	93.25	1.95	4.53	95.47

и запылением, а возрастание их в более глубоких горизонтах — наличием вышеуказанных супесчаных почв.

Определение содержания гумуса и гигроскопической влаги для верхнего горизонта этого разреза показало следующее (табл. 11).

Данные этой таблицы показывают, что:

1) содержание гумуса резко падает с глубиной; в слое же погребенной почвы (200—210 см) его содержание значительно больше;

2) количество гигроскопической влаги также падает с глубиной, но без резкого скачка, как это наблюдается в отношении гумуса. Повидимому, это явление находится в тесной связи с повышенным содержанием в этом горизонте глинистых частиц (см. табл. 11 и 12).

ТАБЛИЦА 11

Гигроскопическая вода и гумус разреза 8

Глубина взятия образца в см	Гумус по Тюрину	Гигроскопическая вода
0—10	0.35	0.38
20—30	0.08	0.25
200—210	1.7	—

Таким образом, в полосе пологобугристых песков возвышенные местоположения (плоские поверхности бугров и их склоны) представлены песчаными неразвитыми почвами, светлокаштанового типа. Они характеризуются слабо выраженным почвенным профилем, сложены отсортированным (перевеянным) песком, весьма слабо гумусированы, выщелочены и местами подстилаются погребенными супесчаными почвами.

Теперь приведем описание, характеризующее слабо развитые оглеенные почвы, являющиеся переходными между вышеописанными неразвитыми песчаными почвами и светлокаштановыми и луговыми почвами ашиков, засоленных в той или иной степени.

Разрез 3а. (Описан 28/VIII 1934 г.). Заложен по нивелирному ходу «А» точка *4—5* в даче Кандагаш в котловине заросших пологобугристых песков.

0— 20 см. Дерновый сухой темноцветный уплотненный, мелкозернистый песок, пронизанный корнями растений.

20—80 см. Серовато-желтый, мелкозернистый песок. Горизонт более уплотненный, чем предыдущий, особенно последние 20 см. На разрезе видны скопления белоглазок.

80—115 см. Желтовато-серый мелкозернистый песок, пронизанный корнями растений (диаметр корней до 0.5 см). На стенке разреза видны скопления гипса и железистых соединений.

115—170 см. Светлосерый, глинистый песок, белеющий при высыхании. Вскипает бурно.

170—195 см. Палево-желтый, глинистый песок. Плывун с прослойкой ракушек (Didacna, Monodacna, Dreissensia и др.) на уровне грунтовых вод (176 см).

Вскипание слабое с 60 см; сильное со 120 см. В интервале 60—120 см вскипание местами усиливается. Песок до 70 см сухой; 75—100 см — свежий; 100—147 см — влажный, и ниже — сырой.

Растительность состоит из: сор.^{3} — *Agropyrum sibiricum*; сор.^{2} — *Achillea millifolium*; сор.^{1} — *Artemisia arenaria*, *Equisetum* sp.; sol. — *Linaria odora*, *Euphorbia Gerardiana*, *Festuca Beckeri*.

Поверхность почвы покрыта отпадом растений. Покрытие почвы проекциями растений составляет 60%.

ТАБЛИЦА 12

Механический анализ разреза 3а

Глубина взятия образца в см	%-ное содержание частиц диаметром (в мм)				
	1—0.25 средний песок	0.25—0.05 мелкий песок	0.05—0.01 пыль	< 0.01 глина	Сумма трех фракций
0—20	0.35	97.43	1.08	1.14	98.86
40—50	0.80	97.93	0.36	0.91	99.09
100—110	2.11	93.13	1.00	3.76	96.24
150—170	0.98	93.86	0.42	4.74	95.26

Разрез сложен мелкозернистым песком. Примесь среднего песка небольшая, но значительно больше, чем в других типах почв этой полосы.

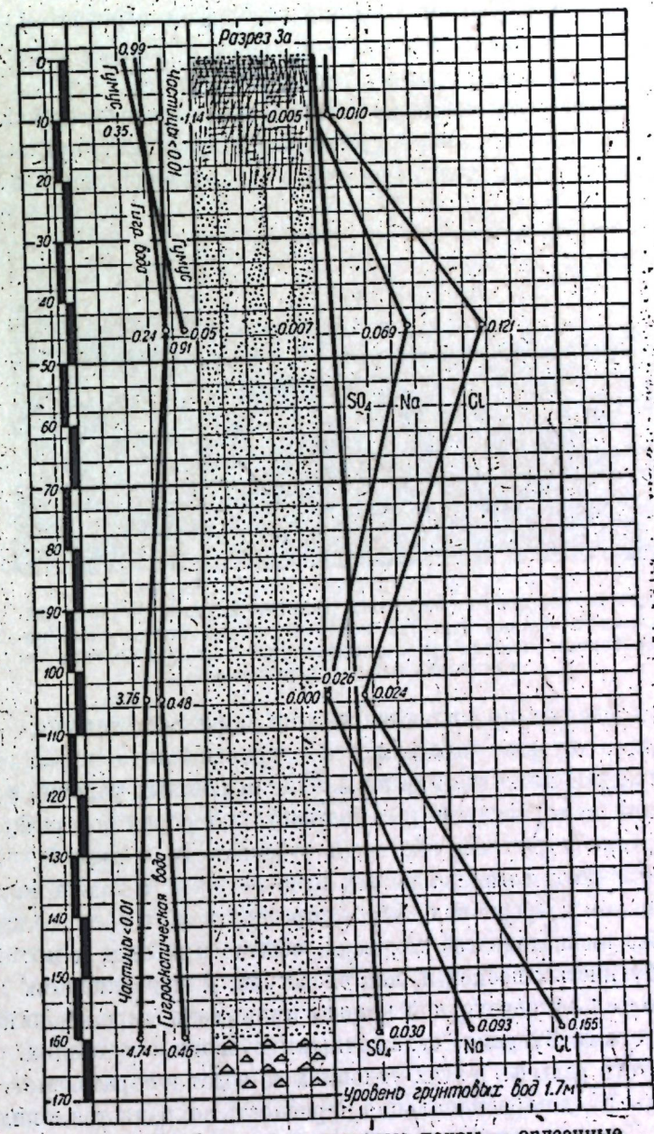
Содержание глины, согласно таблице (неполной), резко возрастает с глубины 1 м, что, несомненно, является результатом образования этих почв на перевеянных песках, подстилаемых хвалынскими (по фауне) суглинистыми отложениями.

ТАБЛИЦА 13

Анализ водной вытяжки разреза 3а

Глубина в см	Сухой остаток	Щелочность HCO_3 общ.	Щелочность CO_3	Cl'	SO_4''	Ca''	Mg''	Na' по разности	Гигроскоп. вода	Гумус
0—20	0.028	0.0152	нет	0.0096	0.0012	0.0046	0.0007	0.005	0.29	0.35
40—50	0.236	0.0197	»	0.121	0.0066	0.0075	0.0039	0.069	0.24	0.05
100—110	0.09	0.026	»	0.024	0.0026	0.0026	0.0017	нет	0.48	не опр.
150—170	0.34	0.028	»	0.165	0.030	0.014	0.0091	0.093	0.46	» »

Результаты водной вытяжки подтверждают двухфазность почвенного образования данного разреза, связанного как с характером отложений,



Фиг. 9. Слаборазвитые песчаные почвы — оглеенные (△ — ракушки).

так и с влиянием атмосферного и грунтового увлажнения, границы которых проходят примерно в интервале 0.5—1 м (фиг. 9).

Из результатов анализа становится очевидным, что эти почвы засолены в своих глубоколежащих горизонтах (40—50 см и 150—170 см), и засоление происходит в основном за счет хлоридов, при заметном возрастании коли-

чества сульфатов, что вполне увязывается с обнаруженными нами при описании разреза скоплениями белоглазок и мергеля мощностью до 0.5 м. Содержание гигроскопической воды по отдельным горизонтам почвы находится в связи с механическим составом почвы, а распределение гумуса — с характером покрывающей почву растительности.

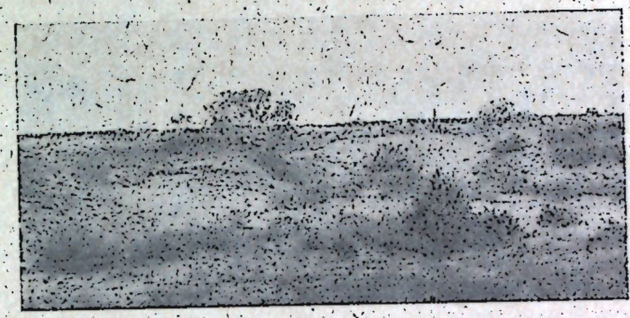
Так как пологобугристые пески располагаются в контактной зоне бугристых песков и ашиков, то характер взаимоотношения этих двух ландшафтов, динамика их эволюции находит свое яркое отображение именно в этой зоне.

Фиг. 10. Общий вид сосновых культур на пологобугристых песках д. Мешет-кум. На переднем плане копны сена на неразвитых почвах (песчаных) светлокаштанового типа с типцековыльной растительностью

Эти процессы внешне проявляются в характере растительного покрова, их роста и пр., которые определяются изменяющимися почвенно-грунтовыми условиями. В свою очередь изменение почвенных условий находится в тесной связи с характером растительного покрова, который, с одной стороны, скрепляет рыхлый песчаный субстрат и, с другой, обогащает песок органическими и минеральными соединениями, а также мелкоземом. Эволюция ашиков и бугристых песков, протекающая в естественных условиях, т. е. без вмешательства человека, обычно приводит к постепенному зарастанию бугристых песков и, как следствие, к выравниванию их, в результате чего рельеф переходной полосы принимает широковолнистый характер с пологими буграми, сглаженными в своих очертаниях. Нивелировка бугристого рельефа в этих условиях не ведет к образованию равнинных форм рельефа, и первоначальная неровность сохраняется в виде изолированных отдельных возвышенностей или в форме закругленных холмиков.

Иное наблюдается, если в этот естественный процесс взаимоотношения бугристых песков и ашиков вмешается нерациональная «хозяйственная» деятельность человека. При этих условиях чрезмерное выбивание почвы путем нерегулированного выпаса скота, корчевка и порубка растительности приводят к явлениям дефляции рыхлого песка со скоплением его в виде бугров, отделенных друг от друга котловинами выдувания.

Оба эти процесса, а именно процесс зарастания пологобугристых песков с последующим выравниванием их поверхности, а также разбивание песков и образование рваного бугристого рельефа, хорошо наблюдаются в песках Нарын. Первые характерны для наиболее отдаленных от населенных пунктов песков (Мешет-кум, Кандагаш), тогда как вторые имеют место вокруг поселений, пастбищ, водопоев и пр. (окрестности пос. Урды и зимовок в даче Кандагаш). Таким образом, в естественных условиях растительность ашиков как бы наступает на бугристые пески, и обратно — чрезмерное разбивание ашиков приводит к проникновению в них песчаных растений.



Фиг. 11. Общий вид пологобугристых песков на восток в окрестностях пос. Урды. Вдали группа белых тополей. Впереди в котловине культуры сосны. В котловинах и по склонам нарын-тал

Растительность переходной полосы пологобугристых песков характеризуется смешением флор бугристых песков и ашиков, причем степень участия каждой при прочих равных условиях зависит от степени и характера вмешательства человека в естественный процесс взаимоотношения указанных двух ландшафтов.

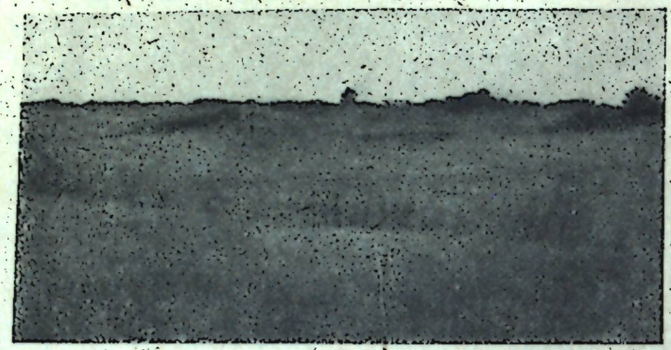
В целом процесс пространственной изменчивости растительности в полосе пологобугристых песков заключается в том, что по мере движения от бугристых песков к ашикам изменяется видовой состав растений. Песчаные растения, приспособленные к рыхлому, выщелоченному субстрату с относительно глубоким залеганием грунтовых вод, сменяются постепенно степными формами, приспособленными к условиям уплотненных и более или менее засоленных почв (фиг. 10 и 11).

Из древесных и кустарниковых пород наибольшее распространение в этой полосе песков имеют: шилик *(Salix rosmarinifolia)*, который произрастает почти во всех экспозициях рельефа, и шиповник *(Rosa cinnamomea)*, занимающий понижения — котловины. В значительно меньшем количестве на возвышенных местоположениях встречается джузгун *(Calligonum aphyllum)* и крушина *(Rhamnus cathartica)*, которая спускается на пологие склоны возвышений, а иногда и в задернованные и более увлажненные низины. Изредка в понижениях встречаются куртинки тополя

(Populus hybrida) совместно с лохом *(Elaeagnus angustifolia)*, который сплошь и рядом обвивается ломоносом *(Clematis orientalis)*.

Рост всех перечисленных пород, за исключением лоха и крушины, значительно хуже, чем на бугристых песках.

Из травянистой растительности, наиболее характерной для данной полосы песков, следует отметить следующие виды, покрывающие пологие возвышения и их склоны: *Artemisia arenaria*, *Agropyrum sibiricum*, *Koeleria glauca*, *Centaurea arenaria*, *Chondrilla ambigua*, *Carex colchica*, *Euphorbia Gerardiana*, *Aristida pennata*, *Elymus giganteus* и др., из которых последние два растения в этих условиях растут хуже, чем на бугристых песках.

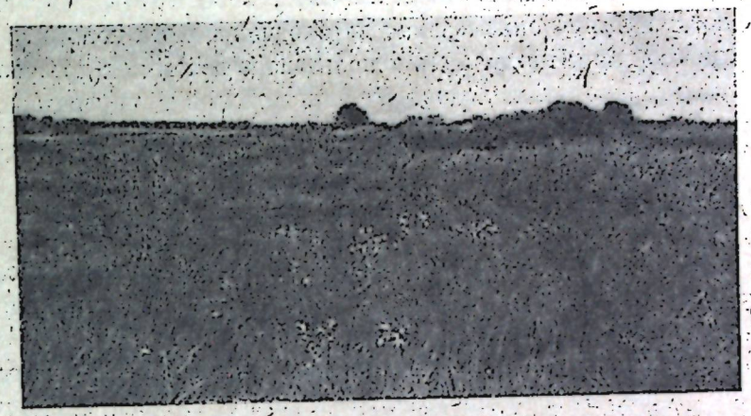


Фиг. 12. Пологобугристые пески в даче Мешет-кум. Растительность зеленополынно-разнотравная (шагыр, еркек, тростник). На вершинах бугров нарын-тал, в котловинах—тополи, белый и черный. Налево — отдельные деревья джиды

По мере приближения к ашикам и сглаживания рельефа степень задернованности почвы заметно возрастает. В растительном покрове начинают появляться и преобладать: *Festuca Beckeri*, *Agropyrum sibiricum*, *Artemisia campestris*, *Jurinea polyclonos*, *Achillea millifolium*, *Glycyrrhiza glabra*, *Scorzonera* sp. и другие растения (фиг. 12 и 13). В местах с близким залеганием грунтовых вод на пологих склонах возвышений появляется тростник *(Phragmites communis)*, количество которого увеличивается в котловинах. Рост его, по сравнению с зарослями в котловинах бугристых песков, также подавлен. Нередко плоские котловины покрываются густыми зарослями трав, среди которых явно преобладает солодка — *Glycirrhiza glabra* с единичными экземплярами таких гидрофилов, как хвощ *(Equisetum* sp.).

Растительность пологобугристых песков используется населением, в основном, путем выпаса скота и местами скашивается на сено. Качество сена невысокое: сено грубое и с большим отходом при скармливании скоту; поэтому оно оценивается значительно дешевле, чем сено ашиков или степных участков.

При отсутствии недостатка в кормах было бы целесообразно растительность этой полосы использовать путем выпаса, но установив определенные ограничительные мероприятия (пастбищный оборот). Однако возможности этих песков значительно шире, благодаря благоприятному водному режиму, близкому залеганию погребенной почвы и пр.



Фиг. 13. Заросшие пологобугристые пески в 3 км к югу от пос. Урды. В понижениях—заросли тополей, ив, шиповника и джиды

Фиг. 14. Общий вид древесных культур д. Кандагаш. В центре группа пирамидальных тополей, правее культуры ольхи. Крайние вправо культуры сосны. В левом углу на вершине бугра естественные заросли тополя. На переднем плане полоса ашика с бидаковой растительностью

В этом отношении прекрасной иллюстрацией являются посадки древесных пород (сосна, вяз, пирамидальный тополь, белая акация, ольха и пр.), плодовых деревьев (вишня, яблоня, груша и др.) и винограда у бывших кордонов лесной стражи, расположенных большей частью в этой полосе песков (фиг. 14). Более того, по словам бывших лесников,[1] урожай плодов

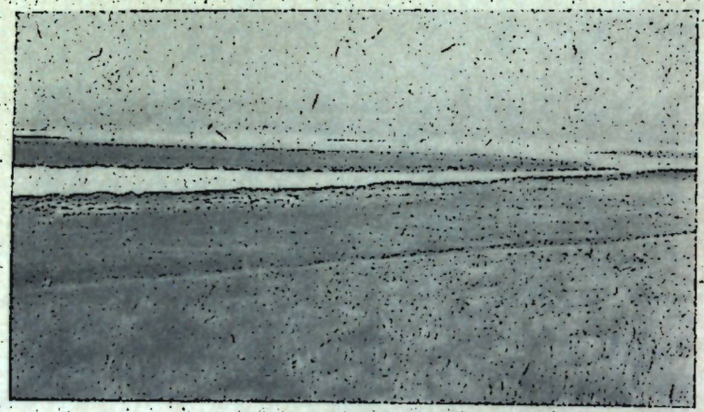
[1] Сведения получены от бывшего объездчика дачи Мешет-кум Я. И. Тихонцова, который имел участок плодово-ягодного сада на суглинистых солонцеватых почвах в степной части района, в 5—6 км западнее поселка Урды.

и косточковых (яблоня, груша, вишня и пр.) превышал урожай в степных участках района, причем плоды отличались крупными размерами и хорошими вкусовыми качествами. Следовательно, в системе мероприятий по освоению песков Нарын описываемая переходная полоса пологобугристых песков в широкой мере может быть использована путем как древонасаждения, так и культивирования плодово-ягодных деревьев и винограда, которые помимо своей продукции будут иметь и мелиоративное значение.

в) Мелкобугристые пески на окраине соленых грязей — хаки

Пески эти расположены узкой полосой вдоль северного края соленых грязей — хаков (см. карту, фиг. 33) и составляют по площади около 4—5 тыс. гектаров.

Происхождение их для нас еще не совсем ясно, но, по всей вероятности, оно связано с развитием депрессии занятой хаками и, следовательно, должно



Фиг. 15. Берег хаки на месте «впадения» ашика. Растительность полынно-солянковая (кокпек, кермеки, солянки, полыни и др.)

быть отнесено к образованиям более позднего времени, нежели лепточные пески массива Нарын. Это обстоятельство находит некоторое подтверждение в очертании самих образований, которые тянутся узким бордюром по краю хаков (на расстоянии от 0.5—1 км от берега), напоминая типичные береговые образования водных бассейнов.

Эти прибрежные песчаные полосы тянутся с северо-запада на юго-восток, и их направление является почти перпендикулярным направлению лент бугристых песков и ашиков.

Картина общего морфологического строения этих песков отчетливо вырисовывается на прилагаемом десятикилометровом нивелирном профиле «С», заложенном нами по ашику Мешет-кум вплоть до грязей — хаков (см. фиг. 15 и приложение — фиг. 29).

Ашик этот по мере продвижения к хакам постепенно понижается и, не доходя до них, на расстоянии около 4 км прерывается перемычкой взбугренных песков шириной до 1 км при высоте бугров 1—2 м. Далее за этой перемычкой следует полоса ашика, перпендикулярная предыдущему ашику и ориентированная с северо-запада на юго-восток. Ширина последнего ашика колеблется обычно до 3—5 км; и наиболее низкая отметка его ниже уровня низшей отметки основного (широтного) ашика на 4—5 м и выше уровня хаков на 2.5—3 м. Далее к хакам полоса ашика (долготного) постепенно приподнимается и переходит в полосу описываемых мелкобугристых песков, ширина которой варирует в пределах 1—1.5 км. Отметка верхней части данной полосы песков превышает отметку дна ашика (долготного) на 2.5—3 м и отметки уровня хаков на 5—6 м. Следовательно, высота отдельных бугров прихаких песков достигает 2—3 м.

Далее по направлению к хакам за полосой мелкобугристых песков обычно, после короткого песчаного шлейфа, следует изрезанное побережье хаков, сложенное суглинками и глинами с галофитной растительностью, покрывающей почву на 60—70% (*Atriplex canum, Halocnemum strobilaceum, Obione verrucifera, Anabasis salsa, Statice Gmelini, S. suffruticosa*).

Эта прибрежная полоса, шириною около 1 км, имея высоту 1—1.5 м, падает ясным уступом в хакскую депрессию.

Таково в основных чертах общее морфологическое строение полосы прихакских мелкобугристых песков. Что касается рельефа, то он имеет сглаженный мелкобугристый характер; высота бугров превышает дно котловин на 2—3 м и редко достигает 5 м. Форма и размеры бугров и котловин чрезвычайно разнообразны, причем бугры не имеют выраженной ориентировки.

Песок имеет желтоватый оттенок и мелкозернист. Местами по котловинам выдувания обнажаются коричнево-бурые глины с солоноводными ракушками (*Cardium, Dreissensia* и др.), покрытые тонким слоем перевеянного песка. Это обстоятельство позволяет полагать, с одной стороны, что данные пески, являясь как бы насаженными, покоятся на близко залегающих суглинках и глинах морского происхождения, и с другой — указывают на незначительную мощность самого песчаного слоя.

Грунтовые воды, судя по кудукам, вырытым на периферии полосы песков, находятся в котловинах на глубине от 1.5 до 3 м и имеют нередко солоноватый привкус.

Почва в этой полосе песков неразвита. Слабые следы гумусовой окраски поверхностных слоев песка наблюдаются в понижениях с растительностью.

Растительность, покрывающая эти пески, довольно разнообразна. Древесная растительность представлена в виде единичных экземпляров тополя (*Populus hybrida*), нарын-тала (*Salix caspica*), лоха (*Elaeagnus angustifolia*) и шилика (*Salix rosmarinifolia*). Общий фон в растительности составляет шагыр (*Artemisia arenaria*), кусты которого выделяются своим пышным развитием, в виде крупных шапок значительной высоты (до 1.5 м).

К шагыру примешиваются: кумарчик (*Agriophyllum arenarium*), ак-селёу (*Aristida pennata*), изень (*Kochia arenaria* — sol.), бетеге (*Festuca Beckeri*), боз (*Stipa* sp.-un.), еркек (*Agropyrum sibiricum* — un.), кияк (*Elymus giganteus* — sol.), кара-кангбак (*Salsola Kali* — sol.) и др. Общее покрытие песков растительностью достигает 70—80%, а местами густые заросли шагыра представляют трудно проходимые чащи.

Растительность мелкобугристых песков прибрежья хаков, за отсутствием хороших водопоев, лишь частично используется для выпаса скота, а чаще всего скашивается или корчуется для устройства скотозагонных сооружений и на топливные нужды.

Основными мероприятиями на этих песках должно явиться предохранение их от чрезмерного скотосбоя, и частично следует произвести лесопосадки как с мелиоративными целями, так и для получения топливного материала.

г) Мелкобугристые пески придревнедельтовой зоны

Мелкобугристые пески придревнедельтовой зоны занимают в пределах песчаного массива Нарын примерно такую же площадь, как и прихакские мелкобугристые пески, и расположены в северо-западной части массива между пос. Урда и ярмарочным двором.

Генезис этих песков отличен от генезиса основных лент бугристых песков Нарын, находящихся в сфере древнедельтовой зоны, и повидимому они относительно недавнего происхождения. Имеются основания предполагать, что пески эти, залегающие в зоне контакта древнеаллювиальных дельтовых песков и супесчаных — суглинистых почв района, в меньшей степени были подвержены древнеэоловым процессам, а современные формы рельефа обусловлены скорее деятельностью человека. Несомненно, что эти пески, непосредственно прилегая к ставке хана и бывшему ярмарочному пункту при ставке хана, где сосредоточивалось огромное количество скота и населения, больше чем где бы то ни было (в пределах района) подверглись явлениям деструкции и последующей дефляции.

Этому не мог не способствовать и характер поверхностных отложений, состоящих, вследствие их прилегания к окраине дельтовой зоны, из тонкого чехла древнеаллювиальных наносов. Это обстоятельство находит подтверждение в том, что описываемые пески по своей конфигурации, в основном, повторяют очертание лент древнеаллювиальных бугристых песков и располагаются по их периферии. Однако местами, в пределах очерченных границ, пески этого типа залегают в виде отдельных массивчиков, различных по своей величине и форме. В некоторых случаях они представлены в виде островных песков — на останцах размывания, окаймленных руслами некогда существовавших водных потоков.

Характер рельефа мелкобугристых песков хорошо выражен на прилагаемом инструментальном профиле «D» (фиг. 30, в приложении). Профиль показывает, что песок сравнительно незначительной мощности (до 1 м в котловинах выдувания) подстилается толщей бурого и кофейно-коричневого суглинка и глины (водного происхождения), передко выступающих на дневную поверхность. Песок почти сплошь взбугрен, вследствие чего рельеф характеризуется чередованием бугров и котловин различной величины и формы. Обычно высота бугров не превышает 2 м, склоны их покаты, а вершины сглажены и местами имеют плоскую поверхность. Грунтовые воды залегают в толще подстилающей морской глины (1.5—3 м в котловинах) и имеют солоноватый привкус. Пески находятся в начальной стадии почвообразования, и почв как таковых здесь нет. Лишь в отдельных зарослях котловинах с древесно-кустарниковой или травянистой растительностью намечается формирование почв, которое выражается в слабом уплотнении песка и появлении следов гумусовой окраски.

Для характеристики морфологического строения, механического и химического составов данных почв приводим описание двух разрезов (16 и 19).

Разрезы заложены: 16-й — в 0.5 км, 19-й — в 2 км к юго-западу от пос. Урды в котловине с сосновыми культурами 30—35-летнего возраста.

Разрез 19. (Описан 15/IX 1934 г.)

0— 2 см. Мертвый покров из опадов листвы, хвои, веток и пр.
2—46 см. Палево-желтый, мелкозернистый песок, свежий наощупь.
46—52 см. Светлокоричневый плотный орштейновый горизонт.
52—85 см. Кофейного цвета глина, зернистой структуры, с обильными белоглазками. Почва вскипает с 57 см.

Разрез 16. (Описан 15/IX 1934 г.)

0— 2 см. Мертвый покров.
2 —15 см. Светлокаштановая, зернистой структуры, глина. Свежа наощупь.
15— 80 см. Светлокаштановый плотный суглинок с орштейновыми прожилками, наклоненными под углом 45—50°.
80—193 см. Кофейного цвета, зернистой структуры глина с тонкими прослойками илистого песка и обильными белоглазками со 135 см и включением конкреций диаметром 0.3—0.5 см. Вскипает с 135 см.
193—223 см. Светложелтый мелкозернистый песок с тонкими прослойками глины. Включения отсутствуют. Белоглазки только в глинистых прослойках. Не вскипает.
223—240 см. Глина кофейного цвета, зернистой структуры, со включением конкреций $CaCO_3$. Белоглазки отсутствуют. Вскипание очень слабое. Грунтовая вода на глубине 2.4 м.

Согласно данным механического анализа, эти почвы должны быть отнесены к категории суглинистых почв. Однако на почвенном профиле разреза 16 вырисовывается их неоднородность, что выражено в чередовании слоев с большим или меньшим содержанием песчаной фракции и соответственными колебаниями содержания глины. Повидимому, это явление обусловливается количеством поступавшей в бассейн воды и сезонностью отложения. Анализ водной вытяжки данных почв показал следующее (табл. 15).

Как видно из табл. 15, эти почвы по своему химическому составу отличаются большой засоленностью хлоридами и несколько повышенной общей щелочностью в нижних горизонтах.

ТАБЛИЦА 14

Механический анализ разреза 16

Глубина взятия образца в см	%-ное содержание частиц диаметром (в мм)				
	1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	< 0.01	Сумма трех фракций
	средн. песок	мелк. песок	пыль	глина	
5—15	0.26	39.08	18.00	42.66	57.34
20—30	0.24	53.54	9.52	36.70	63.30
40—50	0.24	65.99	13.70	20.07	79.93
165—175	0.08	18.94	33.85	47.13	52.87
200—210	0.29	59.45	16.01	24.25	75.75
230—240	0.06	27.72	28.04	44.18	55.82

С глубины 1—1.3 м наблюдается обильное скопление белоглазки, которое вглубь все более возрастает. Обращает на себя внимание незначительное содержание гумуса, максимум которого находится в верхних горизонтах с постепенным падением вниз.

Таким образом, морфологическое строение, данные механического и химического анализов указывают, что в этом случае мы имеем дело с глинистыми отложениями, образование которых связано с деятельностью воды. Однако наличие темноокрашенных глин, почти не содержащих гумуса, и отсутствие фауны указывают на возможность в прошлом почвенных процессов, на что обратили внимание и другие исследователи (Гаель, 1933).

Естественная растительность мелкобугристых песков придревнедельтовой зоны под влиянием постепенного их использования под выпас (пастбищные угодья пос. Урды) в значительной мере подверглась видоизменению. Древесно-кустарниковая растительность, которая, судя по остаткам, раньше была распространена больше, в настоящее время почти полностью вырублена. Кое-где в котловинах встречается лишь тал *(Salix caspica)* и шилик *(Salix rosmarinifolia)*.

ТАБ

Анализ водной вы

Глубина взятия образца	Щелочность		Cl′	SO_4''	Ca··	Mg··
	HCO_3	CO_3				
5—15	0.0210	нет	0.0114	0.0066	0.0075	0.0027
20—30	0.0143	»	0.4615	0.031	0.0332	0.0278
40—50	0.0195	»	0.5112	0.0259	0.0195	0.023
70—80	0.0218	»	0.3876	0.0210	0.0197	0.016
165—175	0.0524	»	0.0212	0.0074	0.0115	0.0057
200—210	0.0512	»	0.0206	0.0061	0.0112	0.0066
223—230	0.0488	»	0.0035	0.0062	0.0096	0.0047
230—240	0.0536	»	0.0036	0.0045	0.0096	0.0057

Нарынское лесничество первые свои культуры (относящиеся к 1898—1900 гг.) закладывало на этих песках. В настоящее время сохранились в 4 пунктах группы сосновых культур и единичные дубы, описанные в нашей работе 1935 г. (стр. 184—287). Здесь мы приводим одно описание культур сосны, почвенные условия которых изложены нами выше (стр. 53, разр. 16).

Насаждение сосны *(Pinus silvestris)* чистое, возраст 30—35 лет. Расстояния между рядами 1.33 м, в рядах 1 м. Мертвые сучья прикреплены на высоте 3—3.5 м, живые 4—4.5 м. Некоторые стволы покрыты ракообразными утолщениями и с искривленными верхушками, повреждение которых, повидимому, имело место в раннем возрасте. Высота стволов: максимум 15 м, среднее 13 м, минимум 11 м. Диаметры на высоте груди: максимум 30 см, среднее 15 см, минимум 12 см. Полнота 0.8. Класс бонитета III, добротность 3 (фиг. 16 и 17).

Несмотря на то, что данные культуры произрастают на сильно засоленных (табл. 15) суглинках, общее их состояние производит благоприятное впечатление. Наблюдения над срубленными деревьями показали, что нарастание ствола по диаметру (по годичным кольцам) носит равномерный характер. На основании вышеуказанных таксационных показателей можно заключить, что в условиях этих песков сосновые культуры 30—35-летнего возраста дают вполне доброкачественный материал, пригодный для удовлетворения строительных нужд местного населения.

Это обстоятельство имеет чрезвычайно важное значение, если иметь в виду большую нужду данной местности в лесных материалах, отдаленность ее от лесозаготовительных районов и условия транспорта.

Что касается травянистой растительности, то, как было упомянуто выше, она очень изменена хозяйственной деятельностью человека (выпас, порубки и пр.). По своему видовому составу растительный покров носит пестрый характер, с преобладанием сорняков и видов приспособленных к рыхлому субстрату. Основными растениями, имеющими наибольшее количественное участие, являются: шагыр *(Artemisia arenaria)*, сюттеген *(Euphorbia Gerardiana)*, бургун *(Artemisia scoparia)*, май-кангбак *(Cori-*

ЛИЦА 15

тяжки разреза 16

Na· по разности	Сумма	Сухой остаток без гумуса	Води. раствор гумуса в $KMnO_4$	Цвет	Прозрачность	Гигроск. вода	Гумус по Тюрину
0.004	0.0427	0.043	125.8	желт.	Прозрачный	3.36	0.58
0.22	0.7906	0.94	52.6	сл.-желт.		1.79	—
0.28	0.8693	0.996	18.0	Бесцвет.		1.93	0.25
0.21	0.6651	0.732	21.0	»		2.48	—
0.012	0.0840	0.091	18.0	»		2.25	—
0.009	0.0792	0.087	16.0	»		3.77	—
0.002	0.0503	0.058	19.0	»		4.09	—
0.002	0.0522	0.059	18.0	»		3.41	—

spermum intermedium), кара-кангбак *(Salsola Kali)*, жусан *(Artemisia maritima* v. *incana)*, кияк *(Elymus giganteus)*, ак-селёу *(Aristida pennata)*.

Фиг. 16. Сосновые культуры на мелкобугристых песках (придревнедельтовой полосы). Возраст 25—30 лет. Средн. высота 12—13 м, ср. диаметр 25 см. Полнота 0.9—1.0

Фиг. 17. Сомкнутость крон этого же насаждения

бетеге *(Festuca Beckeri)* и др. На понижениях встречаются обильные заросли солодки *(Glycyrrhiza glabra)*, вейник *(Calamagrostis epigeios)* и пр. Покрытие поверхности песка составляет 50—60%.

В хозяйственном отношении эти пески большой ценности не представляют. Вследствие скудости и грубости травостоя, как пастбища они также мало пригодны. Тем не менее в определенные сезоны, например, весной и частично осенью, могут быть использованы как выпасные угодья. Для предотвращения наступательного движения песка в зоне, прилегающей к пос. Урды, на расстоянии 3—4 км целесообразно было бы совершенно запретить всякую эксплоатацию с проведением одновременно мелиоративных мероприятий (посев песчаных трав, древесные посадки и пр.).

Ашики

Вышеописанные перевеянные ленточные бугристые пески перемежаются с плоскоравнинными понижениями (слегка вогнутыми), которые у местного населения — казахов — носят название а ш и к о в (ровные открытые места).[1]

Ашики на территории песков Нарын занимают огромную площадь и, по данным А. Н. Салина, в отдельных хозяйственных аулах они составляют 50—75% их территории, достигая величины до 10 000 гектаров.

Ашики по внешнему виду имеют также вытянутую форму; они заключены между лентами бугристых песков, отличаясь от них лишь характером рельефа. Незначительные неровности в рельефе существенно не изменяют общей физиономии ашиков на протяжении всей их ширины, достигающей около 10 километров, и всей длины, простирающейся на несколько десятков километров. Однако, говоря о равнинном характере рельефа ашиков, следует упомянуть о заметном понижении их поверхности как в продольном направлении (к хакам), так и в поперечном — с краев примерно до центра. Приподнятость краев, которая особенно заметна на стыке ашиков с пологобугристыми песками, очевидно, обусловлена перевеванием и отчасти навеванием, а также явлениями делювиального характера. Мощность песчаных наносов, придающих общему профилю ашиков несколько вогнутый вид, уменьшается по направлению от краев к центру, сильно колеблясь в различных местах ашиков. Так, по данным Панферова,[2] например, если один край ашика возвышается над его серединой примерно на 2 м, то другой — меньше чем на 0.5 м. Таким образом, профиль ашиков при движении со стороны бугристых песков может быть представлен в виде следующей схемы (фиг. 18).

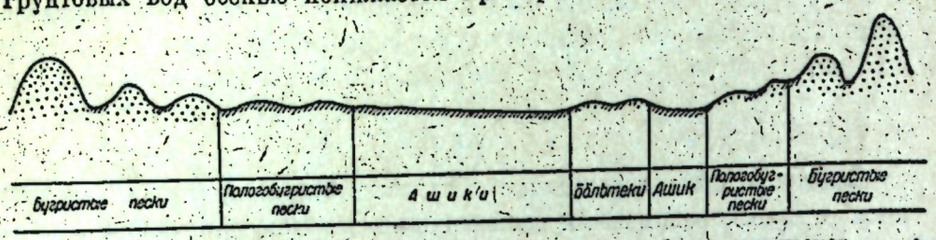
По направлению к центру, рельеф ашиков постепенно понижается, образуя местами блюдцеобразные и замкнутые западины, а от центра вновь следует подъем, и так вплоть до бугристых песков.

---

[1] И. И. Томашевский (1931) ошибочно называет ашиками понижения с солончаковыми почвами. Последние являются лишь одним типом, занимающим незначительные площади на территории ашиков.

[2] В. Панферов. Очерк кормовой площади Нижнего Поволжья. Журн. «Нижнее Поволжье», № 2—3, 1926. Речь идет об ашике 54-й оброчной статьи дачи Дюсе-кум б. Нарынского лесничества. См. стр. 25 настоящей работы.

Грунтовые воды в ашиках весьма обильны и на вкус пресны, но со следами щелочной реакции на лакмусовую бумажку. Местами вскрываются линзы соленых и горькосоленых вод, приуроченных, главным образом, к пятнам солончаков, такыров и пр. Залегают грунтовые воды обычно на глубине 1.0—3.0 м, причем, по данным А. Н. Салина, глубина стояния грунтовых вод осенью понижается примерно на 0.5—0.7 м.



Фиг. 18. Профиль ашиков при движении со стороны бугристых песков

Наиболее высокое стояние грунтовых вод нами зафиксировано в колодцах по приподнятым краям ашиков у бугристых песков (1.2—1.5 м), а низкое стояние отмечено в серединной части ашиков, где они залегают на 1.5—3.0 м (например, колодец около зданий опытной станции имеет глубину 3 м при мощности столба воды в 0.5 м).

Следовательно, кривая глубины залегания первого горизонта грунтовых вод в схеме имеет вогнутую форму. Если же сравнивать кривую залегания грунтовых вод с кривой вскипания почв, то получается обратная картина. В последнем случае к центру ашиков приходится выпуклая часть кривой, уходящая концами под бугристые пески (см. профиля «А» и «В», в конце статьи, фиг. 27 и 28).

Для сравнения качества грунтовых вод ашиков с таковыми бугристых песков приводим ниже данные анализа, полученные А. Н. Салиным (табл. 16).

ТАБЛИЦА 16

Анализ грунтовых вод ашика

Ассоциация ашика	Месяц	В одном литре воды содержится (в мг)					
		сухой остаток	минер. остаток	общая щелочность	CaO	Cl	SO_3
Житняковый типчеково-выльник	V	0.223	не опр.	0.194	не опр.	нет	следы
	IX	0.379	0.200	0.239	0.749	0.023	не опр.
Еркековый красополынник	V	0.800	не опр.	0.610	не опр.	0.031	не опр.
	IX	0.603	0.360	0.442	0.480	0.035	следы

Сопоставляя данные анализа вод ашиков и бугристых песков (табл. 6 на стр. 32), нетрудно усмотреть заметную разницу в их качестве. Оказывается, что воды ашиков значительно солонее и жестче, нежели воды бугристых песков. Это засоление возрастает довольно заметно к осени. Но общее незначительное содержание солей в грунтовой воде ашиков и пресность на вкус делают ее вполне пригодной для питья и хозяйственных надобностей.

Соответственно с изменением рельефа изменяются и почвенные образования. Если в бугристых песках не находим или находим слабые признаки почвообразовательных процессов (по заросшим котловинам), то в условиях ашиков эти признаки принимают ярко выраженный характер и здесь позволительно говорить о почвах в настоящем смысле.[1]

Уже в полосе рыхлых заросших песков начинают внешне заметно выделяться отдельные генетические горизонты, возрастает мощность гумусированного слоя, изменяется окраска почвенного профиля и пр. По мере продвижения к центру ашиков эти признаки принимают все более резкий оттенок.

Параллельно с этим, по мере движения к середине ашика, как правило, изменяется и механический состав песка в сторону преобладания фракции пыли (0.05—0.01 мм) и глины (<0.01 мм). Глина, отсутствующая в бугристых песках или представленная очень незначительными количествами, в почвах ашиков достигает 20% и более (разрезы 5; 7 — см. табл. 21 и 24).

Таким образом, данные механического анализа почв ашиков указывают, что они, в отличие от вышеописанных бугристых песков, лишь в слабой степени подверглись поверхностному перевеванию, причем перевевание происходило не всюду и степень проявления этого процесса в различных местах ашиков носила различный характер. В частности, более возвышенные участки ашиков, близко расположенные к бугристым пескам, оказались более перевеянными, чем их центральные участки, где древнеаллювиальные погребенные почвы, морские отложения, на которых формировались почвы ашиков, залегают сравнительно неглубоко от дневной поверхности.

Каспийские осадки в виде глин, суглинков или мелкозернистых песков с характерными для них моллюсками (*Adacna*, *Didacna*, *Monodacna*, *Dreissensia* и др.) залегают пятнами, уцелевшими от размыва, по нашим наблюдениям на глубине 1—2.5 м, выступая местами на дневную поверхность — татры (разрезы 4, 6, 14).

На ряду с изменением механического состава почв ашиков, происходят изменения и в их солевом режиме. Если горизонт вскипания в песках

[1] В литературе мы еще до настоящего времени не имеем обстоятельного описания почвенных образований ашиков. Имеющиеся материалы (Гаель, 1933; Томашевский, 1931; Якубов, 1935) не полно отражают все многообразие почвенных условий ашиков, развивающихся в своеобразной обстановке (на рубеже зон каштановой и светлобурой почв, по Томашевскому) и под воздействием широкого комплекса факторов. Излагаемые нами материалы, не претендуя на полноту описания почв ашиков, являются попыткой дать о них общее представление на основе собранных автором материалов и имеющихся литературных данных.

и рыхлых песчаных почвах отсутствует или наблюдается лишь в самых нижних горизонтах (на глубине 1.5—2 м и более), то в почвах ашиков он поднимается все выше, а в некоторых разностях обнаруживается у самой поверхности (солончаки). Весьма характерны для песчаных разностей почв ашиков, прилегающих к полосе пологобугристых песков, а также бо́льтеков, отложения лугового мергеля, выносимые сюда грунтовыми водами со стороны бугристых песков.

По химическому составу почвы ашиков отличаются сравнительно большим разнообразием. Это разнообразие зависит от целого ряда факторов, как то: рельефа, характера механического состава, глубины залегания подстилающих почвы отложений, грунтовых вод, растительности и пр.

Для выяснения химического состава почв ашиков нами производились валовые анализы и анализы водных вытяжек. Ниже приводятся данные валовых анализов двух образцов, взятых на различных глубинах (табл. 17).

ТАБЛИЦА 17

Химический состав почвы ашиков в % (валовой анализ)

Глубина взятия образца в см	Место взятия образца	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Потеря от прокаливания
20—30	Ашик между дачами Кандагаш и Мешет-кум	92.95	3.73	0.78	0.25	0.22	0.67
200—210	То же	85.30	3.58	0.99	2.16	1.82	3.67

Таблица показывает, что валовой химический состав верхних песчаных горизонтов почв ашиков не отличается существенно от состава бугристых песков (табл. 7 на стр. 33). Однако нижние горизонты разрезов ашиков, представляющие глинистые пески или супеси, заметно отличаются от бугристых песков меньшим содержанием кремнезема, повышенным содержанием извести и большей потерей от прокаливания. Это явление, как отмечалось выше, объясняется тем, что нижний горизонт разреза ашиков представляет собой погребенную карбонатную почву, которая отсутствует в бугристых песках и характерна именно для полосы пологобугристых песков и ашиков. Дополнительный анализ образца на глубине 200—210 см показал, что количество CO_2 в нем составляет 3.2%.

Данные анализов на присутствие калия, фосфора и азота в этом разрезе приводятся в табл. 18.

Цифры этой таблицы также подтверждают отсутствие заметной разницы в валовом содержании калия, фосфора и азота в бугристых песках и ашиках, хотя в последних эти элементы имеются в несколько большем количестве, о чем уже говорилось выше.

Результаты анализов водных вытяжек, приведенные в описаниях ашиков по типам, позволяют установить, в зависимости от характера рельефа и увлажнения, две основные группы почв:

1) Почвы, образующиеся под влиянием лишь атмосферного увлажнения (светлокаштановые незасоленные или слабозасоленные песчаные почвы), и

2) Почвы, образующиеся под воздействием атмосферного и грунтового увлажнения (светлокаштановые — оглеенные супесчаные и луговые почвы различной степени засоленности). Эти почвы имеют большее распространение на ашиках, чем первые, которые в виде узкой полосы примыкают к пологобугристым пескам.

Для луговых почв ашиков, за исключением солончаков, характерна значительная гумусовая окрашенность, простирающаяся до глубины 0.5 м. Содержание гумуса в почве небольшое (немного более 1%), но его распределение по почвенному профилю, в противоположность почвам пологобугристых песков, более или менее равномерное. Это обстоятельство, несомненно, связано с характером растительного покрова ашиков, состоящего, главным образом, из глубококорневых злаков и разнотравия. Другой

ТАБЛИЦА 18

Анализ пологобугристых песков на содержание K, P и N (в %)

Глубина взятия образца в см	K по Кирсанову		Общий P_2O_5	Общий N
	песок обраб. водой	песок обраб. 0.2 н HCl		
0—10	0.005	0.014	0.034	0.034
20—30	0.003	0.007	0.030	0.023
70—80	0.002	0.008	0.034	0.022
150—170	0.001	0.003	0.033	0.018

характерной чертой луговых почв ашиков является близкое залегание грунтовых вод (0.6—3 м) и явление оглеения нижних почвенных горизонтов.

Почвы ашиков, в отличие от бугристых песков, за малым исключением, в той или иной степени засолены; лишь песчаные разности, приуроченные к приподнятым участкам, характеризуются выщелоченностью (вскипание глубокое). Степень засоленности почв ашиков находится в непосредственной зависимости от их механического состава и близости залегания грунтовых вод. В частности, среди суглинистых почв с большим капиллярным поднятием сплошь и рядом образуются хлоридно-сульфатные солончаки. Источниками поступления солей являются, повидимому, не только осолоненные грунтовые воды, стекающие со стороны бугристых песков, но и подстилающие засоленные суглинистые и глинистые отложения (при близком их залегании), на которых формируются почвы.

Соответственно изменению почвенных условий изменяются и растительные группировки, изменяется характер их корневой системы, глубина их простирания и пр. Однако существенным отличием растительного покрова

ТАБЛИЦА 18а

Почвы песчаного массива Нарын

Составил Якубов Т. Ф.

Типы	Почвообразующие породы	Рельеф	Грунтовые воды в м	Механический состав	Гумусовая окраска в см	Вскипание в м	Растительность
I. Ряд атмосферного увлажнения							
1. Сыпучие пески (слабы почвообразованием в котловинах с растительностью).	Перевеянные с поверхности пески (древне-аллювиальные).	Бугристый	(1—1.5 в котловинах).	Пески	слабая с поверхности	нет	Древесная (группами по котловинам, единично и группами по склонам бугров) и редкая травянистая — псаммофиты.
2. Неразвитые почвы светлокаштанового типа (в котловинах слабо развитые почвы оглеенные).	Не перевеянные, слабо перевеянные с поверхности древне-аллювиальные отложения (подстилаемые местами погребенными почвами). Характерно накопление мергеля.	Пологобугристый, мелкобугристый и равнинный	1.5—3	Глинистые пески	10—20	1—2	Зеленопольынно-разнотравная (*Artemisia arenaria*) (котловины разнотравно-злаковая и единично древесно-кустарниковая). Житняково-типцово-вылынная.
3. Слаборазвитые светлокаштановые не засоленные или слабозасоленные (хлоридами и сульфатами) почвы.			1.5—2	Глинистые пески, супеси и суглинки	до 50	0.5—1	Житняково-краснополынная (*Artemisia scoparia*) Мятликово-белополынная (*A. marilima v. salina*). Бескильничнно-пырейная.
II. Ряд атмосферно-грунтового увлажнения							
4. Светлокаштановые почвы (оглеенные).	Не перевеянные древне-аллювиальные глинистые пески (сугливки), подстилаемые морскими отложениями.	Плоско-равнинный-пониженный	0.8—1			поверх.	
5. Луговые засоленные почвы.			0.5—1		следы		Солянковая
6. Луговые солонцеватые почвы и солонцы.							
7. Солончаки (хлоридно-сульфатные).							

ашиков (в противоположность бугристым пескам) является отсутствие древесной растительности, за исключением отдельных групп или единичных деревьев лоха *(Elaeagnus angustifolia)*. Эти группы и единичные деревья растут в увлажненных низинах, на дне кудуков, рвов, а также в котловинах бо́льтеков, где местами кроме лоха встречаются отдельные кусты нарын-тала *(Salix caspica)*.

На стр. 62 дается таблица 18а почвенных образований песков Нарын с указанием характера рельефа, почвообразующих пород, растительности и пр., согласно которой в дальнейшем будет производиться описание каждого, выделенного нами, типа.

а) Слаборазвитые, не засоленные или слабо засоленные светлокаштановые песчаные почвы и глинистые пески с житняково-типцековыльной растительностью

Почвы данного типа прилегают широкой полосой к пологобугристым и холмистым пескам, занимая значительную площадь ашиков (до 50%). Рельеф их поверхности широковолнистый, принимающий по мере движения к центру ашиков равнинный характер. Грунтовые воды пресные и залегают на глубине 1.5—3 м, опускаясь местами немного ниже. В пониженных участках этого типа на уровне залегания грунтовых вод обнаруживаются значительные скопления лугового мергеля. Здесь же встречаются ракушки *(Didacna protracta, D. subtrigonoides, Monodacna caspica, Dreissensia polymorpha)*. Почвы заметно уплотненные, песчаные с поверхности со значительным участием фракции глины, достигающим на глубине 1—1.5 м до 10%. Местами на глубине 2—3 м обнаруживаются погребенные почвы. Гумусовая окраска почвенного профиля достигает 10—20 см. Вскипание почв обнаруживается на глубине 1—2 м.

Для характеристики почвенных условий этого типа приводим описание разреза 10. Разрез заложен по нивелирному ходу В (точка *9*) в ашике между дачами Мешет-кум и Кзыл-шагыл и приурочен к возвышенному участку, представляющему собой пологий склон на юг от пологобугристых песков.

Разрез 10. (Описан 31/VIII 1934.)

0— 15 см. Темноцветный мелкозернистый сухой песок, пронизанный корнями растений.

15— 65 см. Палево-желтый (местами с буроватым оттенком) мелкозернистый песок, свежий наощупь с 55 см, заметно уплотнен от 40—60 см.

65—130 см. Темножелтый, с сероватым оттенком, влажный мелкий песок.

130—185 см. Пепельно-серый, с буроватым оттенком сырой глинистый песок, белеющий при высыхании.

Вскипание почвы: слабое на 75—130 см; сильное на 130 см и ниже. Корневая система имеет наибольшее развитие в горизонте до 10 см. Отдельные корни простираются до 50—60 см. Грунтовая вода пресная, на глубине 1.8 м.

Как видно из таблицы, скелет почвы составляет мелкозернистый песок. Содержание пыли и глины достигает значительной величины в верхнем

ТАБЛИЦА 19

Механический анализ разреза 10

Глубина взятия образца в см	%-ное содержание частиц диаметром (в мм)					Гумус по Тюрину	Гигроскопическая вода
	1—0.25 ср. песок	0.25—0.05 мелк. песок	0.05—0.01 пыль	< 0.01 глина	Сумма трех фракций		
0—10	0.15	91.09	4.18	4.58	95.42	0.38	0.53
20—30	0.15	97.98	0.30	1.30	98.70	0.32	0.37
40—50	0.12	96.50	1.55	1.83	98.17	0.22	0.35
70—80	0.15	96.18	2.17	1.50	98.50	не опр.	0.32
100—110	0.17	89.71	2.44	7.68	92.32	»	0.60
150—170	0.08	93.60	0.92	5.40	94.60	»	не опр.

горизонте (около 9%), что, повидимому, обусловлено жизнедеятельностью растений и возможно даже явлениями запыления, поскольку данная полоса почв близко прилегает к развевающимся местами пологобугристым пескам. Затем количество пыли и глины падает, примерно, до глубины 1 м и далее вновь возрастает за счет преобладания глинистой фракции. Это обстоятельство, повидимому, непосредственно связано с подстиланием данных песчаных почв погребенными почвами, развившимися на древнеаллювиальных отложениях.

Количество гумуса, как видно, незначительное, с глубиной оно постепенно убывает. Содержание гигроскопической воды, связанное с распределением гумуса в верхних горизонтах почвы (при песчаном ее характере), в полной мере отражает колебания в содержании мелкоземистой части разреза по его отдельным горизонтам.

Результаты анализов водной вытяжки разреза 10 представлены в табл. 20.

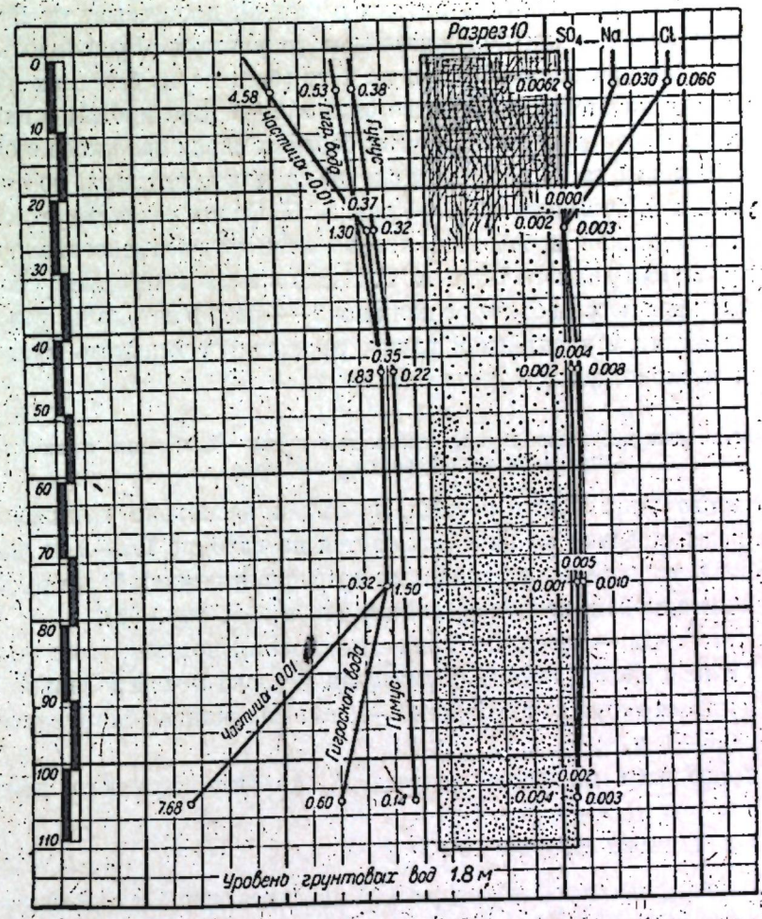
ТАБЛИЦА 20

Анализ водной вытяжки почвы разреза 10

Глубина в см	Сухой остаток	Щелочность		Cl′	SO_4''	Ca··	Mg··
		HCO_3 общ.	CO_3				
0—10	0.1636	0.0183	нет	0.0660	0.0062	0.0143	0.0033
20—30	0.0265	0.0183	»	0.0032	0.0016	0.0071	0.0015
40—50	0.0472	0.0341	»	0.0081	0.0037	0.0114	0.0028
70—80	0.0618	0.0347	»	0.0106	0.0049	0.0078	0.0053
100—110	0.0536	0.0475	»	0.0031	0.0041	0.0078	0.0059

Данные анализов показывают, что почвы этого типа ашиков являются в очень слабой степени засоленными (хлоридами). Максимум хлористых солей сосредоточен в верхнем горизонте (0.066%), затем с глубиной их

количество уменьшается, имея слабый подъем в интервале 40—80 см. (фиг. 19). Общая щелочность почвы также незначительна, но она с глубиной имеет все возрастающий характер. Испытание на щелочность от нормальных карбонатов на всю глубину разреза дало отрицательные результаты.



Фиг. 19. Слаборазвитые слабозасоленные светлокаштановые песчаные почвы с житняково-типчаковыльной растительностью.

В растительном покрове данных почв преобладают: сор.[3] *Agropyrum sibiricum*, *Stipa Joannis* и *Festuca Beckeri*. К ним примешиваются: *Glycyrrhiza glabra*, *Koeleria glauca*, *Poa bulbosa*, *Artemisia campestris*, *A. inodora*, *A. scoparia*, *Achillea Gerberi*, *Euphorbia Gerardiana*, *Kochia arenaria*, *Achillea millifolium*, *Erysimum seccilliflorum*, *Centaurea arenaria*, *Jurinea polyclonos*, *Artemisia arenaria*. Покрытие почвы достигает 80—85%. Накашивается с 1 га 10—15 ц сена вполне удовлетворительного качества.

На распаханных участках, залежах, а также в местах сильного скотосбоя покров почвы претерпевает заметное изменение. Такие участки обычно

сильно зарастают серой полынью — *Artemisia campestris*, песчаным васильком — *Centaurea arenaria*, юринеей — *Jurinea polyclonos* со значительным участием молочая — *Euphorbia Gerardiana* и примесью вышеперечисленных растений, свойственных данному типу почв.[1]

Опытные посевы различных кормовых растений, произведенные Букеевским опытным полем, дали положительные результаты. Выяснилось, что посев еркека дает урожай сена 6.1 ц на 1 га (среднее из 5-летних наблюдений), повышая питательное качество сена в 2—3 раза против естественного травостоя. Посев люцерны и других бобовых давал два укоса с общим урожаем до 20 ц на 1 га. В последнем случае сенная продукция, по сравнению с естественной, повышается в 3—5 раз. А. Н. Салин рекомендует комбинированный сев злаков и бобовых, что по нашему вполне соответствует почвенным условиям данного типа. А. Г. Гаель в этих почвенных условиях считает возможным посевы бахчей с поливом 2—3 раза в лето, а на участках с близким залеганием каспийской глины рекомендует испытать культуры выносливых и скороспелых сортов винограда.

б) Светлокаштановые песчаные почвы, глинистые пески — оглеенные с житняково-краснополынной растительностью

Рельеф этого типа почти ровный, в общем несколько пониженный. Грунтовые воды, пресные на вкус, находятся на глубине 1.5—2 м; однако анализ показал, что вода под житняковым краснополынником более соленая, нежели на житняковом типцековыльнике (табл. 16, стр. 58).

Почвы этого типа — песчаные (глинистые пески), подстилаются на глубине 1—2.5 м каспийской глиной. Гумусовая окраска почвы довольно значительная и простирается до глубины 40—50 см. Вскипание обнаруживается на глубине 0.5—1 м.

Ниже приводится описание разреза 7, характеризующего данные почвы.

Разрез 7 (1932 г., фиг. 20).

0— 45 см. Темносерого цвета, мелкопесчаный, бесструктурный сухой горизонт, переплетен корнями растений.

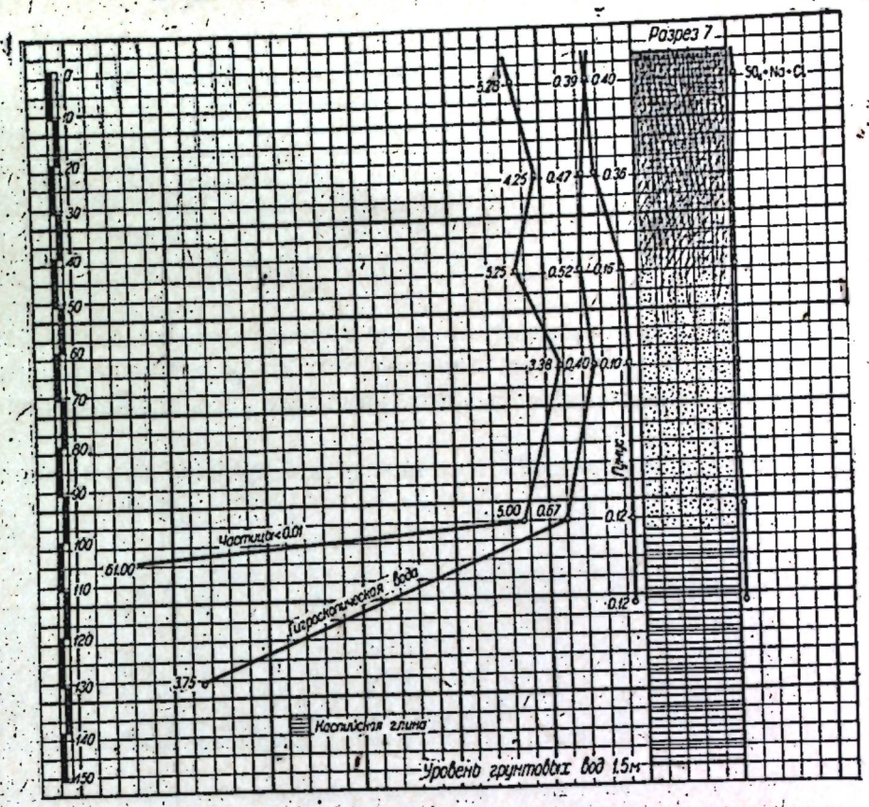
45—100 см. Светложелтый, мелкопесчаный горизонт. Влажный с 70 см.

100—150 см. Шоколадного цвета, книзу у воды сереющая (оглеение), ореховатой структуры, влажная глина.

Грунтовая вода залегает на глубине 150 см. Почва вскипает с 90 см. Корни растений простираются до глинистого слоя, не проникая в него.

Разрез заложен на участке, где в 1930 г. был посеян еркек (*Agropyrum sibiricum*); рядом на целинном участке растительность состоит из: обильно — *Agropyrum sibiricum*, *Koeleria glauca*, *Artemisia scoparia*, *A. inodora* и единичных экземпляров *Glycyrrhiza glabra*. Покрытие почвы 85%. Механический состав песка приводится в табл. 21 и 22.

[1] В нашей работе (1935) этот производный тип растительности был описан под названием серополынно-еркековый типцековыльник.



Фиг. 20. Светлокаштановые песчаные почвы — оглеенные с житняково-краснополынной растительностью

ТАБЛИЦА 21

Механический анализ разреза 7

Глубина образца в см	%-ное содержание частиц диаметром (в мм)					
	2—1	1—0.5	0.5—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	< 0.01
0—10	0.0	0.22	0.28	90.22	2.00	5.28
20—30	0.0	0.00	2.50	92.25	1.00	4.25
40—50	0.0	0.25	4.25	89.50	0.75	5.25
60—70	0.0	0.25	2.00	93.87	0.50	3.38
90—100	един. зерна	0.12	3.50	89.88	1.50	5.00
110—120	0.0	0.50	0.50	20.50	23.87	54.83

Дополнительный механический анализ последнего образца после отмывки в 0.2*n* соляной кислоте показал следующее (табл. 22).

Как видно из этих таблиц, данные почвы глубиной до 1 м представлены, главным образом, мелкозернистым песком. Суммарное содержание пыли и глины до указанной глубины, с максимумом в верхнем горизонте, не превышает 7%. С глубиной картина резко меняется. Последний образец

ТАБЛИЦА 22

Механический анализ песка, промытого 0.2 *n* раствором HCl

Глубина взятия образца в см	%-ное содержание частиц диаметром (в мм)			
	> 0.1	0.1—0.05	0.05—0.01	< 0.01
110—120	16.9	5.9	16.2	61.0

с глубины 110—120 см показывает, что пыль и глина вместе составляют 77%. Это обстоятельство объясняется близким залеганием останцов размытой каспийской глины (см. описание), на которых развились данные песчаные почвы и глинистые пески.

Результаты анализов водной вытяжки разреза 7 представлены в табл. 23.

ТАБЛИЦА 23

Анализ водной вытяжки почвы разреза 7

Глубина в см	Сухой остаток	Прокаливания остаток	Потери от прокаливания	Щелочность общая HCO_3	Щелочность от норм. карбон. в CO_3	Cl'	SO_4''	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	Скорость фильтрации	Гигроскоп. вода	Валовое содержание гумуса
0—10	0.060	0.039	0.021	0.0305	0.0	0.0050	0.0026	0.0058	0.0006	медленно	0.40	0.39
20—30	0.052	0.034	0.018	0.0274	0.0	0.0017	0.0022	0.0047	0.0005	»	0.47	0.36
40—50	0.050	0.033	0.017	0.0244	0.0009	0.0017	0.0022	0.0039	0.0006	»	0.52	0.16
60—70	0.057	0.038	0.019	0.0305	0.0009	0.0020	0.0020	0.0051	0.0011	»	0.40	0.10
90—100	0.068	0.040	0.020	0.0366	0.0021	0.0030	0.0030	0.0036	0.0057	»	0.67	0.12
110—120	0.090	0.060	0.030	0.0600	0.0021	0.0030	0.0030	0.0035	0.0088	»	3.75	0.12

Согласно данным этой таблицы, почвы описываемого типа являются выщелоченными. Легкорастворимые соли вымыты вплоть до уровня грунтовых вод. Но общая щелочность довольно высокая и простирается по всему почвенному профилю, а с глубины 50 см постепенно возрастает и щелочность от нормальных карбонатов. Содержание гумуса в почве незначительное (0.39% в горизонте 0—10 см); оно постепенно падает с глубиной. Гигроскопическая вода с некоторыми колебаниями увеличивается книзу и в последнем глинистом горизонте достигает максимума (3.75%).

Таким образом, механический состав, значительная гумусовая окраска почвенного профиля, близкое залегание грунтовых вод, неглубокое вскипание и ясно выраженные признаки оглеения нижних горизонтов позволяют отнести эти почвы к светлокаштановым песчаным — оглеенным.

В растительном покрове фон дают: бургун — *Artemisia scoparia* и еркек — *Agropyrum sibiricum*. По данным Букеевского опытного поля, бургун в травостое составляет 93%, еркек 6% и прочие 1%. Бургун, являясь характерным растением для данного типа, вместе с тем поселяется и произрастает

на залежах, где образует производные ассоциации, как это нам приходилось наблюдать совместно с А. Н. Салиным на ур. Аймекен и на залежах возле ханского кладбища.

В виде единичной примеси к указанным двум фоновым растениям можно встретить: *Glycyrrhiza glabra*, *Poa bulbosa*, *Eragrostis arundinacea*, *Statice Gmelini*, *Obione verrucifera*, *Agropyrum elongatum*, *Centaurea arenaria* (фиг. 21)

Полнота покрова (покрытие) доходит до 80—85%. Естественный урожай составляет 3—4 ц на га.

Фиг. 21. Стога еркекового сена на ашике. Впереди заросли бургуна

Опыты Букеевского опытного поля с посевом кормовых трав здесь дали благоприятный результат только в отношении еркека (*Agropyrum sibiricum*). Ежегодный урожай по 5-летним наблюдениям в среднем достигал 11.2 ц с га, а в лучшие для вегетации годы до 20 ц с га. Посевы белого донника, при общем удовлетворительном произрастании в годы с сухой и холодной весной росли хуже. Люцерны, как посевная, так и желтая, росли куртинно, повидимому, из-за щелочности почвы, как полагает А. Н. Салин. Солодка, имеющаяся как примесь в естественном травостое, при распашке широко разрасталась, образуя солодково-еркековую смесь.

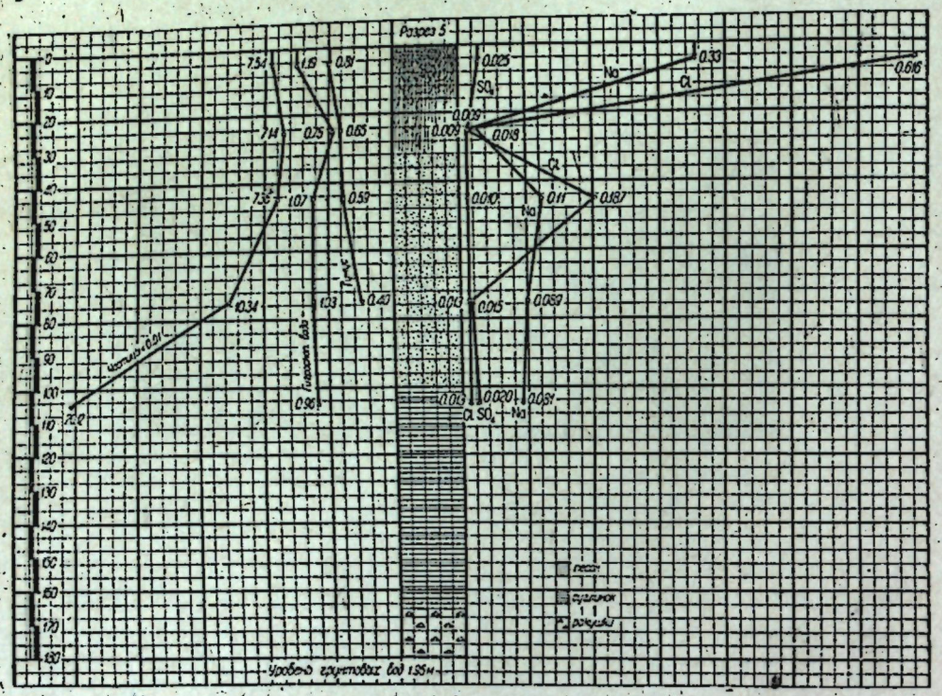
Повидимому, совместный посев еркека, люцерны и солодки явится наиболее рациональной мерой в повышении кормовой продукции данного почвенно-ботанического типа ашиков.

в) Луговые засоленные легкосупесчаные почвы с мятликово-белополынной растительностью (*Eragrostis arundinacea*, *Artemisia maritima* v. *salina*)

Этот тип занимает незначительную площадь ашиков и имеет большей частью прерывчато-полосное и островное расположение. Рельеф плоскоравнинный, пониженный, слегка кочковатый от дернин мятлика (*Eragrostis arundinacea*) и пырея (*Agropyrum elongatum*). Грунтовые воды, слегка солоноватые на вкус, находятся на глубине 0.8—1 м, опускаясь местами и

ниже. Глубже 1 м почвы подстилаются оглеенной каспийской глиной, содержащей ракушки (*Adacna*, *Monodacna*, *Dreissensia* и др.).

Почвенные горизонты выражены хорошо, в механическом составе фракция глины достигает 20%. Гумусовая окраска простирается до 50 см и глубже. Почвы большей частью имеют тонкую корку и, как правило, вскипают с поверхности. Более того, на поверхности почвы встречаются часто отдельные плешины размерами 5—10 м, покрытые выпотами солей, лишенные растительности или с единичными экземплярами *Suaeda maritima*.



Фиг. 22. Луговые засоленные легкосупесчаные почвы с мятликово-белополынной растительностью

Для характеристики почв данного типа приводим описание разреза 5, заложенного по нивелирному ходу А точка 8 в даче Кандагаш.

Разрез 5: (28/VIII 1934 г.)

Разрез заложен на равнинном участке с кочковатым микрорельефом от дернин мятлика и пырея.

Растительность: сор.[2] — *Eragrostis arundinacea*, *Artemisia maritima* v. *salina*, *Agropyrum elongatum*; sol. — *Statice Gmelini*, *Plantago maritima*, *Agropyrum sibiricum*, *Glycyrrhiza glabra*, *Artemisia scoparia* и др. Покрытие почвы 85%.

0— 16 см. Темноцветный, мелкозернистый, сухой песчаный горизонт, пронизанный корнями растений.

16— 58 см. Буровато-коричневый свежий наощупь, слегка уплотненный, глинисто-песчаный горизонт.

58—100 см. Кофейного цвета влажный супесчаный слой.

100—200 см. Грязно-серый (белеющий при высыхании) сырой суглинок. На глубине 170 см встречаются обломки ракушек.

Почва вскипает: слабо — на 8—100 см, сильно — глубже 100 см, вплоть до грунтовых вод, которые залегают на глубине 196 см. Механический состав приводится в табл. 24.

ТАБЛИЦА 24

Механический анализ разреза 5

Глубина взятия образца в см	%-ное содержание частиц диаметром (в мм)				
	1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	< 0.01	Сумма трех фракций
	ср. песок	мелк. песок	пыль	глина	
0—10	0.64	85.76	6.06	7.54	92.46
20—30	0.78	89.48	2.00	7.74	92.26
40—50	0.64	88.25	3.75	7.36	92.64
70—80	0.52	85.76	3.38	10.34	89.66
100—110	0.55	76.16	3.17	20.12	79.88

Из данного механического анализа этих почв видно, что преобладающей фракцией является мелкозернистый песок, количество которого колеблется от 76% внизу до 89% в верхних горизонтах. Однако, по сравнению с предыдущими типами, здесь мелкозернистого песка значительно меньше. Количество среднего песка распределено по профилю равномерно и оно не превышает 1%. Содержание пыли во всех горизонтах более или менее равномерное, причем в верхнем горизонте ее больше, чем в последующих. Обращает внимание довольно высокий процент содержания глинистых частиц, которые, как и мелкозернистый песок, представлены в большем количестве, чем в предыдущих типах почв ашиков. Максимум содержания глины, как и следовало ожидать по морфологическому описанию, приходится на нижние горизонты. Поэтому данные почвы по своему механическому составу должны быть отнесены к легкосупесчаным почвам, подстилаемым каспийскими суглинками.

Для характеристики солевого профиля ниже приводится анализ водной вытяжки разреза 5 (табл. 25).

Таблица показывает, что из легкорастворимых солей в верхнем горизонте в значительной мере представлены соли хлоридов (0.6%). Сульфаты играют второстепенную роль.

В распределении почвенных солей, извлеченных водной вытяжкой, наблюдается следующая картина. Максимум их содержания падает на верхний горизонт (0—10 см), затем в горизонте 20—30 см резкий минимум и далее на глубине 40—50 см вновь подъем, но меньше чем в верхнем горизонте, с постепенным уменьшением с глубиной. Повидимому, такое распределение солей объясняется процессами сильного испарения и явлениями передвижения их при грунтовом увлажнении.

ТАБЛИЦА 25

Анализ водной вытяжки почвы разреза 5

Глубина в см	Сухой остаток в %	Щелочность HCO_3 общ.	Щелочность CO_3	Cl'	SO_4''	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+, по разности	Гигроск. вода	Гумус
0—10	1·14	0.0308	нет	0.616	0.025	0.028	0.025	0.33	1.19	0.81
20—30	0.065	0.100	»	0.0092	0.0099	0.0060	0.0017	0.018	0.75	0.65
40—50	0.364	0.0366	»	0.1874	0.0107	0.0045	0.0109	0.11	1.07	0.59
70—80	0.263	0.2074	0.0408	0.0128	0.0148	следы	0.0026	0.089	1.03	0.40
100—110	0:218	0.1757	0.0288	0.0128	0.0206	0.0015	0.0015	0.081	0.96	не опр.

Бросается в глаза сравнительно большое количество сухого остатка (1.14%) в верхнем горизонте и высокая щелочность, которая с глубиной имеет возрастающий характер. На глубине 70—80 см и ниже в водной вытяжке обнаруживаются щелочные соли от нормальных карбонатов, причем, как видно из данных анализов, глубже 70—80 см количество их уменьшается. Данные почвы относительно глубоко гумусированы; гумусовая окраска с некоторым просветлением внизу простирается до 0.5 м. Содержание гумуса, согласно анализам, достигает 0.8% в верхнем горизонте и с глубиной постепенно уменьшается (табл. 25).

Таким образом, по совокупности вышеизложенных признаков (механический состав, уплотненность приповерхностных горизонтов, содержание значительного количества легкорастворимых солей, количества сухого остатка, повышенная щелочность, близость грунтовых вод, признаки оглеения) эти почвы должны быть отнесены к луговым засоленным легкосупесчаным почвам (фиг. 22).

Растительность, описанная нами на Кратокайском ашике, показала следующее: сор.^{2} — *Eragrostis arundinacea*, *Artemisia maritima* v. *salina*; сор.^{1} — *Agropyrum sibiricum*; sol. — *Agropyrum elongatum*, *Statice Gmelini*, *Obione verrucifera*, *Atriplex laciniatum*, группами — *Atropis distans*, *Poa bulbosa*; un. — *Plantago maritima*, *Phragmites communis*.

Покрытие поверхности почвы 80—85%. Естественная сенная продукция достигает 5 ц с 1 га; около 60—70% ее составляют полынь, мятлик и пырей.

По заключению Букеевского опытного поля, данные почвы могут быть использованы под посевы кормовых растений, но вспашка несколько затрудняется вследствие задерпелости их пыреем.

г) Луговые солонцеватые супесчаные и суглинистые почвы и солонцы с бескильничпо-пырейной растительностью (*Atropis distans, Agropyrum elongatum*)

Эти типы почв имеют меньшее распространение, чем предыдущие и занимают примерно около 5% площади ашиков. Участки с почвами данного типа располагаются в понижениях, нередко окаймляя солончаковые западины. Микрорельеф — кочковатый от дернин пырея. Для характеристики почвенных условий приводим описание и данные механического анализа одного разреза, заимствованные нами из работы А. Г. Гаеля (1933).

Разрез заложен на ровном пониженном месте с разложенными дернинами пырея — *Agropyrum elongatum*, между которыми раскинуты галофиты: *Obione verrucifera*, *Camphorosma annua*; реже — *Atropis distans*, *Artemisia maritima* v. *salina*. Довольно много мха *Tortula ruralis* и лепешек водорослей *Nostoc commune*.

Почва промочена дождем насквозь. Структура отдельных горизонтов поэтому различима очень плохо.

Гор. А (0—8 см). Бурый, наиболее темный по профилю (при высыхании видимо серый), во влажном состоянии вязкий, легкий песчанистый суглинок. Неясной извилистой границей (3—10 см) постепенно переходит в следующий горизонт.

Гор. B_1 (8—38 см). Красновато-бурый, столбчатый пористый, на изломе заметна также горизонтальная трещиноватость. В верхней части горизонта и по граням столбов, окраска сильнее, чем внутри столбов. На глубине 16—27 см более светлые красновато-палевые пятна, не резко очерченные. По механическому составу горизонт сверху среднесуглинистый, книзу же заметно увеличивается примесь песка. Постепенно переходит в горизонт B_2.

Гор. B_2 (38—60 см). Красновато-палевый (светлее предыдущего), легкий пористый сильно песчанистый суглинок, насыщенный известью. Во влажном состоянии структура незаметна.

Гор. B_3 (60—85 см). Нерезко отграниченный, переходный горизонт палевого цвета с розоватым оттенком, еще более легкий — опесчанивающийся.

Гор. С—G (85—120 см). Палево-сизоватый, песчанистый, насыщенный известью. Около 100 см и ниже — бурые вертикальные пятнышки-потеки. Кроме того, внизу рассеяны черные крупные пятна неправильной формы, вероятно, остатки сгнивших корневищ тростника.

Глубже 120 см лопатой прощупывается рыхлый мокрый песок. Весной (в мае) вода поднимается до 66 см. Вскипание среднее, почти сильное, сплошь до дна ямы, особенно сильно в горизонтах с палевыми оттенками, — насыщенных известью.

Результаты механического анализа почв разреза и определений карбонатов и гумуса по Кнопу (в процентах на воздушно-сухую почву) приводятся в табл. 26.

Как видно из таблицы, содержание глины в горизонте В составляет 35.5%, что произошло за счет вымывания мелкозема из горизонта А. Значительное содержание гумуса в гор. А объясняется разнообразной и обильной растительностью. Количество карбонатов по горизонтам также показывает на явления вымывания их из верхнего гор. А в нижележащий В.

Описанная нами растительность этих почв состоит из следующих видов: сор.^{2} — *Atropis distans*, *Agropyrum elongatum*, *Capsella procumbens*, *Fran-*

ТАБЛИЦА 26

Анализы почв: механический, на гумус и карбонаты (по А. Г. Гаелю)

№№ разреза	Горизонты и глубины взятия образца в см	Диаметр частиц (в мм)					Гумус валовой в %	Карб. CO_2 валов. в %
		> 1.0	1.0—0.5	0.5—0.05	0.05—0.01	< 0.01		
		крупный песок	средний песок	мелкий песок	пыль	глина		
1	A 0—5	нет	нет	57.84	8.36	33.20	1.72	2.20
1	B 15—25	»	»	43.45	10.08	35.47	0.86	5.47

kenia hirsuta; sol. — *Artemisia maritima* v. *salina*, *Eragrostis arundinacea*, *Statice Gmelini*, *Phragmites communis*, *Achillea Gerberi*, *Salsola Kali*, *Aeluropus littoralis*, *Atriplex laciniatum*, *Atriplex verrucifera*; un. — *Artemisia scoparia*, *Plantago maritima*, *Polygonum aviculare*.

Покрытие почвы растительностью составляет 80—90%. Наибольшее количество корневой массы сосредоточено в горизонте до 30 см, но корни

Фиг. 23. Акмамыково-пырейная растительность на луговых солонцеватых, супесчаных и суглинистых почвах ашиков

некоторых растений, в частности — пырея, проникают почти до 1 м, где выступает уже грунтовая вода. Естественная сенная производительность достигает от 3 до 10 ц с 1 га (фиг. 23).

По данным А. Н. Салина, указанные почвы в пахотном слое после обработки быстро затвердевают, в результате чего ухудшается рост культур и понижается вегетативная продукция. Сильное уплотнение наблюдается уже спустя 2 года после пахоты. Опыты с посевом кормовых растений показали, что еркек, донники и житняк растут плохо, пырей ползучий держится в углублениях. Урожаи от посева получаются в 10—15 ц с 1 га. Только перепашка содействует росту ак-мамыка, пырея и ала-боты, которые с течением времени начинают хиреть.

д) Солончаки (сульфатно-хлоридные) с солянковой растительностью

Солончаки на ашиках представлены в виде отдельных пятен, на наиболее понижейных замкнутых участках рельефа и занимают не более 1% их площади. Грунтовые воды горько-соленые или с солоноватым привкусом и залегают на глубине 0.6—1.2 м. Поверхность почвы обычно покрыта тонкой коркой, бурно вскипающей от HCl. Отдельные почвенные горизонты выражены достаточно ясно. В механическом составе преобладает мелкий песок (до 96%). Максимум содержания пыли и глинистых частиц установлен для верхнего горизонта, затем количество их резко падает, но с незначительным возрастанием с глубиной. Каспийские мелкозернистые пески с заключенными ракушками (*Didacna*, *Adacna* и др.) залегают на глубине 0.9—1.2 м. Гумусовая окраска свойственна только незначительному поверхностному слою почвы (до 10 см). Бурное вскипание характерно для всего почвенного профиля. Ниже приводится описание разреза, характеризующего данные почвы.

Разрез заложен по нивелирному ходу В, точка *5*, в ашике б. дачи Мешеркум на такырно-солончаковом пятне, с растительностью из: cop^2. — *Anabasis salsa*; sol. — *Frankenia hirsuta*, *Plantago maritima*, *Statice Gmelini*; un. — *Artemisia maritima* v. *salina*, *Festuca Beckeri* и *Phragmites communis*. Покрытие почвы 30% (фиг. 24).

Разрез 6. (31/VIII 1934 г.)

0— 5 см. Светлосерый, темнеющий книзу, мелкозернистый влажный песок.
5— 60 см. Темносерый, мелкопесчаный свежий наощупь горизонт.
60—100 см. Темножелтый с бурыми крапинками (диам. 1—2 мм), слегка уплотненный мелкий песок, наощупь влажный, внизу мокрый.
100—104 см. Темносерый, мелкопесчаный уплотненный горизонт. Мокрый.
104—120 см. Палево-желтый с сизоватым оттенком (оглеенный) мелкий песок-плывун. В этом горизонте обнаружены прослойки ракушек Didacna protracta и осколки Adacna sp.

Грунтовая вода, горькосоленая на вкус, залегает на глубине 106 см. Почва вскипает сильно до грунтовой воды.

ТАБЛИЦА 27

Механический анализ разреза 6

Глубина взятия образца в см	%-ное содержание частиц диаметром (в мм)				Сумма трех фракций
	1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	< 0.01	
0—5	0.20	78.47	4.78	16.55	83.45
20—30	0.25	97.47	0.43	1.85	98.15
40—50	0.31	95.75	0.20	3.74	96.26
70—80	0.55	91.14	2.14	6.17	93.83
100—104	0.31	93.85	1.08	4.76	95.24
110—120	0.34	96.43	1.00	2.23	97.77

В механическом составе разреза преобладает мелкий песок; средний песок не превышает 0.5%. Количество глины в верхнем горизонте довольно высокое — около 17%. Такое повышенное содержание глины только в верхнем горизонте, по всей вероятности, объясняется избыточным содержанием здесь легкорастворимых солей. Затем следует резкое падение с дальнейшим постепенным их повышением книзу.

ТАБЛИЦА 28

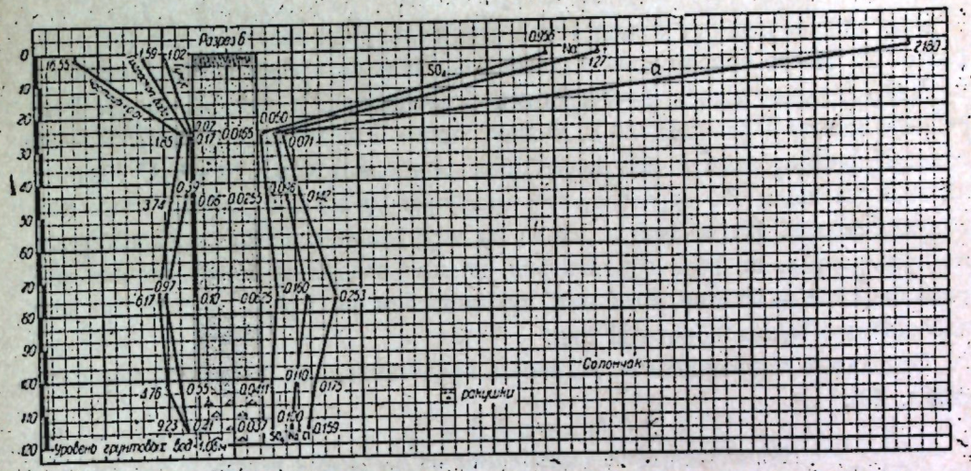
Анализ водной вытяжки почв разреза 6

Глубина в см	Сухой остаток в %	Щелочность HCO_3 общ.	Щелочность CO_3	Cl'	SO_4''	Ca^{++}	Mg^{++}	Na по разности	Гумус	Гигроск. вода
0—5	5.243	0.0317	нет	2.180	0.9561	0.2728	0.1525	1.27	1.02	1.59
20—30	0.164	0.0317	»	0.071	0.0165	0.0055	0.0048	0.050	0.07	0.17
40—50	0.311	0.0366	»	0.142	0.0255	0.0065	0.0081	0.094	0.06	0.39
70—80	0.529	0.0366	»	0.253	0.0625	0.0075	0.0149	0.16	0.10	0.97
100—104	0.368	0.0305	»	0.175	0.0411	0.008	0.0120	0.11	не опр.	0.55
110—120	0.354	0.0305	»	0.159	0.0370	0.008	0.0127	0.10	»	0.41

Анализы показывают, что данные почвы представляют собой типичные солончаковые почвы, характеризующиеся избыточным содержанием легкорастворимых хлоридно-сульфатных солей. Наибольшее содержание хло-

Фиг. 24. Солончаковое пятно на ашике (между дачами Кандагаш — Мешет-кум)

ридов и сульфатов падает на поверхностный горизонт. Далее на глубине 20—30 см количество их резко понижается и, наконец, на 70—80 см хлориды и сульфаты имеют незначительный, но второй максимум. На уровне грунтовых вод содержание как хлоридов, так и сульфатов, по сравнению с горизонтом второго максимума, заметно понижается. Общая щелочность, будучи относительно невысокой, во всех горизонтах разреза представлена равномерно. Количество и распределение гумуса по горизонтам в полной мере повторяет солевой профиль, с наибольшим его содержанием в верхнем горизонте. Содержание гигроскопической воды увязывается с количеством мелкозема в отдельных горизонтах разреза (фиг. 25).



Фиг. 25. Солевой профиль почвенного разреза 6

Растительность солончаков, несмотря на изреженность, довольно разнообразна и в основном представлена кустарниковыми соляпками вроде: *Suaeda maritima*, *S. corniculata*, *Salicornia herbacea*, *Atriplex laciniatum*, *Frankenia hirsuta*, *Ofaiston monandrum*, *Halocnemum strobilaceum*. Встречаются также различные кермеки — *Statice Gmelini*, *S. suffruticosa*, *S. caspica*, сбелек — *Aeluropus littoralis*, ак-мамык — *Atropis distans* и др.

Покрытие почвы весьма различно и достигает 40—60%. Естественная кормовая производительность достигает, по данным Панферова, 10 ц сухой массы на 1 га.

Обычно солончаковая растительность используется как пастбище для овец и верблюдов и редко скашивается для стойлового кормления.

Таково основное разнообразие почвенно-растительных группировок ашиков, которые являются, как можно видеть из всего изложенного, лучшими сенокосно-пастбищными угодиями в условиях Нарынских песков.

РОСТ ДРЕВЕСНЫХ КУЛЬТУР В БУГРИСТЫХ ПЕСКАХ

В нашей работе 1935 г. (Труды Почв. инст., XI, 276 и след.) мы достаточно подробно описали характер роста древесных культур и их состояние в настоящем. Здесь же для полной характеристики развития и роста их в условиях котловин бугристых песков приводим результаты анализов роста по данным двух модельных деревьев. [1]

[1] Эти деревья не являются «средними модельными деревьями», которые берутся путем таксационных исчислений, но они представляют более или менее типичные экземпляры как для сосновых, так и для ольховых культур.

Они взяты нами лишь для наиболее распространенных древесных посадок, а именно сосны и ольхи *(Pinus silvestris* и *Alnus glutinosa)*, которые культивировались почти во всех дачах песков Нарын.

Культура сосны

Описание почвенных условий сосновых культур приведено ниже (стр. 88, разрез 2). Место описания — б. дача Кандагаш по профилю «А». Закладка культур производилась 2—3-летними саженцами под меч Колесова. Расстояние между деревцами 0.5 м, между рядами 2 м. Возраст культур 20—22 года. Площадь, занимаемая посадками, исчисляется в 500 м². Сосчитано на этой площади 480 деревьев, что при переводе на гектар дает примерно 10.000 стволов. Погибших деревьев не обнаружено. После посадки уход за культурами, по всей вероятности, не производился. Рост деревьев неравномерный — на дне котловин лучший, чем по краям, — что придает насаждению куполообразный вид.

Отдельные таксационные элементы представляются в следующем виде (табл. 29).

ТАБЛИЦА 29

Таксационные элементы сосны на бугристых песках

Измерения	Максимум	Средняя	Наименьшая
Высота в м	11	8	6
Диаметр в см	20	10	3
Сомкнутость крон	—	0.8—0.9	—

Такие большие колебания высот и диаметров можно объяснить как условиями роста деревьев (глубиной залегания грунтовых вод), так отчасти и густотой их стояния, обусловливающей конкуренцию между отдельными деревьями.

Густота стояния деревьев сказалась также и на очищении стволов от сучьев. Так, например, высота прикрепления живых сучьев в среднем находится на 4 м от основания ствола, а мертвых на 0.5 м.

Мертвый покров из отпадов деревьев, главным образом хвои, достигает 2—3 см. Живой покров представлен тростником — *Phragmites communis* (sol.-greg.) и вейником — *Calamagrostis epigeios* (sol.).

Модельное дерево характеризуется следующими данными (табл. 30).

ТАБЛИЦА 30

Таксационные элементы модельного дерева сосны

Высота в м	Диаметр на высоте груди в см	Высота прикрепления сучьев в м		Ширина кроны в м		Примечание
		живых	мертвых	С—Ю	В—З	
12.85	11	5.8	4.1	3.2	2.0	плодоносит

Данные анализа хода роста дерева изображены на фиг. 26 и в табл. 31.

ТАБЛИЦА 31

Данные анализа ствола сосны (культура)

Высота сечения над шейкой ним, м	Число слоев	Отвод достигает высоты сечения в возрасте (лет)	Высота ствола была: в возрасте	Высота ствола была: метров	Прирост по высоте в м	Анализ хода роста по диаметру и объему: Диаметр в см: в коре (б/коры)	Диаметр в см: прирост по диаметру	Объем: в коре (б/коры)	Видовое число	Средний прирост	Текущий прирост
0	20	0	20	12.85	0.55	12.9 (11.8)	0.40	0.0882 (0.0813)	0.523 (0.583)	0.0041	0.0071
0.65	18	2	15	10.1	0.60	9.8	0.56	0.0457	0.592	0.0030	0.0060
1.3	17	3	10	7.1	0.70	7.0	1.02	0.0159	0.582	0.0016	0.0030
3.6	15	5	5	3.6	—	1.9	—	0.0007	0.700	0.0001	—
4.6	13	7									
5.6	12	8									
6.6	11	9									
7.6	9	11									
8.6	8	12									
9.6	6	14									
10.6	4	16									

Возраст = 20 лет
H = 12.85 м
D = 12.80 см
V (в коре) = 0.0882 м³
V (без коры) = 0.0813 м³
f (в коре) = 0.523
f (без коры) = 0.583

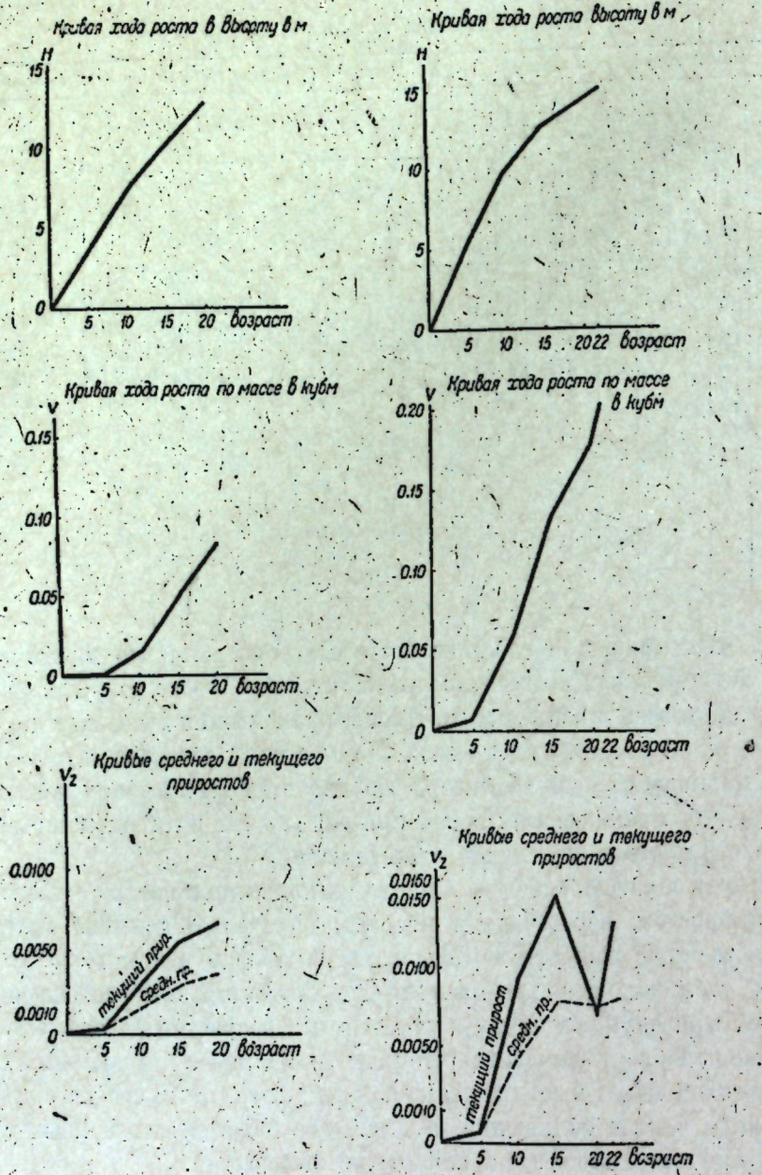
Из этих кривых и таблицы нетрудно усмотреть, что динамика почти всех таксационных элементов имеет плавный восходящий характер на протяжении всей жизни дерева. Процесс накопления древесины происходит равномерно без заметных скачков. Форма ствола, согласно видовым числам, имеет полнодревесный характер, что является чрезвычайно ценным показателем для практических целей при использовании продукции леса в качестве строевого и поделочного материала.

Следует обратить особое внимание на характер кривых среднего и текущих приростов, пересечением которых определяется время наступления количественной спелости дерева, а следовательно и время его рубки. На наших таблицах ясно вырисовывается значительное расхождение этих кривых, при неуклонном их возрастании с возрастом дерева. Это обстоятельство позволяет заключить, что рост дерева имеет равномерный характер с тенденцией дальнейшего подъема как текущего, так и среднего приростов. Во всяком случае сближения, а тем более пересечения кривых текущего и среднего приростов в ближайшем не намечается.

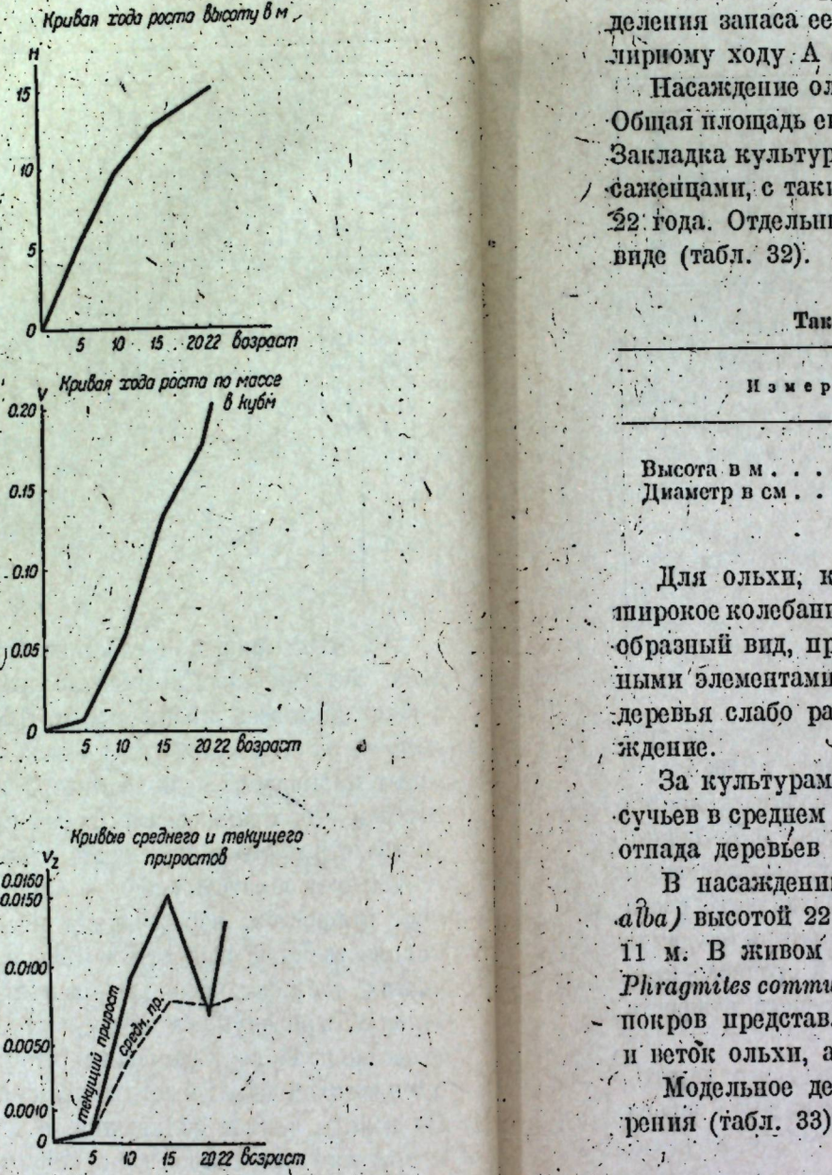
Сравнение полученных данных с таковыми же естественных сосновых насаждений средней полосы Союза показало, что исследованные нами сосновые культуры на песках не уступают в своем развитии и росте естественным насаждениям III класса бонитета. Эти выводы относятся как к накоплению древесины в высоту и по диаметру, так и по объему, включая и полнодревесность ствола. Общий запас древесины для наших сосновых культур выражается в 500—600 м³ на 1 га, что при данной густоте стояния

в несколько раз превышает запас высоких классов бонитетов естественных насаждений сосны Куйбышевской области.

Культура сосны



Культура ольхи



Фиг. 26. Пески Нарын — дача Кандагаш 1934 г.

Технические свойства древесины сосны нами не исследовались, тем не менее отсутствие видимых пороков на разрезе ствола, незначительная суковатость, равномерность наслоения годичных колец и пр. позволяют заключить, что таковые достаточно высоки и что древесина вполне может быть использована как строевой и поделочный материал (фиг. 26).

Культура ольхи

Модельное дерево для характеристики динамики роста ольхи и определения запаса ее насаждения взято в культурах дачи Кандагаш по нивелиру ходу А (см. описание почвенного разреза 1, стр. 87).

Насаждение ольхи находится в замкнутой котловине бугристых песков. Общая площадь его равна 1200 м², на каковой сосчитано 160 стволов ольхи. Закладка культур, повидимому, производилась, как и сосны, 2—3-летними саженцами, с таким же размещением, т. е. 0.5 × 2 м. Возраст насаждения 22 года. Отдельные таксационные элементы представляются в следующем виде (табл. 32).

ТАБЛИЦА 32

Таксационные элементы ольхи на бугристых песках

Измерения	Максимум	Средняя	Минимум
Высота в м	15	12	9
Диаметр в см	32	23	19

Для ольхи, как и в сосновых культурах, обнаруживается довольно широкое колебание в размерах высот и диаметров. Насаждение имеет куполообразный вид, причем деревья более развитые, с наибольшими таксационными элементами, как правило, находятся в центре котловин, тогда как деревья слабо развитые обычно находятся на периферии, окаймляя насаждение.

За культурами, видимо, ухода не было. Высота прикрепления живых сучьев в среднем равна 3 м, мертвых соответственно 1.5—2 м. Естественного отпада деревьев не обнаружено. Сомкнутость крон достигает 0.9.

В насаждении ольхи обнаружены: один экземпляр тополя *(Populus alba)* высотой 22 м и диаметром 30 см; две сосны *(Pinus Laricio)* высотой 11 м. В живом покрове зарегистрированы: *Calamagrostis epigeios* (soc.), *Phragmites communis* (sol.) и единичные корневые отпрыски тополя. Мертвый покров представлен подстилкой в 2—3 см толщины, состоящей из листьев и веток ольхи, а также травянистой растительности.

Модельное дерево ольхи характеризуется следующими данными измерения (табл. 33).

ТАБЛИЦА 33

Таксационные элементы модельной ольхи

Высота в м	Диаметр на высоте груди в см	Высота прикрепления сучьев, м		Ширина крон в м		Примечание
		живых	мертвых	С—Ю	В—З	
15	20.2	6.6	4.6	3.3	3	Плодоносит

Анализ хода роста этого дерева представлен в табл. 34 и фиг. 26.

ТАБЛИЦА 34

Данные анализа ствола ольхи (культура)

Анализ хода роста в высоту						Анализ хода роста по диаметру и объему					
			Высота ствола была			Диаметр в см		Объем			
Высота сечения над шейкой корня в м	Число слоев	Отсюда достигает высоты сечения в возрасте (лет)	в возрасте	метров	Прирост по высоте в м	в коре (б/коры)	прирост по диаметру	в коре (б/коры)	Видовое число	Средний прирост	Текущий прирост
0	22	0	22	15.0	0.35	19.7 (18.6)	0.55	0.2313 (0.2043)	0.506 (0.501)	0.0093	0.0141
0.65	21	1	20	14.3	0.28	17.5	0.36	0.1762	0.512	0.0088	0.0083
1.3	20	2	15	12.9	0.52	15.7	0.78	0.1349	0.540	0.0090	0.0156
3.6	18	4	10	10.3	0.94	11.8	1.32	0.0567	0.503	0.0057	0.0103
5.6	17	6	5	5.6	0.56	5.2	—	0.0063	0.529	0.0006	—
7.6	16	5									
9.6	13	9									
11.6	10	12									
12.6	8	14									
15	—	22									
—	—	—									
—	—	—									

Возраст = 22 года
H = 15 м
D = 20.2 см
V (в коре) = 0.2313 м³
V (без коры) = 0.2043 м³
f (в коре) = 0.506
f (без коры) = 0.501

Из указанных чертежей и таблиц видно, что процесс накопления древесины по всем таксационным элементам с возрастом имеет плавно возрастающий характер. Форма ствола, согласно видовым числам, является сравнительно полнодревесной. Видовые числа не падают ниже 0.5. Однако на чертежах, характеризующих текущий и средний прирост, мы наблюдаем картину резкого падения как того, так и другого. Такое ослабление роста дерева произошло примерно в 20-летнем возрасте. В 15-летнем возрасте дерево как бы имело относительный максимум текущего и среднего приростов; затем — резкое падение, и в 20 лет кривая текущего прироста пересекается с кривой среднего.

На основании этих данных можно было бы заключить, что дерево к 20-летнему возрасту достигло своей спелости и что процесс роста дерева в дальнейшем будет носить ослабленный характер. Но для такого предположения мы не имеем достаточных оснований. Наоборот, мы имеем данные, показывающие сильный рост дерева в дальнейшем, увеличение его приростов, особенно текущего, что имеет место до момента рубки его в 1934 г. Во всяком случае трудно представить, чтобы в этом возрасте ольха могла прекратить дальнейшее свое развитие и рост. Скорее всего этот факт находится в связи с какими-либо временными неблагоприятными условиями в жизни дерева. Возможно, здесь сказались густота древостоя, повреждение дерева и пр., хотя ясно видимых признаков последнего нам обнаружить не удалось. О том, что приостановка развития не связана с явлениями климатического порядка, говорят данные анализа роста сосновых культур, расположенных здесь же поблизости.

Так или иначе, к моменту рубки дерева (22 года) процесс его роста не понизился. Дерево и насаждение в целом производили внешне благоприятное впечатление.

Насаждение ольхи может быть отнесено к III классу бонитета с общей производительностью 300—350 м³ древесины на 1 га, что в значительной степени превышает запасы естественных «нормальных» черноольховых насаждений.

Технические свойства древесины ольхи не изучались, но отсутствие видимой фаутности, полнодревесность ствола и пр. позволяют предполагать возможность использования его для строительных целей и в качестве поделочного материала.

Таким образом, древесные посадки, произведенные б. Нарынским лесничеством в условиях котловин бугристых песков, а также исследование хода их роста, говорят о широких возможностях использования этих песков для целей древонасаждения. Помимо большого экономического значения древесной продукции для данного безлесного полупустынного района, древесная растительность, произрастающая, хотя бы и мозаично, по увлажненным низинам, имеет большое мелиоративное значение.

Известно, что растительность вообще, а древесная в особенности, помимо непосредственной своей продукции, оказывает на окружающую среду целый ряд воздействий, или, как говорят, дает «невесомую» пользу хозяйству. Сюда относятся: увлажняющее действие древесной растительности на прилегающие слои атмосферы, ветрозащитное значение, накопление твердых осадков в виде снега и внесение постепенности в их расходование (особенно важное свойство в аридных условиях), фиксирование подвижного субстрата, формирование почв и пр.

С другой стороны, древесная растительность в засушливых условиях обладает и рядом отрицательных свойств, как то: иссушение нижних слоев почвы, дренирование грунта, задерживание осадков на поверхности крон и пр.

Выяснение всех этих многообразных позитивных и негативных сторон с соответствующим учетом, выяснение их динамики, вскрытие закономерностей имеет большое значение, так как это позволяет безошибочно ставить практические прогнозы и заранее предусматривать возможные неудачи, размер и степень положительного эффекта.

В этом аспекте в дальнейшем мы излагаем материалы, касающиеся вопросов почвообразования в песках под влиянием древесной растительности, а также излагаем свои соображения о взаимоотношении древесной растительности и грунтовых вод в песках.

О ПОЧВООБРАЗОВАНИИ В ПЕСКАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Вопросу о влиянии древесной растительности на процессы почвообразования и их динамику в условиях песков уделялось мало внимания. Имеющиеся данные по этому поводу относятся, главным образом, к пескам и песчаным почвам Европейской части Союза, занятым естественными насаждениями сосны (сосновые боры) и реже другими породами. Между тем бесспорно, что выяснение данного вопроса имеет большое научное и практическое значение, в особенности в связи с предстоящими огромными хозяйственными задачами по комплексному освоению песчаных полупустынь и пустынь. Это тем более важно, что лесомелиорация, древоводство и плодоводство являются одними из основных путей к вовлечению в хозяйственный оборот песчаных территорий.

Ниже мы излагаем краткие выводы из собранного и обработанного материала для выяснения некоторых сторон почвообразовательного процесса в бугристых песках Нарын под влиянием, главным образом, искусственных древесных посадок.

Еще в «Материалах к инструкции для исследования сыпучих песков», Высоцкий (1911) писал, что в сыпучих песках почвообразовательные процессы (миграция солей, накопление мелкоземистой фракции, ожерствление и пр.) очень слабы, но тем не менее там имеют место постоянные физико-химические процессы определенного направления. Он указывал, что просачивающиеся атмосферные воды скопляются на некоторой глубине, откуда затем стекают, и в местах их стока песок содержит растворы иного количественного и качественного состава, чем воды осадков, из которых они образовались. В основном такого же взгляда придерживался и Неуструев (1911).

Г. Н. Высоцкий, рассматривая почвообразование в широком смысле слова, отмечал двусторонний характер этого процесса. Он различал, во-первых, процесс н и с х о д я щ и й, идущий от дневной поверхности к нижележащим слоям с постепенным замиранием вглубь и, во-вторых, в о с х о д я щ и й, идущий от грунтовых вод (при близком их залегании), вследствие их капиллярного подъема и колебания уровня. Он указывал, что «отповерхностный» характер почвообразования в сыпучих песках, не покрытых растительностью, выражен значительно слабее, нежели процессы обратного порядка, т. е. исходящие от грунтовых вод при их неглубоком залегании. Иная картина отмечалась для песков, закрепленных растительностью. В этом случае под влиянием жизнедеятельности растений в почвообразования преобладающую роль играли «отповерхностные» процессы. Растительность своей деятельностью и разлагающимися остатками обогащала песок солями, мелкоземом, гумусом и пр.

Важно отметить, что процессы почвообразования на сыпучих песках в некоторой степени начинаются уже с момента образования песчаных отложений. Появление на них органической жизни усиливает процесс формирования почв. Однако это обстоятельство вовсе не позволяет разрывать, как это делает Дубянский (1927), эволюцию песков на две резко обособленные стадии: на «р а н н ю ю», протекающую под влиянием физико-географических факторов, и «с р е д н ю ю» — биологических. Несомненно, что и в «средней» стадии, в понимании Дубянского, значение физико-географических факторов не снимается, — они продолжают иметь место и в дальнейшей эволюции песков.

С другой стороны, спорным является утверждение Дубянского (1932), что процессы саморазвития песков начинаются только с момента поселения на них растительности (псаммофитов). Это же утверждалось Дубянским и ранее в другой его работе (1927), где он ясно говорит о с т а т и ч е с к о м с о с т о я н и и с в о й с т в а п е с к о в (подчеркнуто нами — *Т. Я.*), подразумевая, очевидно, свойства песков до появления на них растительности. Подчеркивая особую роль растительности в эволюции песков, все же следует отметить, что внешние физико-географические факторы, при прочих равных условиях, являются не менее существенными и постоянными двигателями процесса развития песков во всех его состояниях и стадиях.

Высказывания Высоцкого, Неуструева и др. по данному вопросу хотя и нашли в дальнейшем отражение в работах других исследователей и в учебных пособиях, но эти работы, в основном, не внесли ничего нового по данному вопросу. Для песков полупустынных и пустынных районов Союза интересные и ценные данные получены в исследованиях Томашевского (1931) и Дубянского (1927).

Наблюдения Томашевского,[1] касающиеся песков полупустынного Заволжья (Хошеуты), проводились, главным образом, на участках с травянистой растительностью. Более интересные данные по этому вопросу мы находим у Дубянского (1927). Сравнительное изучение песков с естественной древесной (саксаулы, песчаная акация, джузгун) и травянистой растительностью, а также песков, лишенных таковой (при залегании грунтовых вод на глубине 4—10 м и больше), привело автора к следующим выводам: 1) древесная растительность своими разлагающимися отпадами обогащает песок солевыми растворами и 2) древесная растительность обогащает песок мелкоземом, происходящим как от зольных веществ отпада, так и от продуктов выветривания минералов под влиянием солевых растворов и органических соединений. В зависимости от произрастающей древесно-кустарниковой породы, глубины и места взятия образца (у ствола, под кроной, вне кроны), оба эти процесса, как показали аналитические данные, протекают различно. Процесс накопления мелкозема (пыли) в наиболее ярко выраженной форме имел место в поверхностных горизонтах почвы — глубиной до 10 см. Глубже в механическом составе песка с участка покрытого и с участка, лишенного саксаула, существенной разницы не было. С другой стороны, анализы показали, что между кронами солончакового саксаула

[1] Следует отметить, что Томашевский в вопросе почвообразования на песках чрезмерно большое место уделяет импульверизационным процессам.

содержание пыли в слое 0—5 см достигает 39.12% (у колодца Тутлы), а под кроной — в корке с мертвой подстилкой — пыль составляет 50.56% (в Репетеке). Следовательно, образование мелкозема в песке, покрытом древесной растительностью, но в различных местах под насаждением, носило не одинаковый характер.

Аналогичная картина установлена в древесно-кустарниковых зарослях пустынь и в отношении содержания солей в песке. Так, сухой остаток под кронами *Calligonum Caput Medusae* достигал (на 100 г песка) 0.04 г, под кронами песчаного саксаула 0.06 г, солончакового саксаула 0.11 г, между кронами солончакового саксаула 0.12 г, в корке под кронами солончакового саксаула 3.14 г.

Содержание солей (в 100 г почвы) в водной вытяжке показано в табл. 35.

ТАБЛИЦА 35

Место взятия образца	Сухой остаток	CO_3''	HCO_3'	Cl'	SO_4''	CaO	MgO	Na+K
Почва между кронами солончакового саксаула	0.12	нет	0.068	следы	0.006	0.016	0.004	0.022
Корка под кроной солончакового саксаула с мертвой подстилкой	3.14	»	не опр.	не опр.	0.096	0.020	0.011	0.868

В нашей работе (1935 г.), касающейся песков Нарын, в общих чертах указывалось, какое влияние и в каком направлении оказывают искусственные древесные посадки на занимаемый ими рыхлый песчаный субстрат.

Собранные нами по этому вопросу дополнительные материалы полностью подтвердили прежние наши выводы. Ниже мы приводим морфологическое описание, данные водных вытяжек и механического анализа почвенных разрезов, заложенных в посадках сосны, ольхи (б. дача Кандагаш, нивелирный ход А) и в естественном насаждении тополя *(Populus hybrida)* в условиях котловин бугристых песков.[1] Одновременно для сравнительного изучения названных процессов в тех же условиях приводим аналогичные данные для разрезов без древесной, но с единичной травянистой растительностью.

Описание почвенного разреза под культурами ольхи.

Разрез 1 (27/VIII 1934 г.)

0— 2 см. Сухая неразложившаяся подстилка из листьев и веток ольхи и отпадов травянистой растительности.

2— 42 см. Палево-желтый, мелкозернистый песок с выходами корней и гумусовыми пятнами. Свежий наощупь с 15 см.

[1] Здесь приводятся данные для наиболее типичных разрезов.

42—145 см. Такого же цвета и состава песок, влажный до 0.8 м; ниже — сырой. Слой песка пронизан корнями ольхи диаметром 0.5 см. На глубине 105 см обнаруживаются коричнево-ржавые прожилки железистых скоплений.

Грунтовая вода на глубине 1.4 м. Слой песка вплоть до грунтовой воды не вскипает.

Разрез 3.

В котловине бугристых песков дачи Джаскусс в 0.5 км на восток от пос. Урды. Единичная растительность из: *Artemisia arenaria, Melilotus caspicus, Chondrilla ambigua.*

0— 4 см. Сухой, сыпучий, палево-желтый песок.

4—58 см. Палево-желтый песок, влажный до 40 см, а затем сырой до 58 см, вследствие чего в нижней части этого слоя песок принимает темноватый оттенок.

58—89 см. Сизовато-блекложелтый (оглеение), мокрый песчаный слой.

На глубине 92 см появляется грунтовая вода, имеющая очень слабую щелочную реакцию.

ТАБЛИЦА 36

Механический анализ разреза 1[1]

Глубина в см	%-ное содержание частиц диаметром (в мм)				
	1—0.25 средний песок	0.25—0.05 мелкий песок	0.05—0.01 песч. пыль	< 0.01 физ. глина	Сумма трех фракций
0—10	2.31	96.74	0.70	0.25	99.75
20—30	1.17	97.43	0.21	1.19	98.60
100—110	1.02	98.92	0.19	нет	100.13
150—170	1.40	98.50	0.18	»	100.08

ТАБЛИЦА 37

Механический анализ разреза 3

Глубина в см	%-ное содержание частиц диаметром (в мм)				
	1—0.25 средний песок	0.25—0.05 мелкий песок	0.05—0.01 пыль	< 0.01 физ. глина	Сумма трех фракций
0—10	10.25	87.00	0.25	0.00	97.50
20—30	9.25	90.50	0.25	0.00	100.00
40—50	19.50	80.25	0.12	0.13	99.87
60—70	8.50	91.25	0.25	0.00	100.00

Сравнивая данные разрезов с древесной растительностью (разрез 1) и без нее (разрез 3), видим, что по механическому составу песок под ольхой имеет меньшее количество средней фракции песка (2—3%), чем песок из

[1] Все почвенные анализы — валовой, механический и водные вытяжки,— произведены в лаборатории Почвенного института Академии Наук СССР.

разреза, лишенного древесной растительности (около 20%). В то же время под ольхой явно преобладает содержание мелкого песка (99%) и значительно больше фракции крупной пыли (около 1%). Точно так же для песка под ольхой характерно повышенное содержание физической глины (1—1.5%), сосредоточенной на глубине 20—30 см.

Разрез 2 (27/VIII 1934 г.)

Почвенный разрез под культурой сосны в котловине бугристых песков дачи Кандагаш по нивелирному ходу А.

0— 2 см. Сухая подстилка, главным образом, из отпадов хвои.
2— 12 см. Палево-желтый, мелкозернистый, сухой наощупь песок, сильно пронизанный корнями и с гумусовыми подтеками.
12—145 см. Такого же цвета и состава песок, свежий до 40 см, влажный до 100 см и сырой ниже. Корни травянистых растений (*Phragmites communis*) идут до глубины 1 м. Здесь же обнаруживаются скопления железистых соединений. Далее идет сырой песок (оглеенный) — плывун.

Грунтовая вода на глубине 1.45 см. Выцветов солей и включений не обнаружено. Весь слой песка вплоть до грунтовой воды не вскипает.

ТАБЛИЦА 38

Механический анализ разреза 2

Глубина в см	%-ное содержание частиц диаметром (в мм)				
	1—0.25 ср. песок	0.25—0.05 мелк. песок	0.05—0.01 пыль	<0.01 физ. глина	Сумма трех фракций
0—10	1.70	97.74	0.50	0.06	99.94
20—30	1.50	97.98	0.44	0.08	99.92
100—110	0.81	99.15	0.24	нет	100.20
150—170	0.75	99.12	0.15	»	100.02

Сравнение цифр этой таблицы с данными разреза без древесной растительности (табл. 37) показывает, что в этом случае в величине отдельных фракций имеет место такое же соотношение, как и для разрезов без древесной растительности под ольхой. Что же касается различия механического состава песка в разрезе под ольхой и сосной, то оно здесь заключается для сосны в заметно меньшем содержании среднего песка за счет соответствующего увеличения количества мелкого песка.

Из приведенных аналитических данных механического состава песка для разрезов под культурами сосны, ольхи, в естественных колках тополя, а также в котловине, лишенной древесной растительности, можно сделать следующие выводы:

1. Для котловин бугристых песков, лишенных древесной растительности, характерны: палево-желтый цвет, рыхлость, несколько повышенное содержание среднего песка при меньшем количестве мелкого. Содержание песчаной пыли ничтожно и отличается оно удивительно равномерным распределением по всем горизонтам песка. Глинистые частицы здесь почти отсутствуют.

2. В отличие от предыдущего, для котловин среди бугристых песков с древесными культурами характерны: темно окрашенный почвенный профиль (верхних горизонтов) и уплотненность песка, простирающаяся довольно глубоко, до 25 см (см. описание разреза под тополем, стр. 93). Этим же разрезам свойственно значительно меньшее содержание среднего песка с соответственным увеличением мелкого.

3. Для разрезов под древесными посадками характерным является повышенное содержание песчаной пыли, которое, будучи выражено под различными древесными породами в разной степени, в противовес разрезу без древесной растительности, падает постепенно с глубиной. Наибольшее накопление песчаной пыли фиксируется, главным образом, в верхних горизонтах песка — в слое 0—30 см, с максимальным сосредоточением в пределах 20—30 см. Следовательно, в отличие от данных Дубянского наши данные показывают, что обогащение песка пылью происходит не в верхних горизонтах (0—10 см), а в несколько более глубоких горизонтах. Повидимому, это обстоятельство находится в тесной зависимости от характера травяного покрова, его обилия и в не меньшей мере от факторов климатического порядка, обусловливающих разложение органического отпада и его вмывание вглубь.

4. Процесс накопления песчаной пыли в наибольшей степени выражен в естественных зарослях тополя (до 2%), за которыми следуют культуры ольхи (около 1%) и затем культуры сосны (0.5%). Очевидно, этот факт объясняется продолжительностью воздействия тополевого насаждения на занимаемый им песчаный субстрат. Так, по данным табл. 40 (стр. 94) видно, что песок в тополевом насаждении отличается как размерами накопления песчаной пыли, так и большей глубиной ее проникновения по сравнению с более молодыми (20—25-летнего возраста) культурами ольхи и сосны.

5. Следовательно, древесная растительность способствует медленному и постепенному накоплению в рыхлом песке более тонких почвенных фракций, что выражается в различной степени, в зависимости от продолжительности воздействия и характера покрывающей его растительности. Что процесс этот является следствием именно жизнедеятельности растений, показывает понижение содержания пыли с глубиной в разрезе под древесной растительностью, где количество ее, примерно, соответствует количеству пыли в разрезе песка без древесной растительности.

На ряду с изменением механического состава песка, под влиянием древесной растительности изменяется и его солевой состав.

Эти изменения под различными древесными породами происходят не одинаково и зависят как от древесной породы, ее возраста или продолжительности воздействия на занимаемый ими субстрат, так и от ряда климатических факторов (осадки, температура, ветры и пр.).

Оставляя в силе наши прежние выводы относительно различия в содержании гумуса, влаги и пр. в песке под сосновыми культурами и в песке без них, ниже мы излагаем дополнительные материалы по данному вопросу не только в отношении посадок сосны и ольхи, но и для естественных насаждений тополя. Далее мы даем результаты водных вытяжек почвы для культур сосны и ольхи,[1] а также естественного насаждения тополя (*Populus hybrida*) в даче Кандагаш и почв из разреза в котловине бугристых песков дачи Джаскусс, лишенного древесной растительности (табл. 39).

Из сравнения результатов анализов, приведенных в табл. 39, вытекает следующее:

1) В разрезах с культурами вышеупомянутых древесных пород (за исключением тополя) обнаруживается более заметная засоленность песка, нежели в разрезах без древесной растительности. Засоленность эта, хотя и незначительная, указывает тем не менее на влияние, которое оказывается древесной растительностью, повидимому вследствие ее десукционной деятельности и обогащения песка солями за счет разлагающихся органических отпадов.

2) Процесс засоления в разрезах под древесной растительностью выражается, главным образом, в накоплении легкорастворимых хлористых и сернокислых солей. Увеличение этих последних в обоих случаях, как видно из табл. 39, достигает в верхних горизонтах сравнительно больших размеров, позволяющих говорить о хлоридно-натровом засолении под ольхой и слабом хлоридно-натровом засолении под сосновыми культурами. Содержание сернокислых солей в вытяжках гораздо меньше, чем хлористых, однако и оно в несколько раз превышает таковое в разрезах без древесной растительности.

3) Сравнивая другие элементы водной вытяжки (кальций, магний), следует также отметить несколько повышенное содержание их под культурами деревьев, в особенности под ольхой, где количество магния, будучи значительно больше, чем под сосной, постепенно возрастает с глубиной (до 0.002% у грунтовых вод).

4) Щелочи нормальных карбонатов, как в разрезах под древесной растительностью, так и без них, отсутствуют совершенно. Однако общая щелочность в обоих случаях имеется налицо, хотя и в незначительных размерах. Щелочность верхних почвенных горизонтов под древесными посадками (за исключением тополя) несколько меньше, чем в разрезах без них. Недостаточность имеющихся у нас по этому поводу материалов заставляет нас от обсуждения этого вопроса воздержаться.

5) Содержание гумуса в разрезах под культурами древесных пород, согласно табл. 39, также значительно превышает таковые в разрезе без древесной растительности. Аналогичная картина наблюдается в содержании водорастворимого гумуса, который, имея максимум на поверхности,

[1] Глубина залегания первого уровня грунтовых вод под сосняками 1.45 м, под ольхой 1.4 м.

ТАБЛИЦА 39

Данные анализа водных вытяжек из почвы в % — на воздушно-сухое вещество

№ разр.	Глубина в см	Щелочность HCO_3	Щелочность CO_3	Cl′	SO_4''	Ca''	Mg''	Na′ по разности	Сумма	Сухой остаток без гумуса	Окисляем. в см³ 0.05 н $KMnO_4$	Цвет	Прозрачность	Гигроскоп. вода	Гумус по Тюрину	Примечание
1	0—10	0.0171	нет	0.0301	0.0029	0.0036	0.0011	0.021	0.0672	0.067	36.6	желт.	прозр.	0.25	0.38	Котловина бугристых песков с культурой ольхи
		0.28		0.84	0.060	0.18	0.092	0.910								
1	40—50	0.0148	»	0.023	0.0045	0.0050	0.0017	0.013	0.0549	0.056	23.10	бесц.	»	0.20	0.08	
		0.23		0.64	0.094	0.250	0.142	0.572								
1	150—170	0.0143	»	0.133	0.0049	0.0043	0.0022	0.084	0.2355	0.236	25.22	»	»	0.22	—	
		0.23		3.74	0.103	0.215	0.183	3.675								
2	0—10	0.0146	»	0.047	0.0045	0.0050	0.0022	0.027	0.0930	0.088	34.6	желт.	»	0.23	0.48	Котловина бугристых песков с культурой сосны
		0.23		1.32	0.094	0.25	0.183	1.21								
2	40—50	0.022	»	0.019	0.0037	0.0043	0.0009	0.015	0.0539	0.057	20.1	бесц.	»	0.25	0.06	
		0.36		0.53	0.077	0.215	0.075	0.67								
2	150—170	0.0113	»	0.019	0.0049	0.0025	0.0008	0.014	0.0468	0.046	27.8	»	»	0.18	—	
		0.18		0.53	0.103	0.125	0.057	0.63								
11	0—10	0.0286	»	0.0028	0.0020	0.0071	0.0017	0.0023	0.0302	0.038	41.40	желт.	мутн.	0.43	0.84	Котловина бугристых песков с насаждением тополя
		0.47		0.08	0.04	0.035	0.14	0.10								
11	40—50	0.0427	»	0.0063	0.0020	0.0128	0.0026	0.0014	0.0464	0.054	22.90	»	прозр.	0.30	0.17	
		0.70		0.18	0.04	0.64	0.22	0.06								
3	0—10	0.0244	»	0.0022	0.0023	0.0036	0.0004	не опр.	—	0.048	не опр.	безц.	опал.	0.27	0.04	Котловина бугристых песков без древесной растительности
3	20—30	0.0201	»	0.0022	0.0020	0.0033	0.0033	»	—	0.045	»	»	0.30	0.20	0.03	
3	40—50	0.0183	»	0.0021	0.0017	0.0026	0.0005	»	—	0.048	»	»	0.20	0.15	0.04	
3	60—70	0.0183	»	0.0018	0.0017	0.0023	0.0007	»	—	0.038	»	»	0.15	0.02	0.02	

Оставляя в силе наши прежние выводы относительно различия в содержании гумуса, влаги и пр. в песке под сосновыми культурами и в песке без них, ниже мы излагаем дополнительные материалы по данному вопросу не только в отношении посадок сосны и ольхи, но и для естественных насаждений тополя. Далее мы даем результаты водных вытяжек почвы для культур сосны и ольхи,[1] а также естественного насаждения тополя (*Populus hybrida*) в даче Кандагаш и почв из разреза в котловине бугристых песков дачи Джаскусс, лишенного древесной растительности (табл. 39).

Из сравнения результатов анализов, приведенных в табл. 39, вытекает следующее:

1) В разрезах с культурами вышеупомянутых древесных пород (за исключением тополя) обнаруживается более заметная засоленность песка, нежели в разрезах без древесной растительности. Засоленность эта, хотя и незначительная, указывает тем не менее на влияние, которое оказывается древесной растительностью, повидимому вследствие ее десукционной деятельности и обогащения песка солями за счет разлагающихся органических отпадов.

2) Процесс засоления в разрезах под древесной растительностью выражается, главным образом, в накоплении легкорастворимых хлористых и сернокислых солей. Увеличение этих последних в обоих случаях, как видно из табл. 39, достигает в верхних горизонтах сравнительно больших размеров, позволяющих говорить о хлоридно-натровом засолении под ольхой и слабом хлоридно-натровом засолении под сосновыми культурами. Содержание сернокислых солей в вытяжках гораздо меньше, чем хлористых, однако и оно в несколько раз превышает таковое в разрезах без древесной растительности.

3) Сравнивая другие элементы водной вытяжки (кальций, магний), следует также отметить несколько повышенное содержание их под культурами деревьев, в особенности под ольхой, где количество магния, будучи значительно больше, чем под сосной, постепенно возрастает с глубиной (до 0.002% у грунтовых вод).

4) Щелочи нормальных карбонатов, как в разрезах под древесной растительностью, так и без них, отсутствуют совершенно. Однако общая щелочность в обоих случаях имеется налицо, хотя и в незначительных размерах. Щелочность верхних почвенных горизонтов под древесными посадками (за исключением тополя) несколько меньше, чем в разрезах без них. Недостаточность имеющихся у нас по этому поводу материалов заставляет нас от обсуждения этого вопроса воздержаться.

5) Содержание гумуса в разрезах под культурами древесных пород, согласно табл. 39, также значительно превышает таковые в разрезе без древесной растительности. Аналогичная картина наблюдается в содержании водорастворимого гумуса, который, имея максимум на поверхности,

[1] Глубина залегания первого уровня грунтовых вод под сосняками 1.45 м, под ольхой 1.4 м.

ТАБЛИЦА 39

Данные анализа водных вытяжек из почвы в $\frac{\%}{\text{м-экв.}}$ на воздушно-сухое вещество

№ разр.	Глубина в см	Щелочность HCO_3	Щелочность CO_3	Cl'	SO_4''	Ca''	Mg''	Na, по разности	Сумма	Сухой остаток без гумуса	Окисляем. в см³ 0.05 н $KMnO_4$	Цвет	Прозрачность	Гигроскоп. вода	Гумус по Тюрину	Примечание
1	0—10	0.0171	нет	0.0301	0.0029	0.0036	0.0011	0.021	0.0672	0.067	36.6	желт.	прозр.	0.25	0.38	Котловина бугристых песков с культурой ольхи
		0.28		0.84	0.060	0.18	0.092	0.910								
1	40—50	0.0148	»	0.023	0.0045	0.0050	0.0017	0.013	0.0549	0.056	23.10	бесц.	»	0.20	0.08	
		0.23		0.64	0.094	0.250	0.142	0.572								
1	150—170	0.0143	»	0.133	0.0049	0.0043	0.0022	0.084	0.2355	0.236	25.22	»	»	0.22	—	
		0.23		3.74	0.103	0.215	0.183	3.675								
2	0—10	0.0146	»	0.047	0.0045	0.0050	0.0022	0.027	0.0930	0.088	34.6	желт.	»	0.23	0.48	Котловина бугристых песков с культурой сосны
		0.23		1.32	0.094	0.25	0.183	1.21								
2	40—50	0.022	»	0.019	0.0037	0.0043	0.0009	0.015	0.0539	0.057	20.1	бесц.	»	0.25	0.06	
		0.36		0.53	0.077	0.215	0.075	0.67								
2	150—170	0.0113	»	0.019	0.0049	0.0025	0.0008	0.014	0.0468	0.046	27.8	»	—	0.18	—	
		0.18		0.53	0.103	0.125	0.057	0.63								
11	0—10	0.0286	»	0.0028	0.0020	0.0071	0.0017	0.0023	0.0302	0.038	41.40	желт.	мутн.	0.43	0.84	Котловина бугристых песков с насаждением тополя
		0.47		0.08	0.04	0.035	0.14	0.10								
11	40—50	0.0427	»	0.0063	0.0020	0.0128	0.0026	0.0014	0.0464	0.054	22.90	»	прозр.	0.30	0.17	
		0.70		0.18	0.04	0.64	0.22	0.06								
3	0—10	0.0244	»	0.0022	0.0023	0.0036	0.0004	не опр.	—	0.048	не опр.	безц.	опал.	0.27	0.04	Котловина бугристых песков без древесной растительности
3	20—30	0.0201	»	0.0022	0.0020	0.0033	0.0033	»	—	0.045	»	»	»	0.30	0.03	
3	40—50	0.0183	»	0.0021	0.0017	0.0026	0.0005	»	—	0.048	»	»	»	0.20	0.04	
3	60—70	0.0183	»	0.0018	0.0017	0.0023	0.0007	»	—	0.038	»	»	»	0.15	0.02	

с глубиной постепенно падает и возрастает вновь у грунтовых вод. Что касается сухого остатка, то его количество в разрезах под сосной и ольхой также падает с глубиной, с той лишь разницей, что максимум сухого остатка у первого находится в верхнем горизонте, а у второго внизу — у грунтовой воды.

По всей вероятности меньшая выщелоченность разреза под сосной объясняется тем, что сосновые насаждения своими кронами задерживают значительное количество снега, который, сдуваясь ветрами (метелями), сокращает баланс поступающей в почву влаги.

Таким образом, беглый сравнительный анализ почвенных разрезов в условиях котловин бугристых песков, покрытых древесной растительностью и лишенных их, указывает, что древесная культура оказывает заметное влияние как на механический, так и на водно-солевой состав рыхлого песчаного субстрата. Это влияние выражается в обогащении песка, в особенности верхних горизонтов, песчаной пылью, в увеличении его солевого баланса (преимущественно легкорастворимыми солями), в обогащении песка органическими веществами, при общем незначительном содержании их в песке вообще.

Перейдем теперь к рассмотрению вопроса о влиянии различных древесных пород на солевой состав рыхлого песка. Для этой цели мы используем данные вышеприведенной табл. 39.

Сравнивая эти данные для сосны и ольхи, можно видеть, что в разрезе под сосновыми культурами содержание хлористых солей (хлоридно-натровых) сравнительно незначительно. В верхнем горизонте (0—10 см) количество хлора значительно больше (0.047), нежели в последующих горизонтах, где оно, достигнув некоторой постоянной величины (0.019), идет в таком виде вплоть до грунтовых вод. Соответственно хлору ведет себя и натрий. Содержание остальных составных частей водной вытяжки (щелочность, сернокислые соли и пр.) на протяжении всего разреза очень незначительное и заметной закономерности в их распределении выявить не представляется возможным. Следовательно, для разреза под сосновыми культурами на основании соотношения водорастворимых солей можно говорить о слабом хлоридно-натровом засолении.

Несколько иная картина наблюдается в солевом режиме песка в разрезе под культурой ольхи (табл. 39). Здесь распределение хлористых солей имеет обратный характер тому, что мы видели в разрезе под сосновыми культурами. Если под сосной хлористые соли в наибольшем количестве встречались в верхнем горизонте 0—10 см (0.047) и их содержание уменьшалось с глубиной, то в ольшатнике максимальное содержание водорастворимого хлора (0.133) приходится на более глубокие слои — у грунтовых вод (1.5—1.7 м). При этом содержание хлора в вышележащих горизонтах песка под ольхой количественно отличается очень незначительно от содержания его в песке под сосновыми культурами. Соответственно хлору в ольшатнике ведет себя и натрий. Следует отметить, что для разреза под ольхой

вообще характерно постепенное количественное уменьшение сверху вниз почти всех элементов водного раствора и затем увеличение их содержания в более глубоких горизонтах — на уровне грунтовых вод (1.5—1.7 [1]). Повидимому, в данном случае сказывается отмеченная выше большая промываемость песка под культурами ольхи. Что касается общего содержания других элементов раствора, то здесь резкой разницы по сравнению с разрезом под сосняками не наблюдается. Все они представлены в очень незначительных размерах, что позволяет говорить для песка под ольхой о хлоридно-натровом засолении.

Прежде чем перейти к выяснению характера почвообразования в естественном тополевом насаждении, остановимся несколько на описании самого насаждения. Тополевая куртинка находится на бо́льтеке ашика Мешет-кум. Рельеф бо́льтека слабохолмистый. Вершины бугров превышают дно котловин на 2—3, реже 4 м.

В таких условиях сплошь и рядом произрастают тополевые колки (*Populus alba, P. hybrida*) с примесью *Salix caspica, S. rosmarinifolia, Rhamnus cathartica, Rosa cinnamomea, Calligonum aphyllum.*

Рост всех этих пород, за исключением крушины, шиповника и розмариновидной ивы, хуже, чем в типичных бугристых песках. Бросается в глаза подавленность роста древесного яруса насаждения и общее его угнетенное состояние. Местами наблюдаются усыхающие и засохшие экземпляры тополей.

Таксационные элементы тополя таковы: средний диаметр 16 см (максимум 22, минимум 12); средняя высота 8 м (максимум 12, минимум 5). Насаждение может быть отнесено к III—IV классу возраста. Полнота древостоя 0.6. Кроны деревьев сравнительно небольшие и жидкие. Всего в куртинке 16 стволов, из которых 3 суховершинят и 2 высохли. Травяной покров состоит из: сор.[3] *Agropyrum sibiricum; сор.*[2] — *Glycyrrhiza glabra;* sol. — *Euphorbia Gerardiana, Artemisia inodora, Salsola Kali, Phragmites communis, Atriplex* sp. и *Carex colchica*. Поверхность почвы покрыта травяным покровом на 50% и устлана обильным опадом листьев и веток. Почвенный разрез в этой тополевой куртине показал следующее:

Разрез 11.

0 — 5 см. Подстилка и дерновой слой.
5— 25 см. Темнобурый, сухой, уплотненный, мелкопесчаный горизонт.
25—175 см. Желтовато-серый, уплотненный песок с выцветами солей от 60—80 см. На глубине 90—135 см видны в виде пятен скопления железистых соединений. Песок глубже 175 см принимает сероватый оттенок (оглеение).

Песок вскипает слабо на глубине 60—80 см; на глубине 80—120 см он свежий; 120—150 см влажный; на 150 см и глубже — мокрый. Грунтовая вода на глубине 1.7 м. Наибольшая корневая масса сосредоточена в слое до 70 см.

[1] Глубина залегания грунтовой воды под культурами сосны и ольхи разнится всего лишь на 5 см.

ТАБЛИЦА 40

Механический анализ разреза 11

Глубина в см	%-ное содержание частиц диаметром (в мм)				
	1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	<0.01	Сумма трех фракций
	средн. песок	мелк. песок	пыль	физ. глина	
0—10	0.33	97.77	1.22	0.68	99.32
10—20	0.88	95.74	1.72	1.66	98.34
40—50	0.99	96.54	0.47	2.00	98.00
70—80	0.45	98.54	0.44	0.57	99.43
100—110	0.64	98.97	0.20	0.19	99.81

Как видно из таблицы, разрез представляет собой чистый отсортированный эоловый песок, и лишь на глубине 10—50 см содержится 1.5—2% глины.

Данные водной вытяжки двух верхних образцов разреза 11 приведены в табл. 39.

Таблица показывает, что почва под тополевым насаждением не засолена. Из легкорастворимых солей хлористые представлены в значительно меньшем количестве, нежели в разрезах под сосной и ольхой, по содержанию сернокислых солей они почти не разнятся.

Количество гумуса в разрезе под тополевым насаждением в 2—3 раза превышает таковое в разрезах под сосной и ольхой. Это обстоятельство, по всей вероятности, является результатом продолжительного воздействия этого насаждения на песчаный субстрат. Обратное явление для разреза с тополем устанавливается в отношении количества сухого остатка без гумуса. Оказывается, его больше содержится не в верхних горизонтах, как в разрезах под сосной и ольхой, а в более глубоких. Но отсутствие анализов последующих горизонтов заставляет нас от обсуждения этого явления воздержаться.

В отличие от разрезов под сосной и ольхой, в данном случае выявлена также несколько повышенная щелочность, которая, возможно, и действует угнетающе на рост и развитие насаждения.

Следовательно, для разреза под тополем, в сравнении с разрезами под сосной и ольхой, характерны: темноокрашенный профиль песка, простирающийся на значительную глубину — до 0.5 м, отсутствие засоленности, повышенная щелочность, большее содержание гумуса, а в механическом составе — повышение песчаной пыли и глинистых частиц.

Сравнивая данные этих анализов с таковыми в разрезах без древесной растительности (табл. 37 и 39), можно установить характер и степень влияния древесной растительности на почвообразование, которое сказалось как на механическом составе, так и на солевом режиме песка.

Таким образом, наше резюме по изложенному вопросу можно сформулировать в следующем виде:

1) Древесные насаждения в условиях сыпучих песков в значительной мере ускоряют процессы почвообразования.

2) Аналитические данные для почвенных разрезов под культурами сосны и ольхи (20—25-летнего возраста) и в естественном насаждении тополя показывают, что процесс этот, в основном в силу климатических условий, идет медленно (слабая минерализация органического отпада).

3) При различном характере воздействия отдельных древесных пород на песчаный субстрат, сущность его заключается в обогащении верхних слоев песка мелкоземом (главным образом явлениями дезинтеграции песка солевыми растворами и импульверизацией), в увеличении солевого баланса, накоплении органических соединений, увеличении влажности поверхностных горизонтов песка и пр.

ДРЕВЕСНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ В ПЕСКАХ

«Пески родят воду»
Калмыцкая пословица

На ряду с положительным влиянием лесного покрова на климатические факторы, он обладает рядом отрицательных свойств, выяснение которых представляет огромный теоретический и практический интерес. К числу таких отрицательных особенностей должно быть отнесено и влияние лесных насаждений на грунтовые воды. Значение этого вопроса особенно велико для полупустынных районов, поскольку в комплексе мероприятий по их освоению и мелиорации лесомелиорации уделяется большое внимание. Значение роли леса тем более важно, что в литературе и на практике мы встречаем самые разноречивые мнения об этом факторе, нередко взаимоисключающего характера. Эти различные взгляды приобрели также широкое распространение в среде исследователей и практических работников, работающих в области изучения и освоения песков и песчаных пустынь.

Наиболее распространенной точкой зрения является та, что лес на песках истощает почвенно-грунтовые воды, тем самым постепенно подготовляя свою гибель. Такой взгляд, в частности для описываемых нами песков Нарын, неоднократно высказывался проф. Высоцким (1924, 1927) и другими (Дубянский, 1931). В своих рассуждениях проф. Высоцкий, совершенно верно указывая на факт накопления влаги обнаженными песками (в основном — инфильтрацией атмосферных осадков), отмечает, что окультивирование песков древесными породами приводит к истощению запасов почвенно-грунтовых вод и относительному понижению их уровня. В качестве доказательства этих положений автор ссылается на попытки лесоразведения на песках Нарын и др., которые окончились неудачно, якобы потому, что, по мере разрастания культур и исчерпания накопленных песками вод посадки стали высыхать и погибать. Взгляд этот получил

широкое распространение не только среди исследователей (Дубянский, 1931), но и в среде обширного круга местных практических работников, которые строили и продолжают строить свою практическую деятельность, исходя из вышеизложенных выводов. Это обстоятельство нередко являлось поводом к значительному сужению лесомелиоративных и лесокультурных мероприятий, иногда к почти полному отказу от таковых.

Влиянию лесного насаждения на грунтовые воды в литературе, особенно лесоводственной, уделено достаточно большое внимание. Тем не менее исследователи до настоящего времени не могут притти к определенному единодушному мнению. Объясняется это, повидимому, разнообразием изучаемых объектов, различием условий экспериментов, методики и пр. Однако среди всего этого многообразия мнений вырисовываются два противоположных взгляда. Первый, более распространенный, утверждает, что лес на равнинах иссушает глубокие почвенные горизонты и понижает уровень грунтовых вод (Энглер, Анри, Отоцкий, Высоцкий, Пирсон и др.). Второй взгляд отрицает понижение уровня грунтовых вод под лесом. Этот последний вывод сделан, главным образом, на основании работ Эбермейера в Баварии, который провел тщательные измерения глубины залегания грунтовых вод в лесу и вне леса, а также произвел подробные гидрогеологические съемки. Небезынтересно отметить взгляд и другого исследователя, Энглера, по данному вопросу (см. у Ткаченко, 1932). Он, на основании исследований в Швейцарии, пришел к заключению, что лес испаряет путем транспирации в 3—4 раза больше воды, нежели луг, поле и выгон, но зато на испарение воды непосредственно почвой лес расходует в три раза меньше, чем безлесное пространство. Отсюда он сделал вывод, что суммарный расход вод в условиях Швейцарии одинаков как на пространствах, покрытых лесом, так и лишенных леса (поле, луг и выгон). В то же время он констатировал, что верхние слои почвы в лесу влажнее, чем вне леса, и имеющее место понижение уровня грунтовых вод в лесах Индии он объяснял не испарением леса, а задержкой выпадающей воды в верхних почвенных горизонтах богатой органической массой и живым покровом под пологом леса. Иными словами, случаи понижения уровня грунтовых вод в лесу рассматривались Энглером не как результат испарения, а как результат задерживания и накопления воды в верхних почвенных слоях.

Наличие таких серьезных противоречий в данном вопросе показывает, насколько он сложен и как, стало быть, трудно его разрешать в общем виде без достаточной конкретизации. Однако совершенно бесспорным является факт, что уровни грунтовых вод вообще подвержены колебаниям. Более того: различают несколько видов колебаний, например, вековые, годовые и даже суточные (Е. Принц, 1932).[1] Некоторые исследователи ставят эти явления в зависимость от соотношения давления воздуха над и под грунтовыми водами, количества выпадающих атмосферных осадков, дефицита

[1] В Хошеутовских песках, по наблюдениям Томашевского (1931), колебание уровня грунтовых вод от весны к лету (III—VI) составляет 24 см.

насыщения и пр. Устанавливается соотношение, что чем больше выпадает атмосферных осадков и меньше дефицит насыщения, тем выше уровень залегания зеркала грунтовых вод, в обратном же случае — уровень грунтовых вод ниже; эти факторы подвержены иногда значительным колебаниям, что не может не сказаться и на глубинах залегания грунтовых вод. Особенно резко это явление проявляется в аридных условиях, где и количество осадков, и дефицит насыщения подвержены изменениям в достаточно широких пределах.

Понижение уровня грунтовых вод особенно заметно проявляется в засушливые годы. Если по имеющимся данным средняя величина колебаний в годы с нормальными осадками достигает величины 0.5—1 м, то в засушливые годы уровень грунтовых вод опускается на 3 м и больше (Е. Принц, 1932).

Несмотря на имеющиеся разногласия по данному вопросу, все же большинство исследователей склонно утверждать, что при прочих равных условиях лесная растительность обусловливает большее колебание уровня грунтовых вод. За последнее время имеется указания на недостаточную доказанность явлений понижения уровня грунтовых вод для всех лесных насаждений и в различных естественно-исторических условиях (Саваренский, 1935).

Нам представляется, что это явление должно рассматриваться в связи как с климатическими факторами, так и с влиянием лесного насаждения. Если роль первого из этих факторов в колебании уровня вод (при наличии благоприятного сочетания почвенно-грунтовых условий, рельефа, экспозиции и пр.) не вызывает особых сомнений, то значение второго из них в каждом конкретном случае может иметь различный характер. Здесь большое значение имеет и климат, и геологическое строение и почвенно-грунтовые условия, и особенности рельефа, водного режима местности, и характер самого лесного покрова и пр. Несомненно, как правильно отмечает проф. Ткаченко (1932), — «переносить целиком показатели этого влияния невозможно не только из одной страны в другую с несходными климатическими условиями, но даже в пределах одного района».

Во всяком случае, при прочих равных условиях, депрессии в уровне залегания грунтовых вод под лесом можно ожидать там, где она стоячая, «мертвая», т. е. в местах, где не имеется постоянного притока воды извне. Если же лес произрастает на пространстве с большими запасами и обильными подтоками грунтовой воды, т. е. если имеется налицо приток вод со стороны, то здесь характер и степень его влияния на грунтовые воды не всегда будет выражаться в заметных величинах. В таких случаях зеркало грунтовых вод под лесным насаждением иногда может оказаться даже выше нежели без него, как это указывают проф. Ткаченко и др. и что мы действительно наблюдали в песках Нарын в условиях котловин с древесными культурами.

Ограничившись этими общими замечаниями, перейдем теперь к рассмотрению данного вопроса применительно к нашим пескам, используя

чрезвычайно ограниченные, к сожалению, материалы, собранные нами в порядке внеплановых работ, и частично данные других исследователей, изучавших эти пески.

Известно, что на накопление воды в почве влияют в основном три момента: первый — проникновение ее в почву, второй — задержание воды и третий — расходование. Перевеянный песок, состоящий из более или менее однородных, отсортированных ветром частиц, обладает большой водопроницаемостью. Установлено, что водопроницаемость почвы при прочих равных условиях пропорциональна квадрату радиуса его частиц, и потому отсортированный песок пропускает влагу в три с лишним тысячи раз более, нежели глина (Дубянский, 1911). С другой стороны, подобный песок имеет чрезвычайно низкую влагоемкость, которая с повышением температуры еще больше понижается (Коссович). Так, по данным Томашевского (1931), влагоемкость песков нашего района выражается 18—20%.

Помимо того, отсортированный песок, вследствие почти полного отсутствия капиллярности, обладает чрезвычайно слабой водоподъемной силой. Она уменьшается при увеличении размеров песчинок и в песке с диаметрами в 2 мм водоподъемная сила почти отсутствует (Дубянский, 1911).

Все это в совокупности и создает особый водный режим песка. Вся влага, выпавшая на песок, чрезвычайно быстро всасывается, не образуя почти поверхностного стока, несмотря на расчлененный характер рельефа. Слабая водоудерживающая способность песка обусловливает проникновение влаги вглубь, где она, доходя до водонепроницаемых горизонтов и подчиняясь их рельефу, быстро стекает в более понижение места (Высоцкий, 1911—2).

Просочившаяся в песок влага, вследствие низкой водоподъемной силы, поднимается из водоносных слоев к верхним на незначительную высоту. Поэтому пески фактически тратят на физическое испарение только ту влагу, которая имеется в самых верхних горизонтах. По этой причине в песках на небольшой глубине всегда можно обнаружить влажные и даже водоносные горизонты, залегающие на водонепроницаемом пласте.

Пески, таким образом, даже в условиях весьма засушливого климата, накапливают огромные запасы грунтовых вод и, по выражению Высоцкого, представляют собой «магазины влаги».

Поступающая в пески влага выщелачивает их и, как видно из аналитических данных наших разрезов (табл. 39), выносит не только легко растворимые соли, но передвигает вглубь также труднорастворимые соединения извести, железа и пр. Вымывание этих последних обусловливает образование ортштейновых прожилок и прослоек, которые сплошь и рядом наблюдаются в песках. Выщелоченный песок, при наличии близкого залегания грунтовых вод, создает благоприятные условия для развития не только пышной травянистой растительности, но и древесно-кустарниковой. Особенно это явление имеет место в условиях понижений песков, куда смываются мелкозем и органические соединения, которые, воздействуя на поверхностные слои песка, увеличивают их влагоемкость и баланс питательных веществ.

Такое близкое от поверхности залегание грунтовых вод, благоприятствующее росту ряда древесных пород, включая черную ольху, наталкивает нас на необходимость выяснения источников пополнения запаса грунтовых вод. Выше было указано, что среднее количество ежегодно выпадающих атмосферных осадков в нашем районе достигает величин до 270 мм.

Естественно, что вся эта влага, при вышеописанных водных свойствах песков и при наличии весьма изреженной мозаичной растительности (в основном по котловинам бугристых песков), за очень малым исключением, просачивается в песок. И так как водонепроницаемые пласты залегают относительно неглубоко, то просачивающаяся влага идет целиком на увеличение запаса грунтовых вод.

Здесь следует отметить явление значительных колебаний количества осадков по годам, что не может не сказаться на уровне залегания грунтовых вод. Ниже приводятся данные метеорологических станций поселка Урды и б. Букеевского песчаного опытного поля (ашик Аймекен)[1] о количестве годовых осадков за последние несколько лет (табл. 41).

ТАБЛИЦА 41

Количество осадков в мм по годам

Пункты	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931
Букеевское опытное поле	нет наблюдений		156.5	180.5	122.7	нет наблюдений	
пос. Урда	343.8	286.9	170.5	197.9	114.7	196.9	289.5

Таблица показывает, что амплитуда колебаний атмосферных осадков по годам достигает значительных размеров. Если сопоставить эти данные с указанной выше цифрой среднего количества годовых осадков (270 мм), то получится, что отклонения от него в отдельные годы достигают от + 73 мм (1925 г.) и до — 155 мм (1929 г).

Вполне понятно, что подобного рода колебания в количествах поступающей в песок влаги не могут не оказать влияния как на колебание уровня грунтовых вод, так и на глубину их залегания. Следовательно, наблюдавшиеся случаи понижения горизонта грунтовых вод в песках Нарын следует рассматривать не только в связи с произрастающей на них растительностью, но и учитывая количество выпадающих осадков в отдельно взятые годы.

Второй источник образования воды в песках — это конденсационная влага, которая, повидимому, играет существенную роль в водном балансе песков. Экспериментальные данные по изучению конденсационной влаги

[1] Расстояние между этими метеорологическими станциями составляет около 30 км.

в песках к настоящему времени дали положительные, но довольно разноречивые результаты. Так, например, работы Лебедева для юга Европейской части СССР (Одесса) показали, что количество конденсационной влаги в этих условиях достигает 60—100 мм. Опытные работы Орлова для пустынных песков Кара-кумы (Репетек) установили, что количество этой влаги не превышает 24 мм. Наконец, исследования Томашевского в Хошеутовских песках Нижнего Заволжья, расположенных сравнительно недалеко от песков Нарын, показали, что конденсируемая влага здесь достигает 97 мм. Следовательно, если исходить из этих данных, то можно предположить, что путем конденсации в наших песках, характеризующихся благоприятным для этого механическим составом и метеорологическими условиями, должно образовываться значительное количество влаги, увеличивающей общие водные их запасы.

Наконец, в нашей работе мы приводили соображения различных исследователей, согласно которым на грунтоводный режим песков оказывают влияние и потоки грунтовых вод, мигрирующие с более возвышенных территорий, лежащих вне песчаного массива (Саваренский, 1935; Якубов, 1935).

Насколько нам известно, для нашего района более или менее детальных исследований и наблюдений по этому поводу не имеется. Тем не менее, у нас нет оснований отрицать возможность явления подтока подземных вод, поскольку описываемые пески отличаются исключительно благоприятным грунтоводным режимом, благодаря чему они выделяются среди всех остальных песков Заволжья своей своеобразной растительностью.

Обилие грунтовых вод при сравнительно неглубоком залегании (местами в котловинах, выходящих на поверхность песка) в виде плывунов и их опресненный характер позволяют полагать, что подземные потоки в наших песках, несомненно, могут иметь место и играть существенную роль в общем водном их балансе.

На основании буровых работ, произведенных в Урдинском районе летом 1931 г. гидротехником Антоновым, и наших шурфов и почвенных разрезов в котловинах бугристых песков и ашиков, мы нанесли на карте изобаты первого уровня грунтовых вод с горизонталями через каждые два метра (см. приложение, фиг. 32). Эта карта в достаточной мере отражает картину распределения грунтовых вод, направление возможного стока, глубину их залегания и пр. Карта показывает, что грунтовые воды в песках Нарын залегают неглубоко и очерчены изобатами с отметкой 0.8 м. Почти вся нижняя часть массива, прилегающая к хакской депрессии, не выходит за пределы изолинии с отметкой 2 м. Сближение изолиний, следовательно и понижение уровня грунтовых вод, ярко выражено в северной и западной частях массива, тогда как на востоке и особенно на юге интервалы между ними значительно больше и уровень вод не поднимается выше отметки 4 м. Это обстоятельство наглядно показывает линию возможных потоков грунтовых вод, идущих через южную половину массива Нарын по направлению к хакам.

Дебит воды, равно как и их количество, в песках Нарын имеет различный характер. По поводу дебита мы уже ранее указывали, что в песках и ашиках он значительно больше и в несколько раз превосходит таковые в окружающих супесчаных и суглинистых почвах. Если в первых приток выражается в 300—400 л/час, то в последних он не превышает 150, максимум 300 л/час.

В отношении качеств вод мы наблюдаем также своеобразную пестроту. Однако, за редким исключением, грунтовые воды песков и ашиков пресные (см. табл. 6 и 16 на стр. 32, 58), тогда как на окружающих пески степных, супесчаных и глинистых почвах они в той или иной степени засолены и местами горько-соленые.

Линзы засоленных вод в пределах песков Нарын обычно свойственны только ашикам, в то время как в бугристых песках они отсутствуют. Эти линзы приурочены, главным образом, к более пониженным местам ашиков — пятнам солончаков и такыров, которые являются внешними показателями присутствия соленосных вод. Наибольшее развитие подобные линзы приобретают на ашиках в восточной части массива: Так, ашик между дачами Джаскусс и Кандагаш имеет меньше засоленных пятен, нежели таковой между дачами Кандагаш и Мешет-кум. Повидимому, данное обстоятельство объясняется причинами близкого (островного) залегания засоленных морских отложений, что к тому же усиливается процессами испарения с поверхности супесчаных почв, покрытых в той или иной степени растительностью.

Остановимся несколько на вопросе миграции грунтовых вод в пределах самого песчаного массива. На возможность стоков грунтовых вод в пределах арен и за их пределами указывалось ранее Высоцким (1924), Томашевским (1931) и др. Высоцкий даже высказывал предположение, что соленые озерца и солончаки, встречающиеся внутри арен и по их окраинам, включая и хаки, суть образования, возникшие в местах скопления солей, вымываемых осадками из песков и привнесенных импульверизационными процессами. Томашевский, утверждая наличие подземного стока со стороны бугристых песков в ашике, отметил, что лугово-степной характер почв ашиков есть результат действия грунтовых вод бугристых песков на степные солонцеватые почвы ашиков.

Разделяя, в принципе, взгляды указанных авторов, мы скорее склонны признать наиболее вероятными взгляды Томашевского, считая, что стоки грунтовых вод оказывают существенное влияние на почвообразование ашиков. С другой стороны, мы не можем согласиться с Высоцким, утверждающим, что соленые озерца, солончаки и хаки есть только результат скопления вымываемых из песков солей и импульверизации. Несомненно, в этих явлениях существенное значение имеет и близкое залегание засоленных морских отложений, проходя через которые, пресные грунтовые воды засоляются и, испаряясь (физически и меньше физиологически), оставляют в виде осадков различные соли.

Таким образом, анализируя источники образования грунтовых вод, их количество и качество, а также водные свойства песков, мы приходим к заключению, что пески Нарын в достаточной мере обеспечены водой. Доказательством, помимо всего перечисленного, является произрастание на этих выщелоченных бугристых песках разнообразной естественной древесной растительности (включая ольху), а также искусственных насаждений, которые не свойственны и не привились на остальных песках Нижнего Заволжья — Хошеутовских, Александровских, Приморских и Синеморских (Томашевский, 1931).

Следовательно, являются спорными мнения и утверждения, что в результате облесения песков Нырын началось их иссушение, иссякание грунтовых вод, понижение их уровня и даже исчезновение, что и явилось якобы причиной усыхания посадок б. Нарынского лесничества и чуть ли не полного их краха (Дубянский 22). Никаких доказательств в подтверждение высказанных положений не приводилось. Единственным критерием служило колебание уровня грунтовых вод, а также априорные предположения и механическое перенесение на пески Нарын данных и выводов о понижении уровня грунтовых вод под древесной растительностью с других мест и других объектов, без учета своеобразия песков Нарын, условий их водного режима и характера произрастающей древесно-кустарниковой растительности.

Изучение растительности бугристых песков показало, что они, несмотря на «бедность» в необходимой пище — в форме доступных для питания солей, — обладают сравнительно богатой и разнообразной флорой. Бугристые пески Нарын являются в данной полупустыне почти единственным ландшафтом, где произрастает до 10 и более видов древесной растительности. Здесь прижились, растут и плодоносят целый ряд деревьев включая и плодовые, введенные культурой. Растут деревья чрезвычайно мозаично, в виде отдельных небольших разрозненных колков, занимая, главным образом, котловины между буграми.

Местами, где котловины соединяются между собой узкой невысокой перемычкой нагроможденного песка, естественные насаждения или культуры перекидываются за пределы одной котловины. Колки тополей с примесью ив, крушины и пр. кустарников нередко можно видеть и по склонам высоких бугров. Тополи и нарын-тал группами и единично растут даже на плоских вершинах бугров, образуя изреженные древостои и заросли. Наши подсчеты по нивелирным ходам показали, что соотношение между плоскими котловинами, занятыми древесно-кустарниковыми насаждениями, а также и травянистой растительностью, и буграми с их склонами выражаются как 1 : 2 : 3. Иными словами, площади вершин и склонов бугров, покрытые редкой растительностью или лишенные таковой, в 2—3 раза превосходят площадь заросших котловин. Наши исследования также показали, что древесные культуры растут и развиваются на песках не хуже, чем на более богатых почвах. Данные таксационных описаний тополей, сосны и ольхи и анализы хода роста (сосны и ольхи) показали, что они по

характеру, быстроте роста, а также количеству накапливаемой древесной массы мало уступают естественным насаждениям средней (сосна) и северной (ольха) частей Союза. [1]

Однако в некоторых котловинах обследованных дач, особенно в даче Джаскусс, мы наблюдали картину угнетенного состояния и подавленности роста естественных тополевых куртин и культур сосны, хотя условия роста этих насаждений ничем существенным не отличались от условий роста здоровых.

При ближайшем изучении причин, обусловливающих данное явление, выяснилось, что угнетенный рост и усыхание вызывается различными обстоятельствами. В отношении тополей они заключались в продолжительном стоянии дерева на корню после его физической спелости, с одной стороны, и в корнеутомлении вследствие неоднократных рубок — с другой. Как в том, так и в другом случае редко приходилось констатировать характерное для тополей вегетативное их размножение в виде отпрысков и пневой поросли. Угнетенность роста тополей прослеживалась нами в более молодых куртинках, но здесь причина заключалась в густоте как самого древостоя, так и подлеска из различных кустарниковых пород. Что касается сосновых культур, то наблюдавшееся их усыхание зависело исключительно от густоты посадок (0.5 × 1. 5—2 м) при полном отсутствии ухода за ними.

Таким образом из вышесказанного видно, что наблюдавшиеся случаи усыхания естественных куртин деревьев (тополи) и сосновых культур в песках Нарын ни в какой мере не увязываются с ходячей «теорией» гибели их от иссякания накопленных песками вод. Кстати, должен упомянуть, что при прочих равных условиях уровень грунтовых вод в котловинах с древесной растительностью нередко оказывается выше, нежели в котловинах без нее или с травянистой растительностью (см. профили «А», «В», «Е»—фиг. 27, 28, 31).

Однако эти наблюдения не говорят за то, что древесная растительность не иссушает почвенно-грунтовых вод. Несомненно, древесные насаждения своей десукционной деятельностью поглощают большее количество воды, но это потребление при данных грунтоводных условиях настолько незначительно, что едва ли оно оказывает существенное влияние на колебание его уровня. Во всяком случае наши многочисленные разрезы в различных дачах массива показали, что грунтовая вода под посадками залегает нисколько не глубже, чем в котловинах без них. Повидимому, это явление следует объяснить и восполнением убыли воды за счет горизонтальной подвижности грунтовых потоков.

Здесь небезынтересно отметить взгляды почвоведа Томашевского, занимавшегося выяснением этого вопроса в условиях песков Нижнего Заволжья. В своей интересной, но не свободной от неверных положений работе (1931) автор, на основании экспериментальных работ на Хошеутовских песках, пришел к заключению, что древесная растительность (осокорь) оказывает

[1] См. стр. 77 и далее.

огромное влияние на засоление грунтовых вод через влагопотребление и концентрацию растворов. В отношении бугристых песков Нарын Томашевский указывает, что они обильны пресной грунтовой водой и что древесная растительность (тополи, акация, ольха) оказывает здесь чрезвычайно слабое влияние на убыль и осолонение грунтовых вод. Более того, в песках с травянистой растительностью, согласно Томашевскому, грунтовая вода сохраняется постоянно и, несмотря на то, что бугристые пески свыше 35 лет находятся в полузаросшем состоянии, запасы влаги в них истощились лишь в слабой степени. В одном месте своей работы он указывает, что грунтовая вода в Рын-песках (пески Нарын — *Т. Я.*) очень обильна, хорошего качества и залегает на пресном грунте. Химические анализы воды под сосновой куртиной, производившиеся в 1914 г., а затем в 1918 г., обнаружили незначительное повышение ее солености, тогда как в других песчаных районах за 4 года в грунтовой воде произошло сильное повышение концентрации солей. Несмотря на то, что Рын-пески уже давно находятся в полузаросшем состоянии, «процесс иссякания грунтовой воды совершается медленно». На основании этого автор считает, что в Нарын-песках по низинам и котловинам вполне возможно лесоразведение, садоводство и виноградарство, тогда как в остальных песках Астраханской степи указанные мероприятия неприменимы. Повидимому, огромные запасы воды, установившийся уровень грунтовых вод на больших пространствах, компенсирующий убыль воды, мозаичность древесных колков позволяют полагать, что в нормальные по осадкам годы причины колебания грунтовых вод едва ли нужно усматривать в десукции древесных колков.

Скорее всего причины всяких отклонений в уровне залегания вод следует искать, главным образом, в колебаниях количества ежегодно выпадающих атмосферных осадков. Эти колебания для нашего района, как было указано выше, достигают значительных размеров. Более того, всякий дефицит влаги, даже за пределами песков, при наличии подземного потока, восполняющего водные запасы наших песков, может вызвать заметное колебание уровня грунтовых вод.

Следовательно, в условиях песков Нарын имеющее место частичное усыхание естественных древесных насаждений и культур в меньшей мере зависит от их чрезмерного влагопотребления и иссушения грунта, а больше от комплекса факторов, связанных с биологией древесных пород, и от отсутствия надлежащего ухода за культурами в прошлом.

Древесные посадки на песках своею жизнедеятельностью и разлагающимися органическими отпадами оказывают целый ряд воздействий на рыхлый песчаный субстрат.

Вопросы, касающиеся характера почвообразования, нами рассматривались выше. Здесь же мы кратко коснемся вопроса о влиянии древесной растительности на качество грунтовых вод. Данный вопрос, помимо известного теоретического интереса, имеет чрезвычайно важное практическое значение при установлении методов и приемов освоения песков. Имеются указания, что на некоторых песках даже Заволжья (Хошеутовские, Приморские и пр.) древесные посадки через влагопотребление истощают грунтовые воды, повышают концентрацию солей и засоляют воду, что, в конечном счете, приводит к гибели самих культур. Таковы результаты работ на вышеуказанных песках, где культуры парыпского тополя, осокоря, американского клена, белой акации, абрикоса, гледичии, шелковицы, лоха и др., спустя 7—10 лет, высохли на корню не только на вершинах и склонах барханов, но и в условиях более увлажненных низин. Причинами, вызвавшими гибель посадок, явились, по заключению Томашевского (1931), с одной стороны, понижение уровня грунтовых вод (под осокорью за 4 года — на 0.5 м) и, с другой, — их осолонение. Последнее автор подтверждает данными химических анализов почв до производства посадок и ко времени их усыхания или гибели (урочища Серте, Будан — Хошеуты, ур. Джиенали — Приморские пески и др.).

Следовательно, эти отдельные факты, требующие, может быть, дополнительных повторных наблюдений, говорят о необходимости большой осторожности при проведении лесомелиоративных мероприятий и учета всех возможных осложнений в росте культур по причинам засоления или понижения уровня грунтовых вод. Однако это последнее явление по указанным выше причинам не является характерным для песков Нарын. Что касается засоления грунтовых вод, то оно также, повидимому, проявляется в чрезвычайно слабой степени. Для подтверждения этого вывода ниже приводим данные анализов вод, заимствованные нами из материалов почвоведов Томашевского (1931) и Великанова (1933, по рукописи).

В табл. 42 даются результаты анализов грунтовых вод кудуков в песках дачи Джаскусс, лишенных растительности и покрытых сосновыми культурами.[1]

ТАБЛИЦА 42

Анализ грунтовых вод кудуков (по Томашевскому и Великанову)

Место кудука	В 1 литре воды содержится (в граммах)								
	Сухой остаток	Минер. вещество	Потери от прокалив.	Щелочность		Cl	SO_3	Mg	CaO
				HCO_3 общ.	CO_3				
Дача Джаскусс . .	0.150	0.086	0.064	0.0037	0.0	0.007	0.010	—	0.036
Там же в сосновой куртине . .	0.172	0.132	0.040	0.0049	0.0	0.018	0.022	—	0.036
Там же, сосновая культура. Глубина взятия образца 1.1 м	0.163	0.072	0.091	0.0044	—	0.017	0.034	0.012	0.018

[1] Минимальный возраст сосновых культур в окрестностях пос. Урды 15—20 лет. Следовательно, пользуясь этими данными можно судить о влиянии сосновых посадок на качество грунтовых вод за указанный период.

Из этой таблицы видно, что при общей слабой минерализации первого уровня грунтовых вод древесная растительность (сосна) значительно повышает их концентрацию. В данном случае процесс этот выразился в большом содержании органических веществ повышенной щелочности и увеличении количества хлористых и сернокислых солей. Следовательно, древесная растительность оказывает двоякое влияние на грунтовые воды: с одной стороны, она испаряет их своей физиологической деятельностью, а с другой, одновременно увеличивает их минерализованность. Однако степень проявления последнего процесса в условиях данных песков очень незначительна. Тем не менее, дальнейшее, более детальное выяснение этого вопроса, в связи с продолжительностью воздействия, характером древесной породы и пр. представляют огромный научный и практический интерес при освоении песков путем лесомелиорации и древоводства.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

Основные положения нашей работы и выводы по пескам Нарын могут быть сформулированы в виде следующих тезисов:

1. Огромные песчаные территории пустынного и полупустынного Нижнего Заволжья (около 4 млн га) в прошлом являлись ареной кочевого скотоводческого хозяйства с пастбищной системой использования растительных ресурсов. Решением партии и правительства Заволжье в ближайшем будущем должно быть превращено в мощную зерновую базу Союза. На ряду с этим выдвигается не менее актуальная проблема — создание животноводческой базы, путем вовлечения в хозяйственный оборот территорий, не предназначенных под земледелие. Решение этой задачи требует глубокого изучения природного комплекса песчаных ландшафтов, для того чтобы всесторонне и рационально использовать их природные возможности.

2. Пески в полупустынном и пустынном Нижнем Заволжье распределены неравномерно и сосредоточены, в основном, в его южной, части. Пески занимают значительные пространства в широтном и долготном направлениях и очень неоднородны не только по своим природным свойствам (генезис, почвы, растительность и пр.), но также и по практическим возможностям, путям и методам их освоения.

3. В течение ряда лет нами проводилось исследование песчаного массива, так называемых песков Нарын (Рын-пески), представляющего, в связи с предстоящими агро-лесомелиоративными мероприятиями в Заволжье, большой научный и практический интерес. Пески Нарын находятся, примерно, в центральной части Прикаспийской низменности, в границах Урдинского района Западного Казахстана.

4. Район песков Нарын по климатическим показателям относится к области полупустыни. Поверхностные породы района, представленные осадками хвалынского времени Каспийского бассейна, послужили материалом для образования песков и почвенного покрова. Общий рельеф местности — равнинный, полого спускающийся по направлению к Каспийскому морю и приближающийся в районе исследуемых песков к области отрицательных отметок. Гидрографическая сеть района песков представлена на западе небольшими речками Горькой, Бульдургенды, Кардонсала (с сетью незначительных притоков), которые впадают в хаки. Вода в этих речках — пресная лишь в период паводка. На ашиках, а также среди бугристых песков в западной окраине массива весной образуются отдельные открытые водоемы величиной до 2 км² и глубиной до 1—2 м. Питаются они атмосферными осадками, поэтому вода в них пресная, солонеющая при высыхании.

Грунтовые воды в песках Нарын залегают не глубоко и очерчены на карте изобатами с отметкой 0—8 м. Вода в песках пресная, но в ашиках нередко встречаются линзы засоленных вод.

5. В отношении генезиса песков Нарын существуют две гипотезы: 1) эоловая или «антропогенно»-эоловая (Муткетов, Палецкий, Яковлев, Доктепек, Аверьянов, Савич и др.) и 2) водная (древнеаллювиальная), считающая субаэральный и «антропогенный» факторы за вторичные явления (Томашевский, Якубов, Лебедев, Гаель). Сторонники древнеаллювиального происхождения песков подразделяются на два течения: а) речное (Томашевский, Гаель) и б) древнедельтовое (Лебедев, Ковда, Якубов). Считая данные пески древнедельтовыми отложениями, мы намечаем следующие основные фазы их эволюции: 1) аллювиально-аккумулятивную (с первоначальным слабым эродированием подстилающих морских отложений), 2) эрозионно-деструктивную, 3) субаэральную деструктивно-аккумулятивную и 4) современную («антропогенную»), каждая из которых протекала в определенных физико-географических условиях, с возрастающим влиянием роли человека в последней фазе.

6. В результате этих основных фаз эволюции пески Нарын в настоящем представлены двумя резко обособленными ландшафтами: а) б у г р и с т ы м и п е с к а м и и б) а ш и к а м и (равнинные песчаные степи). Оба ландшафта, имея форму лент шириной до 10 км, взаимно перемежаются, образуя макромозаичную картину массива песков.

А. Б у г р и с т ы е п е с к и подразделяются на следующие типы: 1) бугристые пески, 2) пологобугристые и холмистые пески, 3) мелкобугристые пески прихаксской полосы и 4) мелкобугристые пески придревнедельтовой зоны.

1) Б у г р и с т ы е п е с к и являются по площади основным типом песков Нарын. Они расположены в виде лент с направлением с СВ на ЮЗ протяжением до 50 км. Высота бугров достигает 6—8, реже 15 м. Грунтовые воды пресные и залегают в котловинах на глубине от 0.6 м и ниже. Пески палево-желтого цвета, не вскипают с HCl и не содержат моллюсков до горизонта грунтовых вод.

В механическом составе до грунтовых вод, вследствие их перевеянности, преобладают фракции мелкого песка (80—90%). Эти пески сложены из кварца (90% и больше), выщелочены до грунтовых вод и бедны органиче-

скими веществами. Слабые следы почвообразования и некоторое засоление почв отмечается в котловинах с растительностью. Растительность представлена различными древесно-кустарниковыми породами и травяным покровом (покрытие до 10—15%). Образование барханных элементов связано, главным образом, с разбиванием бугристых песков через скотосбой.

2) Пологобугристые и холмистые пески занимают полосу, переходную от описанных бугристых песков к ашикам. Бугры сглажены в своих очертаниях и достигают высоты 2—3, изредка 4 м. Грунтовые воды залегают на глубине 1.5—3.5 м. Формирование почв наблюдается, главным образом, в зарослях котловинах (рыхлопесчаные неразвитые почвы светлокаштанового типа) и в котловинах с растительностью (слаборазвитые песчаные почвы — оглеенные). Нередко под перевеянным песком встречаются погребенные почвы, а в понижениях — отложения лугового мергеля и ракушки. Пески эти могут быть отнесены к категории зарослых (покрытость 60—80%).

3) Мелкобугристые пески прихаксой полосы расположены вдоль северного побережья хаков в виде полосы шириной до 1—1.5 км. Образование этих песков связано, повидимому, с развитием хаксой депрессии. Мощность песков незначительная (не более 5 м). Подстилаются они коричнево-бурыми глинами с заключенными в них *Cardium, Dreissensia* и др. Сглаженные бугры достигают высоты 2—3 м, реже встречаются большей высоты. Песок палево-желтого цвета, мелкозернистый. Грунтовая вода залегает на глубине 1.5—3 м и имеет нередко солоноватый привкус. Слабые следы почвообразования намечаются в котловинах с растительностью. Растительность представлена единичными деревьями, кустарниками и травянистым покровом (покрытие 70—80%).

4) Мелкобугристые пески придревнедельтовой зоны расположены в виде полосы шириной в 5—7 км в западной части массива. Они залегают в зоне контакта основного типа бугристых песков и зональных каштановых супесчаных и суглинистых почв района. Современная форма поверхности этих песков связана с деятельностью человека. Пески эти незначительной мощности (не более 1 м в котловинах), подстилаются толщей засоленных суглинков и глин бурого и кофейно-коричневого цвета, выступающих местами на дневную поверхность. Рельеф сглаженно-бугристый, с высотой бугров до 2 м, иногда больше. Формирование почв наблюдается лишь в котловинах с растительностью. Грунтовые воды залегают в подстилающей пески глине (на глубине 2—2.5 м) и имеют солоноватый привкус. Растительность этих песков представлена единичными деревьями и древесными культурами (по котловинам), а также кустарниково-травянистым покровом (покрытие 60—80%).

Б. Ашики по своему внешнему виду имеют также форму лент и заключены они между лентами бугристых песков. Ашики отличаются от бугристых песков равнинной, слабовогнутой формой поверхности, слабым укло-

ном в сторону хаков и от краев по направлению к центру. Грунтовые воды залегают на глубине 1—3 м, пресные; в замкнутых понижениях вскрываются линзы засоленных вод.

В зависимости от характера рельефа, увлажнения, мощности песчаного слоя и пр. намечаются две основные группы почв: 1) почвы, образующиеся под влиянием атмосферного увлажнения (слабовыраженные светлокаштановые почвы), и 2) почвы, образующиеся под воздействием атмосферного и грунтового увлажнения, светлокаштановые почвы — оглеенные и луговые почвы, не засоленные или засоленные в различной степени. В целом, для почв ашиков, в отличие от бугристых песков, характерны: меньшее содержание фракций песка, значительная глинистость в глубину (до 20%), более глубокое простирание гумусовой окраски (до 0.5 м), засоленность почв некоторых типов, близкое залегание каспийской глины (с моллюсками), а также наличие в некоторых типах ашиков погребенных почв и скоплений лугового мергеля (до 0.5 м и больше).

Соответственно изменению почвенных условий изменяются и растительные группировки (разнотравная, злаковая, злаково-разнотравная, злаково-полынная, солянковая и др.), продуктивность травостоя и хозяйственное значение которых варируют в довольно широких пределах. Ашики, представляющие собой на территории песков ценные кормовые угодья, используются колхозами и совхозами, главным образом, путем сенокошения и в редких случаях как пастбища.

7. Лесокультурные работы на песках проводились Нарынским лесничеством (1890 г.), задачей которого являлась регламентация пользования растительностью песков, содействие естественному их зарастанию и производство агро-лесомелиоративных работ. Исследования древесных культур, заложенных в условиях котловин бугристых песков (сосна, ольха, белая акация, аморфа, желтая акация, пирамидальный тополь, яблоня, груша, вишня, тери и др.) показали их удовлетворительный рост. Данные анализов хода роста сосны и ольхи подтвердили, что эти культуры в 20—25 лет обладают вполне удовлетворительными количественными показателями и качествами, пригодными для хозяйственного использования.

8. Сравнительное изучение почвенных разрезов в котловинах бугристых песков — с древесной растительностью и лишенных ее — показало, что разрезы под культурами характеризуются: 1) более темноокрашенным профилем, 2) уплотнением песка и повышенным содержанием фракции песчаной пыли в верхних горизонтах, 3) обогащением песка солями (главным образом, хлористыми и сернокислыми), 4) повышенным содержанием гумуса и влаги в верхних горизонтах. Все эти процессы протекают медленно и зависят от характера растительности, продолжительности воздействия растений на песчаный субстрат и пр. Анализы песка под культурами ольхи показали значительно повышенное засоление, сравнительно с засолением под культурами сосны, а под естественными насаждениями тополя засоления не наблюдалось. Для разрезов в естественных насаждениях тополя

характерно несколько повышенное содержание гумуса с большей глубиной его проникновения, а в механическом составе — повышение песчаной пыли.

9. Пески Нарын отличаются большой водообеспеченностью. Колебания количества выпадающих атмосферных осадков нередко обусловливают отклонения в уровне залегания грунтовых вод. Спорным является утверждение, что древесные культуры, произрастающие на песках мозаично, вызывают истощение грунтовых вод и обусловливают этим свою гибель. Наши исследования показали, что подобная древесная растительность в условиях данных песков не оказывает заметного влияния на понижение уровня грунтовых вод. Наблюдающееся усыхание отдельных групп деревьев объясняется перестойностью, корнеутомлением (тополи) и густотой древостоя при отсутствии ухода. Данные анализа грунтовых вод под древесными посадками и вне их показали, что степень засоления вод под культурами (15—20-летнего возраста) очень незначительна и выражается она в повышении щелочности и увеличении количества, главным образом, хлористых и сернокислых солей.

10. Работы Букеевского песчаного опытного поля имели своей задачей изучение естественных кормов и разработку вопросов кормодобывания в целях улучшения сенокосно-пастбищных угодий ашиков. Работы станции установили, что кияк и кумаршик целесообразно культивировать на бархатных и разбитых бугристых песках (кияк давал урожай 50—60 ц на га). На различных типах ашиков посевы трав дали вполне удовлетворительные результаты. Урожай еркека, люцерны, солодки и др. составлял до 20—25 ц на га вместо естественной продукции в 2—3.5 ц. Наиболее подходящим сроком посева оказалась осень (отсутствие развевания почвы и подсекания всходов). Вследствие высыхания и засоряемости почв, культуры однолетних трав не дали положительных результатов. Исследования переваримости песчаных растений (донник, еркек, шагыр и пр.) показали, что они по качеству стоят наравне и выше хорошего лугового сена. Бахчевые культуры без полива и огородные, выращенные с поливом и уходом, на некоторых типах почв ашиков дали удовлетворительные результаты. Исследования огородов, заложенных на окраине бугристых песков гражданами пос. Урды, показали, что бахчевые и огородные культуры (поливные) в этих условиях дают вполне удовлетворительный урожай.

11. Наличие колхозов и совхозов открывает широкие перспективы планомерного и рационального использования природных ресурсов песков для развития основной отрасли хозяйства — животноводства. Следовательно, главной задачей является разрешение кормовой проблемы и проведение других хозяйственных мероприятий (древонасаждение, плодоводство, виноградарство и пр.), имеющих важное экономическое и мелиоративное значение. В бугристых песках кормовые возможности ограничены. Использование их в этом отношении должно происходить путем регулирования выпаса скота, частичного сенокошения и культивирования песчаных трав для получения сена и концентрированных кормов

и пр. Кроме того, в этих песках, в условиях влажных котловин, возможно и древонасаждение (сосна, тополи, ольха, белая акация, лох, местные ивы и пр.), плодоводство (яблоня, груша, вишня, терн), виноградарство и разведение технических растений (мелковица, солодка и др.).

Ашики, являющиеся основными сенокосно-пастбищными угодьями на территории данных песков, при рациональном использовании естественной растительности, надлежащих селекционных и агротехнических мероприятиях, а также введении новых ценных кормовых растений можно превратить в прочную высокопродуктивную кормовую базу района. Здесь в определенных условиях вполне возможно культивирование и таких растений (помимо местных), как кукуруза, сорго, подсолнух, суданка, фасоль, просо, бахчевые (арбузы, тыквы, дыни) и другие сельскохозяйственные культуры, вплоть до засухоустойчивых сортов пшеницы и ржи. В условиях ашиков при поливе вполне возможно разведение огородных культур (картофель, помидоры, лук и пр.), а также плодовых (яблоня, вишня и пр.), включая и виноград.

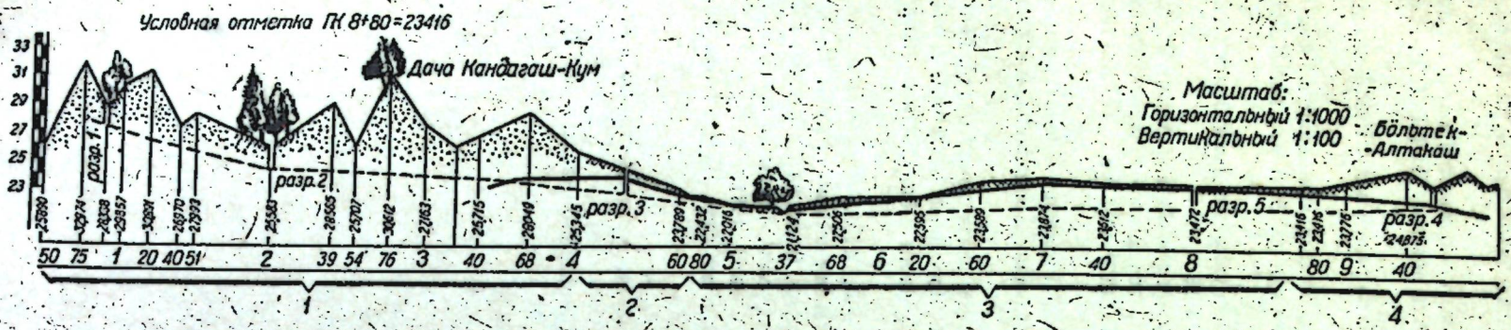
ЛИТЕРАТУРА[1]

1. Андрусов Н. И. О древних береговых линиях Каспийского моря. Ежегодник по геологии и минералогии, т. IV, вып. 1—2, 1900.
2. Андрусов Н. И. Акчагыльские пласты. Труды Геол. комит., т. XV, № 4, 1902.
3. Архангельский А. Д. Геологическое строение СССР. М.—Л., 1934, вып. II.
4. Архангельский А. Д. К вопросу об истории послетретичного времени в Низовом Поволжье. Труды Почвен. комит. Московск. об-ва сельского х-ва, т. I, вып. 1—3, 1913.
5. Богданов А. А. Соляные купола Нижнего Заволжья. Бюллетень Моск. об-ва испытат. природы. Новая серия, т. 42, отдел геологический, т. XII (3), 1934.
6. Богданов А. А. Новые данные по стратиграфии плиоценовых и постплиоценовых отложений Нижнего Заволжья. Бюллетень. Моск. об-ва испыт. природы, отдел геологический, т. XI, 1933.
7. Великанов Д. Н. Отчет Нижневолжской экспедиции АН СССР о почвенных исследованиях в 1933 г. (машинопись).
8. Высоцкий Г. Н. Лесоводные очерки. Зап. Белорусск. гос. ин-та сельск. хоз., вып. 3, Минск, 1924.
9. Высоцкий Г. Н. Почвообразовательные процессы в песках. Материалы к инструкции для исследования песков России, СПб., 1911.
10. Высоцкий Г. Н. Наши южные арены и проект их культуры, сельскохоз. журн. «Опытн. дело», № 1, 1927 г. Харьков.
11. Высоцкий Г. Н. О гидроклиматическом значении лесов для России. СПб., 1911.
12. Высоцкий Г. Н. Учение о лесной перетененции, Л., 1929.

[1] Обширный список литературы по данным пескам приведен в нашей работе (54).

13. Высоцкий Г. Н. О взаимоотношении между лесной растительностью и влагой преимущественно в южнорусских степях. Труды опытн. леснич., 1904, вып. II.
14. Гаель А. Г. Пески Букеевского опытного поля. Проблемы растениеводч. освоения пустынь, вып. 1, Л., 1933.
15. Геллер С. Ю. К геоморфологии некоторых песчаных образований Закаспийской области. Изв. Госуд. географ. об-ва, т. XIV, вып. 4—5, 1932.
16. Гумбольдт А. Ф. Центральная Азия, т. I, Москва, 1915.
17. Дубянский В. А. Исследование естественно-исторических условий произрастания сосновых культур. Труды по леси. опыти. делу в России за 1910 г., СПб., 1911.
18. Дубянский В. А. Исследование старых сосновых культур в им. Звягинцева. Труды по леси. опыти. делу в России. Отчет по леси. опыти. делу за 1910 г., СПб., 1911.
19. Дубянский В. А. Песчаная пустыня юго-восточных Кара-кум и пр. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, т. XIX, 1927.
20. Дубянский В. А. Песчано-пустынные пространства центрального Казахстана. Сборник «Казахстан», СОПС АН СССР, 1932.
21. Дубянский В. А. Характеристика угодий центрального Казахстана и т. д. Материалы совещания по центральному Казахстану. Труды СОПС АН СССР, серия Казахская, вып. 2, 1931.
22. Зон Р. Леса и воды. Тифлис, 1931.
23. Келлер Б. А. Растительность Каспийской низменности и вопросы более интенсивного с.-х. освоения последней. Труды Волго-Каспийской сессии АН СССР, т. I, 1934.
24. Ковда В. А. и Лебедев Н. Н. К новейшей истории Каспийской равнины. ДАН СССР, № 1, 1933.
25. Коссович П. С. и др. Пески Кара-кумы Закаспийской обл. Труды сельскохозяйственной химической лаборатории, вып. 7. Аналитические материалы за 1906—1908 гг., СПб., 1909.
26. Кунин В. Н. и Петров М. П. Материалы по геологии и морфологии района ст. Байрам-али — Репетек, Среди.-Аз. жел. дор. Изв. Гос. гидролог. институт., т. I, 1931.
27. Лебедев Н. Н. Эрозионные циклы Заволжья. Пробл. Волго — Каспия, т. I. Труды ноябрьск. сессии АН СССР, 1933.
28. Миддендорф А. Ф. Очерки Ферганской долины. СПб., 1882.
29. Можаровский. Труды сессии Волго — Каспия, т. II, 1934.
30. Морозов Г. Ф. Влажность почв под насаждениями Хреновского бора. Сельск. хоз. и лесвод., 1900, № 3.
31. Мушкетов И. Геологические исследования в Киргизской степи в 1884 г. Труды Геолог. комит., т. XIV, вып. 5, 1896.
32. Неуструев С. С. Элементы географии почв, М.—Л. 1931.
33а. Неуструев С. С. О почвообразовательных процессах в сыпучих песках. Материалы к инструкции для исследования песков России. СПб., 1911.
33. Никитин П. А. Четвертичные флоры Низового Поволжья. Труды комиссии по изучению четвертичного периода АН СССР, III, вып. 1, 1933.
34. Никитин С. А. Пески западного Прибалхашья. Труды Почвенного ин-та АН СССР, т. XI, 1935.
35. R. D. Oldham. A manual geology of India. Second edition, Calcutta, 1893.
36. Орлов М. М. Лесная вспомогательная книжка, Москва, 7-е изд., 1930.
37. Павлов. Труды об-ва испыт. природы при Харьковском университете, т. XIV, 1911.

38. Панферов В. Очерк кормовой площади Нижнего Заволжья. Журн. «Нижнее Заволжье», 1926, № 2—3.
39. Попов В. И. Материалы по истории древнего оледенения Памира, Бадахшана и Дарваза. Труды Всесоюзн. геолого-развед. объедин. НКТП СССР, вып. 242, 1932.
40. Православлев П. А. Каспийские осадки по реке Уралу. Изв. Донского политехн. института, 1913.
41. Православлев П. А. О значении вертикальных изменений в окраске песчано-глинистых пород в области нижнего течения рр. Б. и М. Узеней. Изв. АН СССР, № 16, 1918.
42. Православлев П. А. Каспийские осадки в низовьях реки Волги. Изв. Центр. гидрометеорологич. бюро, вып. 6, Л., 1926.
43. Православлев П. А. О новейших движениях земной коры между Волгой и р. Уралом в связи с изменениями уровня Каспийского моря. Проблемы Волго-Каспия. Труды Ноябрьской сессии АН СССР 1933 г., т. II, Л., 1934.
44. Принц Е. Гидрогеология, М.—Л., 1932.
45. Ралль Ю. и Худяков И. Распространение сусликов *Citellus pygmaeus* Pall. в песках западного Казахстана. Вестн. микробиол., эпидемиол. и паразитол., т. XII, вып. 3, 1933.
46. Рейнгардт А. Несколько слов о хронологической связи между оледенениями Кавказа и Каспийскими трансгрессиями. Зап. Моск. общ. Естеств № 1, 1932.
47. Савич В. М. Очерк флоры западной части Заволжских песков Астраханского края. СПб., 1910.
48. Саваренский Ф. П. Гидрогеология, М.—Л., 1935.
49. Спиридонов М. Д. К вопросу о происхождении песков Чагырлы на Усть-Урте. Очерки по фитосоциологии и фитогеографии. Сельхозгиз, Москва, 1929.
50. Томашевский И. И. Пески Астраханской степи. Труды по леси. опыти. делу. Центр. леси. опыти. станция, вып. X, Москва, 1931.
51. Ткаченко М. Е. Водоохранно-защитное значение леса. Журнал «На лесокультурном фронте», 1932, № 1—3.
52. Тюрин И. В. Курс почвоведения, М.—Л., 1933.
53. Эйхвальд Э. Полный курс геологических наук, преимущественно в отношении России, 1846.
54. Якубов Т. Ф. Пески Урдынского района Западного Казахстана. Труды Почвен. институт. АН СССР, т. XI, 1935.



Фиг. 27. Инструментальный профиль «А»

——— вскипание

— — — грунтовые воды

Почвенно-грунтовые условия и растительность

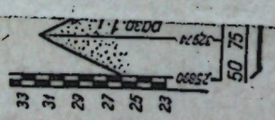
1.—Рельеф бугристый. Высота бугров превышает дно котловин на 6—8 м, реже 15. Грунтовые воды пресные на глубине 0.9—1.5 м (в котловинах). Мелкозернистые, палево-желтые перевеянные пески (до грунтовых вод). Почвообразование выражено очень слабо в котловинах с растительностью. Растительность древесная (группами по котловинам, единично и группами по склонам бугров) и редко-травянистая (*Populus*, *Alnus glutinosa*, *Elaeagnus*, *Rosa*, *Calligonum aphyllum*, *Salix caspica*, *S. rosmarinifolia*. *Artemisia arenaria*, *Elymus giganteus*, *Scirpus Holoschoenus*, *Calamagrostis epigeios* и др.). Покрытие среднее 10—15%. По котловинам древесные посадки (*Pinus silvestris*, *P. Laricio*, *Robinia*, *Alnus*, *Populus* и др.).

2.—Рельеф пологобугристый, высота бугров превышает дно котловин на 2—3 (4) м. Рыхлопесчаные неразвитые почвы светло-каштанового типа. В котловинах слабо развитые песчаные почвы — оглеенные. Грунтовая вода на глубине 1.5—2 м (в котловинах) — пресная. Местами в котловинах обнаруживаются погребенные супесчаные почвы, а также отложения мергеля с *Cardium* и *Dreissensia*. Растительность зеленополынно-разнотравная; в котловинах единичная древесно-кустарниковая и разнотравно-злаковая (*Populus hybrida*, *Salix rosmarinifolia*, *Rhamnus*, *Artemisia arenaria*, *Cenlaurea*, *Carex colchica*, *Agropyrus sibiricum*, *Koeleria glauca* и др.). Покрытие 50—60%.

3. — Рельеф плоскоравнинный, пониженный; микрорельеф кочковатый от дернин растений. Луговые засоленные легкосупесчаные почвы. Грунтовые воды слегка солоноватые на вкус на 0.8—1 м. Глубже 1 м почвы подстилаются оглеенной каспийской глиной с моллюсками—*Adacna*, *Monodacna*, *Dreissensia* и др. Растительность мятликово-белополынная (*Eragrostis arundinacea*, *Artemisia maritima* v. *salina*, *Agropyrum sibiricum*, *Agropyrum elongatum*, *Plantago maritima*, *Phragmites communis* и др.). Покрытие 80—85%.

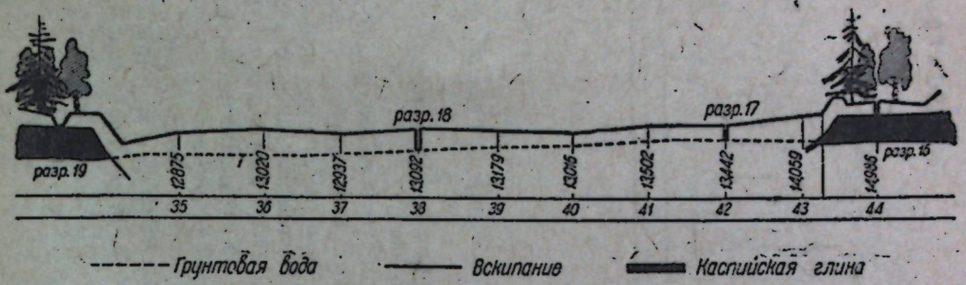
4.—Рельеф пологобугристый, высота бугров превышает дно котловин на 2—3 (4) м. Рыхлопесчаные почвы светлокаштанового типа. В котловинах слабо развитые песчаные почвы — оглеенные. Грунтовая вода на глубине 1.5—2 м (в котловинах) — пресная. Местами в котловинах обнаруживаются погребенные супесчаные почвы, а также отложения мергеля с *Cardium* и *Dreissensia*. Растительность зеленополынно-разнотравная, в котловинах единичная древесно-кустарниковая и разнотравно-злаковая (*Populus hybrida*, *Salix rosmarinifolia*, *Rhamnus*, *Artemisia arenaria*, *Centaurea*, *Carex colchica*, *Agropyrum sibiricum*, *Koeleria glauca* и др.). Покрытие 50—60%.

ПРИЛОЖЕНИЕ I



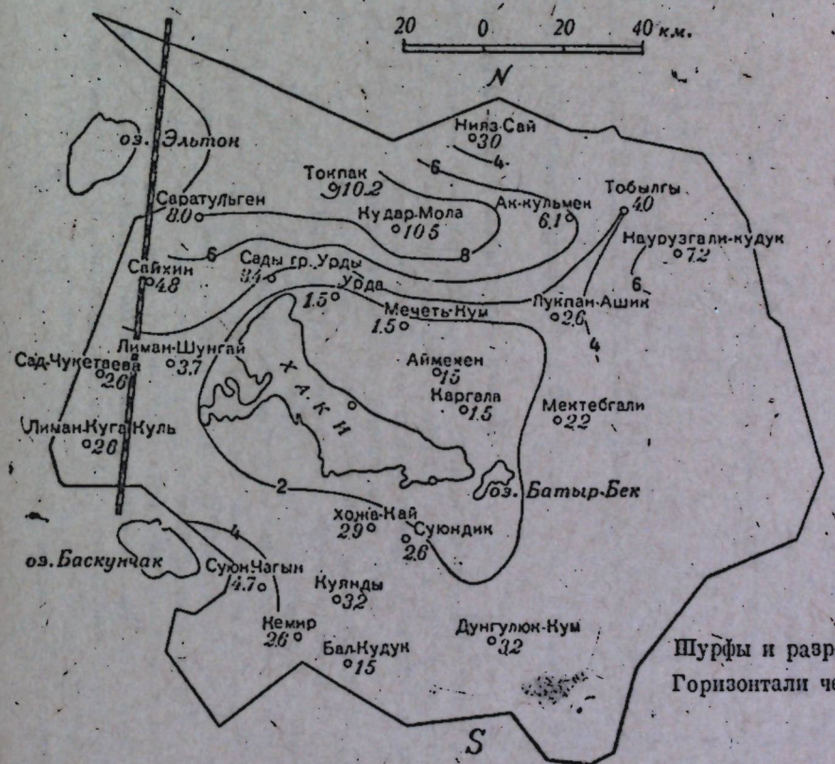
1.— на 6—8 (в кот пески (слабо в (группа и редко *Caligon arenaria epigeios* весные *pulus* и 2.— ловии и капитано почвы — вины) — бенные и *Drei* котлови злакова

ПРИЛОЖЕНИЕ IV

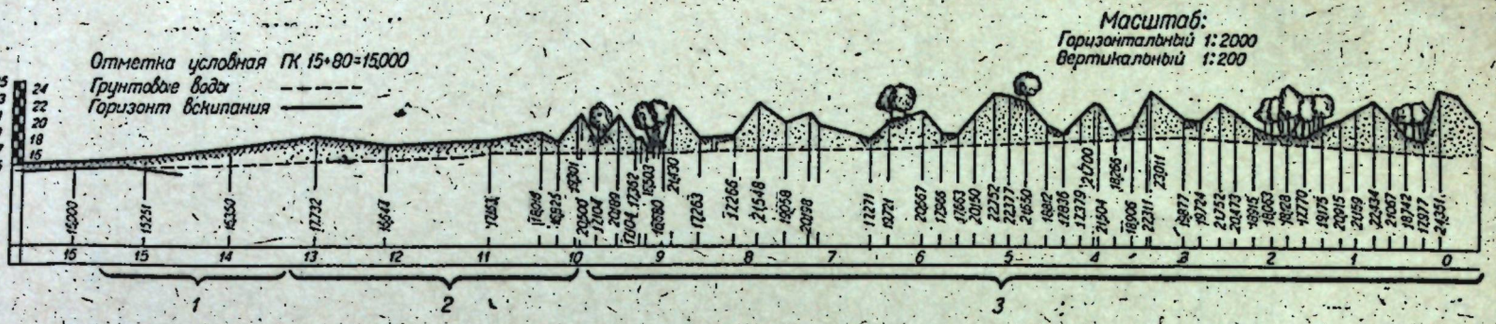


Фиг. 30. Профиль «D» к ЮЗ от Урды.

ПРИЛОЖЕНИЕ VI



Фиг. 32. Схематическая карта изобат первого уровня грунтовых вод песков Нарын.



Фиг. 31. Инструментальный профиль «Е».

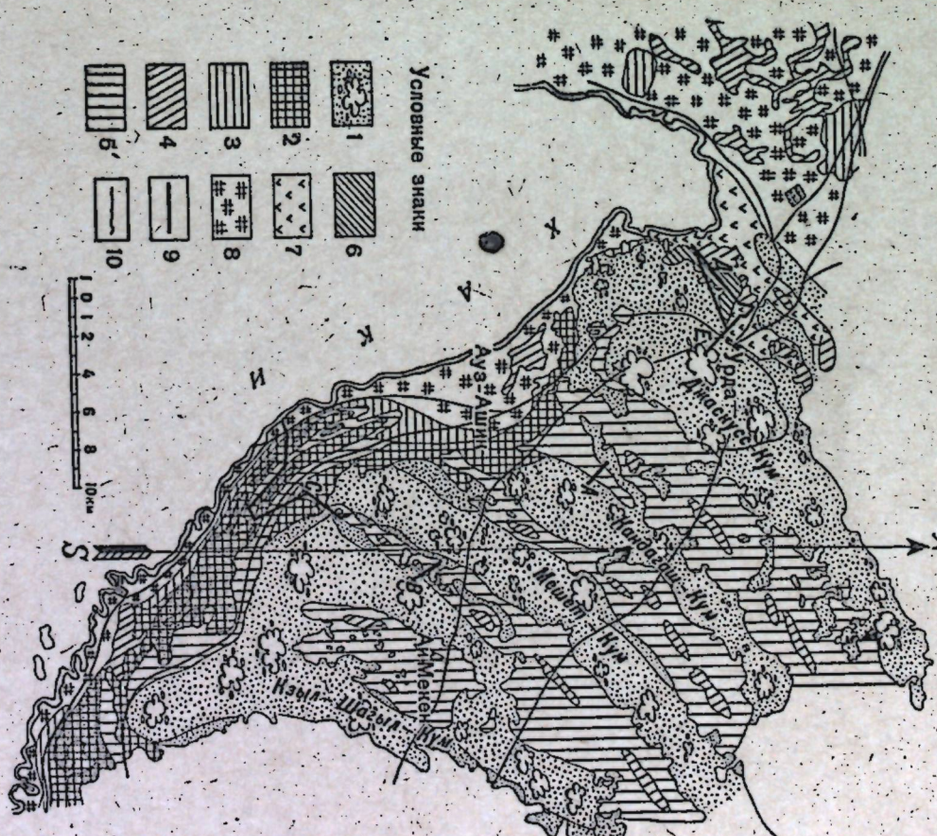
Почвенно-грунтовые условия и растительность

1. — Рельеф равнинный — пониженный. Микрорельеф кочковатый от дернин растений. Луговые, лугово-солончаковые супесчаные почвы и глинистые пески, подстилаемые на глубине 1.5—2 м мелкозернистым песком, содержащим ракушки *Cardium* и *Dreissensia*. Грунтовые воды на глубине 1.4—1.8 м слегка солоноваты на вкус. Растительность — *Plantago maritima* (фон), *Statice gmelini*, *Gipsophyla*, *Calamagrostis* и др. Покрытие 90—100%.

2. — Рельеф пологобугристый, высота бугров превышает дно котловин на 2—3 (4) м. Рыхло-песчаные неразвитые почвы светло-каштанового типа. В котловинах слабо развитые песчаные почвы — оглеенные. Грунтовая вода на глубине 1.5—2 м (в котловинах) — пресная. Местами в котловинах обнаруживаются погребенные супесчаные почвы, а также отложения мергеля с *Cardium* и *Dreissensia*. Растительность веленополынно-разнотравная; в котловинах единично древесно-кустарничковая и разнотравно-злаковая (*Populus hybrida*, *Salix rosmarinifolia*, *Rhamnus catharlica*, *Artemisia arenaria*, *Centaurea*, *Carex colchica*, *Agropyrum sibiricum*, *Koeleria glauca* и др.).

В понижениях древесные посадки (*Pinus silvestris*, *Robinia pseudoacacia* и др.). Покрытие 50—60%.

3. — Рельеф бугристый. Высота бугров превышает дно котловин на 6—8 м, реже 15 м. Грунтовые воды — пресные, на глубине 0.9—1.5 (в котловинах). Мелко-зернистые, палево-желтые перевеянные пески (до грунтовых вод). Почвообразование выражено очень слабо в котловинах с растительностью. Растительность древесная (группами по котловинам, единично и группами по склонам бугров) и редкая травянистая (*Populus*, *Alnus glutinosa*, *Elaeagnus*, *Rosa*, *Calligonum aphyllum*, *Salix caspica*, *S. rosmarinifolia*, *Artemisia arenaria*, *Elymus giganteus*, *Calamagrostis* sp. и др.). По котловинам древесные посадки (*Pinus silvestris*, *P. Laricio*, *Alnus glutinosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Populus* и др.).


Условные знаки
Нарын-Шадыр
Ашмекей-Нур
Нешит-Нур
Ащи-Ащи
Бурда-Ащи-Нур
Ащи-Ащи-Нур
Ащи-Ащи-Нур
Ащи

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

1938. ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА ИМ. В. В. ДОКУЧАЕВА. Том XVII

А. Н. РОЗАНОВ

ПЕСКИ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ

Ферганские пески представляют собой в настоящее время в полном смысле слова «бросовые земли», местами даже угрожающие своим поступательным движением культурным оазисам.

Проводимое сейчас переустройство орошения в Ферганской долине выдвигает проблему максимального хозяйственного использования этих «бросовых земель» и превращения их в культурные очаги социалистического сельского хозяйства.

Актуальность этой проблемы вытекает из факта большого народнохозяйственного значения Ферганской долины: Фергана является одной из главнейших хлопковых баз Союза; она обладает значительными водными ресурсами и открывает большие перспективы дальнейшему развитию ее производительных сил и использованию природных богатств.

Современное состояние песчаных массивов, явившееся в значительной степени следствием хищнического использования земельных богатств Ферганской долины, находится в полном несоответствии с состоянием орошаемой части земель. Сохранение этого несоответствия явно несовместимо с задачей социалистической реконструкции народного хозяйства Ферганской долины.

Ферганские пески необходимо рассматривать как часть природно-хозяйственного комплекса и, как один из элементов этого комплекса, они должны найти свое место в общем плане хозяйственного использования производительных ресурсов этой страны.

Разрешение поставленной задачи требует прежде всего исчерпывающих данных о естественно-исторических особенностях песков и материалов по вопросам сельскохозяйственного использования последних. В задачу настоящего очерка входит обзор современных данных о песках Ферганской долины. Некоторая их неполнота объясняется недостатком материалов по очень многим общим вопросам и — что особенно важно — полным отсутствием материалов, освещающих пути и методы сельскохозяйственного использования песчаных пространств Ферганской долины.

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Краткие сведения по геоморфологии и геологии Ферганы

Ферганская долина расположена между 40° 10′—41° 30′ сев. широты и 70 °15′—72° 20′ вост. долготы от Гринича.

По устройству поверхности она представляет межгорную долину, вытянутую в широтном направлении на протяжении 250 км. В средней части ширина ее достигает 140—150 км, в восточной 50—60 км, в западной всего лишь 10—15 км.

Абсолютная высота долины в западной части около 300—325 м, в центральной 375—400 м и в восточной 450—600 м. По тем же участкам долины, которые далеко продвигаются в область предгорий, высота увеличивается до 800—1 000 м.

Ферганская долина со всех сторон, кроме узкого 10—15-км прохода на западе, называемого Ферганскими или Ходжентскими воротами, окружена горными цепями. С севера и северо-запада долина окаймлена Чаткальским хребтом, на востоке Ферганским и на юге Алайским; в западном направлении долина непосредственно переходит в обширные равнины Голодной степи.

Горные хребты, окаймляющие долину, сложены породами различного генезиса и петрографического состава.

Высшие точки Чаткальского хребта и особенно его юго-западные отроги сложены изверженными породами (гранитами, сиенитами, гнейсами и др.), а центральная и восточная его части палеозойскими сланцами и известняками. Небольшое распространение здесь имеют также меловые и каменноугольные отложения. Однако лишь в немногих местах эти породы непосредственно контактируют с подгорными покатостями долины. Почти на всем ее протяжении долину окаймляет неширокое кольцо пород третичного возраста, представленных морскими и континентальными палеогеновыми и неогеновыми пестроцветными отложениями — соленосными и гипсоносными мергелями, песчаниками, глинами и конгломератами. В юго-западной части правобережной Ферганы из этих пород сложены небольшие хребты Акбель и Суле-тау, а в других местах они, большею частью, прикрыты не особенно мощным чехлом четвертичных отложений — лёссовидными суглинками и каменисто-галечниковым пролювием.

Ферганский хребет в основном сложен палеозойскими и юрскими сланцами и известняками; средние (по высоте) части хребта сложены породами мелового и отчасти каменноугольного возраста, а периферические, обращенные к долине нижние склоны представлены по преимуществу континентальными неогеновыми, относительно малосоленосными породами, причем последние почти везде прикрыты мощным чехлом лёссовидных суглинков и пролювиальных каменисто-галечниковых отложений.

Алайский хребет отличается от предыдущих большим разнообразием слагающих пород. Высшие его точки сложены породами различного возраста и состава — изверженными, палеозойскими, девонскими и силурийскими,

а более низкие — меловыми. Очень широкое распространение имеют здесь третичные соленосные и гипсоносные породы, поднимающиеся на северном склоне хребта до значительной высоты. Эта соленосная пестроцветная толща, лишь местами прикрытая четвертичными отложениями, и окаймляет долину с юга в виде широкой полосы.

Наличие такого кольца соленосных пород, особенно хорошо выраженного в южной периферии долины, где наиболее развита гидрографическая сеть, служит основной предпосылкой для широкого развития в равнинной части Ферганы засоленных почв и грунтов.

Равнинная часть Ферганской долины покрыта послетретичными отложениями. Исключение составляет очень узкая полоса между кишлаком Гумхана и переправой Чиль-майрам на левом берегу Сыр-дарьи, где над равниной возвышаются невысокие, сильно дислоцированные и эродированные небольшие хребты, сложенные теми же пестроцветными третичными породами, что и Ак-бель и Суле-тау. В настоящее время можно считать установленным, что все послетретичные отложения, покрывающие равнины Ферганы, — водного происхождения. В зависимости от механического состава и строения они подразделяются на три основные группы: пролювиальные, пролювиально-аллювиальные и аллювиальные. Кроме них, встречаются довольно большие площади, покрытые песками и лёссовидными отложениями.

Распространение пролювиальных отложений приурочено к погорным равнинным покатостям. К ним относятся сильно скелетные, большей частью щебнистые или хрящеватые, суглинки, подстилаемые на некоторой глубине каменисто-галечниковыми отложениями.

Пролювиально-аллювиальными отложениями покрыты нижние части склонов равнинных покатостей. Они представлены неслоистыми или неясно-слоистыми скелетно-песчаными пылеватыми суглинками и глинами.

Распространение речного и озерного аллювия приурочено к современным и древним речным террасам и озерным впадинам. По механическому составу аллювиальные речные отложения представлены пылеватыми суглинками, реже глинами, переходящими на различной глубине в супеси и серые пески с суглинистыми и глинистыми прослойками. К озерному аллювию относятся тяжелые заболоченные глины, на некоторой глубине сменяющиеся речными отложениями различного механического состава.

Лёссовидными отложениями покрыты небольшие площади в урочище Бус и в правобережной Фергане в районе Намангана. По механическому составу они относятся к мелкопылеватым палевым суглинкам, переходящим с глубины 4—5 м и более в супеси и пески.

Центральные части Ферганской низменности заняты песками, группирующимися в несколько массивов. Наиболее крупным из них является Каракалпакский, или пески Тал-кудук-кум. Он расположен на левом берегу Сыр-дарьи, в междуречье Сох-Сары-су. Второе место принадлежит присырдарьинским пескам, вытянутым в виде неширокой полосы вдоль левого берега от ур. Ащи-куль до железной дороги Коканд — Ленинабад. На правом берегу

Сыр-дарьи расположен Кайраккумский песчаный массив и небольшие песчаные гряды Джиты-тюбе. Отдельные небольшие группы песков встречаются и в других частях Ферганской долины, например, в низовьях конуса выноса Исфайрам-сая, в поймах рек Кара-дарьи, Нарына и Сыр-дарьи. Общая площадь песков исчисляется в 120 000 га, что составляет 10% к общей площади земель равнинной Ферганы.

Общая характеристика гидрографической сети

Среди других пустынных районов Средней Азии Ферганская долина выделяется значительным развитием гидрографической сети. Основной речной магистралью здесь является р. Сыр-дарья, прорезывающая долину с северо-востока на юго-запад. Она образуется из Нарына и Кара-дарьи, слияние которых происходит у кишлака Балыкчи. Сыр-дарья несет, по данным у ст. Запорожской, до 500 м³ в сек. и в пределах Ферганы течет под большим уклоном. Ее современная долина (пойма) неширока (1—5 км) и не везде одинаково выражена; древняя же ее долина распространяется в ширину на 8—15 км. Границы долины с остальной частью Ферганской низменности, образовавшейся при участии других рек и селевых потоков, расплывчаты и не всегда хорошо улавливаются на местности. Последнее объясняется двумя причинами: образованием мощных песков в полосе контакта между этими двумя геоморфологическими элементами, и перекрытием сырдарьинских отложений позднейшими наносами. В правобережной части Ферганы границы современной и древней поймы реки с остальной частью низменности выражены вполне отчетливо.

Река Нарын в пределах равнинной Ферганы протекает в отвесных берегах и только в низовьях, немного выше слияния с Кара-дарьей, образует довольно широкую и плоскую долину.

Кара-дарья почти на всем протяжении от Кампыр-равата протекает по хорошо разработанному руслу. Современная ее долина имеет ширину от 2 до 10 км, а древняя, по некоторым данным, распространяется далеко на запад. Имеется основание предполагать, что образование Сары-су и древнепойменный характер этого урочища связаны с прошлой деятельностью Кара-дарьи.

Другие реки Ферганского хребта—Майли-су и Кугарт — не имели большого самостоятельного значения в генезисе равнинной Ферганы. В настоящее время воды их почти целиком разбираются на орошение и лишь остатки сбрасываются в Кара-дарью.

Речная сеть Алайского хребта довольно многоводна и многочисленна. Наиболее крупными реками здесь являются Ак-бура, Исфайрам, Шахимардан, Сох и Исфара. В настоящее время русла этих рек хорошо обозначаются лишь в полосе предгорий. С выходом в долину они искусственно разделяются на массу каналов и, образуя своеобразные веера, утрачивают свое прежнее направление. Система этих рек Алайского хребта имела в прошлом громадное влияние на выработку рельефа долины. Стекая с больших высот, эти реки несли в огромном количестве взвешенный материал и отлагали его в равнине в виде скелетнопесчаных суглинков и глин, хрящеватых и галечниковых наносов.

Деятельности этих рек и приписывается образование мощных чехлов пролювиально-аллювиальных отложений в равнине и пролювиальных—в области предгорных покатостей.

Речная сеть Чаткальского хребта также очень многочисленна, но реки здесь маловодны. Главнейшими из них являются Чаадак-су, Гава-сай, Коксерек, Сумсар, Касан-сай и Паша-ата-сай. Их значение в образовании современного рельефа Ферганы относительно невелико по сравнению с тем громадным влиянием, которое имели в этом отношении Сыр-дарья, Кара-дарья и перечисленные реки Алайского хребта.

В генезисе рельефа и материнских пород Ферганы весьма заметная роль принадлежит орошению, которое ведется здесь в течение многих столетий. Орошение привело к значительному выравниванию поверхности путем планировки и аккумуляции ирригационных наносов по депрессиям рельефа. Кроме того, коренное изменение условий распределения и стока речных вод при искусственном орошении, с одной стороны, свело к минимуму эрозионную деятельность рек, а с другой вызвало перемещение областей аккумуляции от низовых участков долины, в настоящее время почти не орошенных, к верхним ее частям, где наиболее развито орошение. Этим объясняется, что целинные земли в равнинной Фергане сохранили до известной степени свой прежний ландшафт. Здесь хорошо сохранились остатки древних русел, отдельные участки речных долин, не занесенных песками, и даже отдельные представители растительности древесных тугаев, развивающиеся в настоящее время в состоянии крайнего угнетения (*Populus diversifolia* в ур. Сары-су). Совсем другое наблюдается на орошенных пространствах. Рельеф здесь характеризуется сглаженностью своих очертаний, при идеальной выравненности отдельных участков. Прежние русла рек, террасовые уступы и другие элементы долинного ландшафта прослеживаются здесь с большим трудом.

Некоторые данные по гидрогеологии

По гидрогеологическим условиям Фергана не является исключением среди других подобных ей межгорных долин Средней Азии. Все три основные для таких долин гидрогеологические зоны здесь выражены достаточно хорошо.

Зона инфильтрации поверхностных вод приурочена к области подгорных пролювиальных покатостей, окаймляющих со всех сторон долину. Грунтовые воды здесь залегают на очень большой глубине; минерализация их слабая; режим — устойчивый.

Зона выклинивания, или приближения грунтовых вод к поверхности, занимает нижние части склонов пролювиальных покатостей. Эта зона харак-

теризуется появлением значительного количества родников и общим высоким залеганием грунтовых вод. Минерализация грунтовых вод относительно невысокая. Вполне понятно, что эта зона наиболее типично будет выражена там, где существует мощный подземный сток, что зависит, в свою очередь, от размеров водных ресурсов в предгорьях. Наиболее благоприятное сочетание таких условий имеет место в южной части долины, чем и объясняется хорошее развитие здесь этой зоны.

Зона вторичного погружения грунтовых вод приурочена к более отдаленным от предгорий частям долины. К этой зоне относится почти вся область центральной Ферганы. Минерализация высокая: 3.5—5.0 г/л и больше.

В качестве особого гидрогеологического района выделяются долины рек, где гидрогеологический режим в основном определяется режимом реки.

Большие изменения в это построение гидрогеологического районирования вносятся существующей в течение многих сотен лет системой орошения. Сущность влияния орошения на гидрогеологический режим проистекает от исключительно большого пространственного развития фильтрующей поверхности. В связи с этим происходит увеличение размеров зоны фильтрации поверхностных вод, но кроме того по периферии орошаемых земель появляются новые зоны выклинивания, а зоны вторичного погружения территориально сокращаются. Динамика гидрогеологического режима под влиянием орошения испытывает коренные изменения, что существенным образом сказывается на процессах засоления и заболачивания почв и грунтов.

Исследованиями [1] установлено, что только сравнительно небольшая часть левобережной Ферганы, а именно центральные части песков Талкудук-кум, могут еще быть отнесены к районам, более или менее сохранившим свой прежний, естественный, т. е. бывший до орошения, гидрогеологический режим. Вся же остальная часть левобережной Ферганы, включая сюда и большие площади еще неорошаемых земель, находится под совокупным влиянием факторов естественного и антропогенного порядка, причем трудно сказать, что в этом режиме превалирует, — первые или вторые. Во всяком случае для многих районов можно с большим основанием говорить о преимущественном влиянии существующей системы орошения на гидрогеологический режим, если не во всем его объеме, то в той части, в какой он может отражаться на почвенных процессах.

Такие особенности гидрогеологических условий Ферганской долины служат одной из главных причин широкого распространения процессов вторичного засоления, возникших в результате воздействия на почвы и грунты существующей в течение многих сотен лет системы водопользования. В дальнейшем будут приведены факты, показывающие, что этим влиянием затронуты и многие песчаные массивы.

[1] Исследования производились автором в 1931 г.

Климатические условия

По климатическим условиям Ферганская долина относится к области пустынь (Макеева и др., 1933; Молчанов, 1934). Данные метеорологических станций Коканда, Ферганы, Ленинабада (Ходжента), Наманган и Андижана дают довольно полное представление о климате равнинной Ферганы. Особенно показательны для климатического режима песков данные метеорологических станций Коканда и Ленинабада (табл. 1). Характерные особенности климата — жаркое, сухое, продолжительное лето, довольно влажная и теплая, в ранее время, весна, сухая осень и относительно холодная зима. Средняя годовая температура от 13 до 14.8° С; средняя температура лета (июнь, июль, август) 24.8—29.1° С; осени 5.4—20.8°; зимы (декабрь, январь, февраль) минус 0.5—2.3° и весны плюс 7.6—23.4°. Максимальная температура в июле доходит до 42°С, а минимальная спускается в январе до минус 17.7° (Ленинабад) и минус 25.4° (Андижан). Годовое количество осадков от 91 мм (Коканд) до 220 мм (Андижан). Главная масса осадков выпадает весной и зимой; июль и август почти без дождей. Относительная годовая влажность воздуха очень низкая (45—65%); максимум ее приходится на зиму, а минимум на лето. Молчановым (1934 г.) [1] отмечается факт более ровного хода относительной влажности на станциях Ферганской долины, что он объясняет влиянием большого количества орошенных земель.

Безморозный период от 214 (Ленинабад, Фергана) до 236 дней (Наманган).

В связи с низкой влажностью воздуха, испаряющая способность почвы весьма значительна. Количество испаряющейся воды из почвы во много раз превышает поступление ее в виде атмосферных осадков. Годовая величина испарения в среднем доходит до 1700 мм в год, причем более $^2/_3$ этой величины приходится на теплое полугодие. Сильному испарению способствуют ветры, достигающие иногда исключительно большой силы. Преобладают ветры юго-западных румбов, меньше восточных, северо-восточных и западных, а еще меньше южных, северо-западных и северных румбов. В предгорной Фергане часты горные бризы, дующие днем вверх по склону, а ночью вниз, причем дневной ветер — теплый и сильный, а ночью — прохладный и легкий. Во многих местах подгорных районов западной Ферганы в холодное время года часто дуют фены, спускающиеся с гор и достигающие большой силы, а в низменной части — очень сухие и горячие ветры, носящие название гармсиль. Ветров, определяющих направление движения песков, по данным метеорологической станции в Коканде, в среднем бывает за год 101; почти все они юго-западных, юго-восточных и западных румбов.

[1] При всех ссылках в тексте на авторов см. прилагаемый список литературы.

ТАБ

Данные метеорологических набл

Название станций	Абс. высота в м	Средняя темп			
		I	II	III	IV
Ленинабад	370	—0.7	2.1	8.9	16.8
Коканд	—	—3.3	0.4	8.3	16.8
Фергана	585	—2.9	—0.1	7.4	15.4
Наманган	450	—2.3	0.1	9.2	16.7
Андижан	498	—2.2	0.5	7.5	15.5

Таким образом, по физико-географическим условиям ферганские пески занимают несколько особое место среди других песчано-пустынных районов Средней Азии. Особое их положение зависит от межгорного залегания долины, от распространенности в ее предгорьях соленосных пород, от специфических гидрогеологических условий. Все это вместе взятое не могло не отразиться на генезисе песков, их петрографическом составе, химизме, процессах засоления и т. п.

Не меньшее, а в некоторых отношениях, может быть, и большее значение имела интенсивная поливная культура, ведущаяся здесь с незапамятных времен. Влияние ее проявилось в двух направлениях: в изменении естественных гидрогеологических условий, что не могло не отразиться на водно-солевом режиме песчаных массивов, и в изменившейся, в связи с орошением, системе землепользования.

Высокая интенсивная культура в условиях мелкого индивидуального поливного хозяйства уже по самой своей природе представляла хищническое использование земельных богатств тех территорий, которые оставались неорошенными. Все внимание населения сосредоточивалось на небольших поливных участках, которые использовались очень интенсивно. Иначе обстояло дело с неорошаемыми землями равнинной Ферганы. При отсутствии правильно устроенной ирригационной сети эти территории являлись местами сброса дренажных и отработанных поливных вод, что служило причиной широкого развития здесь процессов вторичного засоления и заболачивания, распространившихся и на песчаные массивы. Увеличение поголовья крупного и мелкого скота, и общее сокращение пастбищ привело к почти полному уничтожению растительности на песках. Уничтожению растительности на песках много способствовало также вырубание кустарников на топливо, потребность в котором у оседлого населения оазисов была очень большая.

ЛИЦА 1

дений (температура и осадки)

ратура С° по месяцам								Средняя годо-вая	Осадки в мм				
V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		зима	весна	лето	осень	за год
22.6	27.4	28.9	27.5	21.3	13.2	7.2	2.0	14.8	38	63	15	27	143
22.4	26.5	27.8	26.0	18.0	12.7	5.0	0.7	13.4	35	31	12	13	91
20.9	25.7	27.4	25.6	19.8	12.2	5.6	0.6	13.1	53	65	16	31	165
22.1	26.3	27.6	25.7	20.7	13.5	6.9	1.2	14.0	62	71	16	41	190
21.4	25.5	26.8	25.1	19.7	12.3	1.1	0.6	13.2	75	84	20	41	220

Использование песков в таком направлении привело их в подвижное состояние, угрожавшее в ряде мест существованию самих культурных оазисов, о чем говорят нам многочисленные документы дореволюционного времени.

ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Пески Ферганы издавна привлекали внимание многих исследователей.

Первые сведения о песках можно найти в описании путешествия А. П. Федченко в 1875 году. В «Очерках Ферганской долины» акад. А. Ф. Миддендорф (1882) посвящает пескам специальную главу. В ней он рассматривает вопросы о происхождении песков, дефляции, рельефе, водном режиме, химизме, передвижении песков и их значении в общем хозяйстве Ферганы. В начале 90-х годов прошлого столетия некоторое время существовала специальная правительственная комиссия для разработки мероприятий по борьбе с передвижением песков Ферганской долины и по составлению программы их изучения (см. Готовицкий и Иванов, Изв. РГО, т. VIII, в. 2). Решение комиссии о необходимости постановки специальных исследований было проведено в жизнь В. П. Наливкиным, опубликовавшим в 1887 г. специальную работу под названием «Опыт исследования песков Ферганы». В этой монографии, не утратившей своего значения до настоящего времени, много места уделяется вопросам генезиса песков, условиям их передвижения и мер борьбы с ними. Приводится также ряд данных относительно петрографического состава песков, водного режима и растительности.

В дальнейшем, в истории исследования песков наступает продолжительное затишье. В период экспедиций быв. Переселенческого управления (1910—1913 гг.) изучению песков почти не уделялось внимания. Все внимание было сосредоточено на землях горных районов, предназначенных царским правительством для целей колонизации. К работам этого периода от-

носятся исследования С. С. Неуструева (1912), Г. И. Доленко (1913), В. П. Таганцева (1913) и др. Некоторые, но довольно отрывочные данные о песках можно найти в работах песчано-овражных организаций быв. Лесного департамента, в частности у Х. В. Готшалк (1915 г.).

Почти в таком же состоянии находился вопрос об исследовании песков и в период работ Отдела земельных улучшений (1914—1916 гг.). (П. Н. Мантейфель и А. Н. Розанов, 1926). Работы Отдела хотя и были сосредоточены в равнинной части Ферганы, но касались по преимуществу тех земель, которые предполагались к орошению. Тем не менее, в результате этих большей частью не опубликованных материалов (Розанов, 1926) были получены некоторые новые данные о характере песков Ферганы и уточнены границы распространения последних. С 1919 по 1931 гг. изучение песков производилось попутно при почвенных, почвенномелиоративных, геоботанических и гидрогеологических исследованиях, в которых принимали участие: В. П. Дробов (1922), А. Н. Розанов (1926, 1928, 1929, 1932), А. И. Иоффе (1929), М. А. Панков (1932), Б. С. Закржевский (1932, 1934), Ф. Ф. Мужчинкин (1932), О. К. Ланге (1933), В. А. Новиков (1931, 1932) и др. Материалы этих исследований, большей частью не опубликованные, позволяют составить достаточно подробную карту песчаных пространств Ферганы и дают много новых данных о генезисе песков, растительности и гидрогеологических условий песчаных массивов. Тем не менее, многие и очень существенные для характеристики песков вопросы (механический, химический и петрографический составы, водный режим, водные свойства, условия передвижения и др.) остаются слабо или почти не освещенными этими исследованиями. Почти отсутствуют новые данные о мерах борьбы с песками. Работающие в течение нескольких лет пескоукрепительные партии, хотя и накопили по этому вопросу некоторые материалы, но последние не появились в печати до сих пор. Некоторые данные о них можно найти в очерке С. Г. Заозерского (1934).

Как видно из предыдущего, изучение песков Ферганы производилось или под углом зрения борьбы с ними, или, как это наблюдалось в последние годы, велось попутно, без определенной цели. Вполне понятно, что такого рода исследования позволяют осветить естественно-исторические условия ферганских песков лишь в самых общих чертах.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕСКОВ ФЕРГАНЫ

Типы песков по формам рельефа

Классификация песков еще недостаточно разработана. В основу ее обыкновенно кладутся формы песчаного рельефа, как отражающие до известной степени характер их передвижения, генезис и степень закрепления растительностью. По формам рельефа ферганские пески могут быть подразделены на следующие пять основных групп: барханные, барханно-бугристые (барханно-грядовые), бугристо-грядовые, мелкобугристые и кучевые. К особым

формам песчаного рельефа относятся своеобразные «площади развевания» и «площади переметания».

Барханные пески встречаются в Фергане довольно редко и, главным образом, в районах наиболее энергичной деятельности ветра и там, где преобладают «активные» (Дробов) ветры одного направления. Барханные пески состоят из небольшого количества более или менее изолированно стоящих барханов, почти лишенных растительности. Барханы имеют характерную полулунную или, правильнее сказать, копытообразную форму. Наветренный склон очень пологий, а подветренный — крутой и осыпающийся. Концевые части наветренного склона вытянуты в виде рогов, причем один из них часто бывает или неразвит, или на много длиннее другого. С. Г. Заозерский (1935) описывает для Ферганы особые, редко встречающиеся барханы сигарообразной формы. Высота барханов 7.5—8.0 м; местами она снижается до 5 м. Ориентировка барханов различная: в западной Фергане с ЮЗ на СВ, в центральной и восточной встречается и с СВ на ЮЗ. Скорость барханов, по наблюдениям В. П. Дробова (1932), в западной Фергане значительная (до 40—60 м в год), а в восточной она, наоборот, очень невелика. Образование барханных песков приурочено к периферическим частям песчаных массивов, находящимся под сильным воздействием ветров господствующих румбов. Много способствует образованию барханов усиленная пастьба скота на песках и выкорчевывание кустарников на топливо. Барханные пески встречаются: на присырдарьинских отмелях, в Кайраккумском районе и по периферии песчаных массивов в западной Фергане, начиная от линии железной дороги до ур. Ащи-куль. В центральной и в восточной Фергане барханные пески изредка встречаются в районе урочищ: Дам-куль, Сары-су и Дивана.

Под влиянием встречных воздушных токов и меняющегося направления ветра, барханы соединяются, образуя высокие цепи барханно-бугристых (барханно-грядовых) песков. Барханно-бугристые пески состоят из сложного сочетания лощин и высоких песчаных бугров или гряд, имеющих в отдельных своих частях очертания барханов. Поэтому рельеф таких песков сильно пересечен и контуры его постоянно изменяются, равно как и направление ориентирующих склонов. На то и другое оказывают большое влияние не только меняющееся направление ветров, но и отраженные вихревые воздушные токи. Высота бугров над лощинами 3—4 м, а от основания 8.5 — 10 м, так же как и у барханов. Общая ориентировка барханно-бугристых песков — с юго-запада на северо-восток. Скорость передвижения неизвестна, но, повидимому, она ничтожна. Неблагоприятный гидротермический режим песков и почти постоянно деформирующаяся под влиянием дефляции поверхность мало способствует развитию в этих песках растительности. Барханно-бугристые пески редко встречаются в комплексе с другими типами песков или поверхностными образованиями (солончаками, такырами, заболоченными почвами и др.), представляя собой хотя и небольшие, но довольно однородные массивы. Главным районом распространения барханно-бугристых песков является центральная Фергана.

Бугристо-грядовые пески состоят из вытянутых по линии господствующих ветров длинных или укороченных песчаных гряд и отдельных бугров между ними. Между буграми и грядами располагаются лощины, часто с неровным бугристым рельефом. От барханно-бугристых песков эти пески отличаются меньшей изломанностью рельефа и относительно небольшой высотой, не превышающей 4—6 м. Встречаются также мелкобугристые пески высотою в 2—3 м, которые наблюдаются на слабо опесчаненных площадях и по периферии песчаных районов. Больших площадей бугристо-грядовые и мелкобугристые пески не занимают; чаще всего они комплексируются с солончаками, такырами, лугами, болотами и «площадями развевания». Благодаря относительно близкому залеганию грунтовых вод, эти пески почти всегда покрыты солончаковой растительностью.

Кучевые пески имеют вид невысоких (0.25—2.0 м) бугров, кос и гряд, образовавшихся при участии растительности. Больших площадей они также не занимают, располагаясь пятнами среди бугристо-грядовых песков, солончаков, такыров и заболоченных площадей. Главными районами распространения этих песков является западная Фергана и Кайрак-кумы. Кучевые пески в еще большей степени, чем мелкобугристые и бугристо-грядовые, покрыты солончаковой растительностью, корневая система которой нередко сплошь пронизывает тело бугра. В солончаковых районах кучевые пески часто комплексируются с глинистыми солончаковыми буграми эолового происхождения. Такие явления наблюдаются в районе ст. Веревкино и в ю.-з. части Кайрак-кумов.

К категории песчаных образований относятся также и «площади развевания», наблюдающиеся в районах очень сильной ветровой деятельности. В Фергане такими районами являются центральная часть Кайрак-кумов и левобережье Сыр-дарьи в районе переправ Наукат и Чиль-майрам. Площади развевания представляют сочетание:

1) глубоких (2.0 — 4.0 м) и мелких (0.5—2.0 м) рытвин или котлов выдувания;

2) глинистых и суглинистых площадей, часто с характерными формами ветровой коррозии на поверхности;

3) глинистых и суглинистых полуразвеянных бугров-останцов и

4) барханно-бугристых и бугристо-грядовых песков.

Местами в этот комплекс входят глинистые солончаковые бугры, носящие явные признаки эолового происхождения. В дальнейшем такие бугры, постепенно увеличиваясь в высоту, теряют связь с грунтовыми водами, обсыхают и, подвергаясь развеванию, дают начало образованию бугров-останцов, или «эоловых столбов» по Готшалку (1915). Причинами образования «рытвин выдувания» являются суффузионные процессы и дефляция, или то и другое вместе. Площади развевания встречаются в условиях глубокого залегания грунтовых вод. Растительность здесь почти отсутствует.

Наконец, в ряде мест подгорных покатостей в западной Фергане и в Кайрак-кумах наблюдаются небольшие «площади переметания». Последние представляют небольшие участки с большим количеством невысоких бугров песка около кустиков растений. Образование этих бугров происходит в результате дефляции песчано-галечниковых и др. отложений или же приноса песчаного материала с близлежащих песчаных массивов.

Цвет и петрографический состав песков

По окраске пески Ферганы далеко не однородны. Большинство исследователей указывают на серый и темносерый, почти черный во влажном состоянии, цвет песков центрального песчаного массива и на светлокоричневую или светложелтую окраску песков западной Ферганы. В Кайраккумском районе встречаются и те и другие пески, но преобладают светлокоричневые, а затем серые. Готшалк (1915) отмечает, что темносерый цвет песков вызывает интенсивное нагревание поверхности и эти неблагоприятные термические условия гибельно отражаются на развитии растительности в этих песках.

Наблюдения показывают, что цвет песков зависит от петрографического состава, а отсюда и от условий происхождения. Темносерые пески содержат большое количество биотита, роговой обманки и обломков темных сланцев. Такие пески встречаются почти исключительно в зоне влияния рек Сох и Исфайрама, несущих и в настоящее время сильно слюдистые песчаные наносы темного цвета.

Светлокоричневые и светложелтые пески обогащены полевошпатовыми породами и в общем территориально приурочены к современным и древним долинам Сыр-дарьи, Исфары и других рек. Указывается на образование светлокоричневых и светложелтых песков в результате дефляции коренных и третичных пород, слагающих периферическе части Ферганской долины (Готшалк и др.).

Серые пески в отношении петрографического состава занимают промежуточное положение, и образование их, повидимому, связано с деятельностью рек Кара-дарья, Нарын, Ак-бура, отчасти Сыр-дарья и др.

Кроме перечисленных минералов, ферганские пески, как и всякие другие в Средней Азии, содержат много кварца (35—50%), известняка (15—35%), иногда гипса, магнитного железняка (Готшалк, 1915) и даже самородной меди (в Кайраккумском районе: Розанов, 1929; Готшалк, 1915).

Окраска и петрографический состав песков зависит еще от условий, в которых происходило их отложение, а также от последующих процессов, которым они подвергались. На песчаных отмелях у кишлака Ходжи-ягона — пески серые, обогащенные темными минералами, в то время как в других местах той же долины преобладают пески светлокоричневой окраски. При близком залегании грунтовых вод, нижние горизонты песков почти всегда окрашены в сизовато-серые тона (признак оглеения) и часто переполнены массой мелких конкреций и выделений извести. По северной окраине Каракалпакского песчаного массива, в районе ур. Дам-куль, поверхность многих песчаных бугров и барханов бывает усыпана белой крупкой, состоящей из кристалликов гипса.

Механический состав песков

По механическому составу пески Ферганской долины относятся к мелкозернистым песчано-пылеватым. Фракция 0.50—0.05 мм в них преобладает и составляет 80—98%. Частицы крупнее 0.5 мм отсутствуют или содержатся в ничтожных количествах. Фракция мелкой пыли (0.05—0.01 мм) содержится в количестве около 1.0—6.0% и редко больше, а физической глины (<0.01 мм) от 0.5 до 3.5%.

Механический состав варипрует в зависимости от типов песков. Так, в механическом составе барханных песков сумма фракций мельче 0.25 мм содержится, по Мужчинкину (1933), в количестве от 89.7 до 99.5%, причем подавляющая часть ее состоит из частиц 0.05—0.25 мм; на долю же физической глины приходится от 0.5 до 2.5%. Бугристо-барханные пески почти идентичны по механическому составу с барханными, а бугристо-грядовые несколько более обогащены физической глиной и мелкой пылью. Обогащение тонкими фракциями хорошо закрепленных мелкобугристых и кучевых песков бывает иногда настолько ясно выражено, что поверхностные горизонты этих песков являются уже супесчаными. О количественной стороне этого явления оглинения песков можно судить по данным послойного анализа механического состава песчано-супесчаного бугра, закрепленного полукустарниковой и кустарниковой растительностью. Данные табл. 2 показывают, что в результате закрепления верхние слои этого бугра, по сравнению с нижними, содержат в 4—5 раз больше частиц <0.01 и 0.05—0.01 мм и в 1.5—3 раза больше частиц 0.1—0.05 мм; количество частиц крупнее 0.10 мм соответственно уменьшается. Механический состав кучевых песков в общем близок к механическому составу бугристо-грядовых песков и также варипрует в зависимости от закрепления их растительностью. Кучевые пески, незакрепленные растительностью, имеют механический состав очень близкий к механическому составу барханных и барханно-бугристых песков

ТАБЛИЦА 2

Механический состав песчано-супесчаного бугра из района ст. Веревкино (по данным Розанова)

Глубина в см	Количество частиц в % на абс. сухую навеску						
	>1.0 мм	1.0—0.5 мм	0.5—0.25 мм	0.25—0.10 мм	0.10—0.05 мм	0.05—0.01 мм	<0.01 мм
0—10	нет	нет	26.50	25.97	8.74	9.10	29.69
20—30	»	»	23.88	39.80	5.09	4.75	21.48
40—50	»	»	16.25	39.47	9.38	8.53	26.36
60—70	»	»	43.32	46.04	3.01	1.93	5.70

Соответственно изменениям механического состава изменяются и физические свойства песков — влагоемкость, водопроницаемость, порозность и др. Высокая водопроницаемость перевеваемых барханных и барханно-

бугристых песков заметно снижается в бугристо-грядовых и кучевых песках. Водоудерживающая способность изменяется в обратной зависимости, а воздухопроницаемость — в прямой. Количественного выражения этих свойств не имеется. Более резкие отклонения в физических свойствах наблюдаются в засоленных и загипсованных песках. Образование на некоторой глубине очень плотного гипсового горизонта сильно изменяет водопроницаемость и воздухопроницаемость песков в отрицательную сторону. Такие явления наблюдаются в Фергане довольно часто в зоне контакта песков со сбросными низинами.

Химический состав песков

Данных о химическом составе песков имеется очень мало. Почти единственным материалом по этому вопросу служат анализы песков проф. К. Шмидта, приводимые в монографии Миддендорфа «Очерки Ферганской долины» (1882). По этим данным ферганские пески характеризуются относительно невысоким содержанием SiO_2 (38—48%) и очень высокой карбонатностью, достигающей, в пересчете на углекислые соли кальция и магния, 36—37%. Характерно также относительно высокое содержание щелочей (3.0—3.5%), из которых половина или несколько большая часть приходится на калий. Из щелочноземельных оснований, входящих в состав силикатов, первое место принадлежит магнию, что объясняется большим содержанием в песках слюды. Полуторные окислы содержатся в количестве около 3.0—4.0%, но в некоторых случаях содержание их доходит и до 13% за счет сильного увеличения Al_2O_3.

ТАБЛИЦА 3

Валовой химический состав песков района Коканд — Яны-курган (в %) (по анализам К. Шмидта)

Состав	В частицах размером	
	0.1—0.3 мм	1.0—2.0 мм
Гигроскопическая вода	0.42	0.74
Гидратная вода	0.64	2.80
NaCl	0.02	0.06
$CaSO_4$	0.03	0.63
$Ca_3P_2O_8$	0.15	0.19
$MgCO_3$	3.12	3.72
$CaCO_3$	35.04	34.53
K_2O	1.59	2.09
Na_2O	1.52	1.40
CaO (силикатов)	0.01	0.09
MgO (то же)	4.16	1.96
Mn_2O_3	0.01	0.05
Fe_2O_3	1.14	2.47
Al_2O_3	2.66	10.51
SiO_2	37.86	38.36
Кварцевый песок, нерастворившийся в 33% HF	11.63	0.40
Сумма	100%	100%

Приводимые данные валового состава указывают на относительную бедность ферганских песков кварцем и на большое содержание в них полевошпатовых пород, слюд и других силикатов, но в особенности карбонатов. Нельзя также не отметить сравнительно большое содержание элементов питания растений — фосфора и, в особенности, калия.

Водорастворимые соли в барханных песках отсутствуют или содержатся в ничтожных количествах. Несколько больше этих солей в барханно-бугристых песках, особенно в тех из них, которые расположены среди солончаковых площадей или подвергаются явлениям импульверизации. Сильно обогащены хлористыми и сернокислыми солями закрепленные бугристо-грядовые и кучевые пески, которые в некоторых районах бывают настолько пропитаны солями, что представляют собой песчаные солончаки.

Известны также случаи загипсовывания песков. Такие явления наблюдались в барханно-бугристых песках ур. Дам-куль и Сары-су и сопровождались появлением на поверхности песков массы мелких кристалликов гипса или образованием на некоторой глубине очень плотных гипсовых горизонтов. Количество гипса в таких песках может достигать, по Миддендорфу (1882), 29.7%.

Водный режим песков и гидрогеологические особенности песчаных районов

Почти все исследователи, начиная с Миддендорфа, указывают на образование в песках с глубины 5—10 см устойчивого влажного горизонта, или «влажного ядра», по Наливкину (1887). На фоне крайне сухих глинистых такырных площадей, наличие в песках увлажненных горизонтов служит показателем специфических особенностей водного режима песчаных пространств Средней Азии. К сожалению, количественная сторона этого явления остается очень слабо освещенной. Исследования Б. П. Орлова (1928) над режимом влажности песков на ст. Репетек показывают, что количество влаги в барханных песках в бездождное время на глубине 20—80 см колеблется в пределах от 0.6 до 4.6%, т. е. не только выше максимальной гигроскопичности песков (0.3%), но часто превышает и максимальную молекулярную влагоемкость. Следовательно, можно говорить о наличии в песках, даже в наиболее жаркое время года, влаги доступной для растений. По его определению, запас воды в барханной цепи в мае исчисляется в 4.48 см, а в сентябре 6.42 см в двухметровом слое. Повидимому, эти величины влагонакопления могут быть отнесены и к ферганским пескам. Качественная же оценка влагонакопления в песках давалась многими исследователями и в большинстве случаев была положительной.

Миддендорф (1882) указывает, что «присутствие... влаги — явление общее и отнюдь не местное». По наблюдениям Наливкина (1887), а затем и Готшалка (1915), в барханах с некоторой глубины образуется «влажное ядро», форма которого повторяет до некоторой степени форму бархана. В пологой части наветренного склона влажный слой находится на меньшей глубине, чем на крутой и подветренной. Такое смещение объясняется Готшалком наеванием сухого песка к вершине бархана. Это указание является важным и должно быть учтено при мероприятиях по закреплению песков растительностью.

По мнению Мужчинкина (1933), питание подвижных песков, не нарушенных вмешательством человека, «происходит почти исключительно из атмосферы, путем инфильтрации атмосферных осадков и конденсации парообразной влаги».

Исследования Орлова Б. П. (1928) на ст. Репетек действительно показали, что источником влаги в песках, помимо атмосферных осадков, служит конденсация водяных паров воздуха в порах верхних слоев песка под влиянием суточных колебаний температуры. Далее им установлено, что процесс конденсации наиболее интенсивно протекает в барханной цепи и значительно слабее в котловинных, межбархайных понижениях. Тем не менее, влажность в этих понижениях часто может быть и более высокой вследствие перемещения влаги в пленочном состоянии и благодаря капиллярному поднятию при близком залегании грунтовых вод. Кроме того оказалось, что источником влаги в песках могут быть еще и водяные пары надповерхностного слоя, поглощаемые пересушенным песком.

Все эти наблюдения, произведенные на ст. Репетек, могут быть перенесены и в условия ферганской природной обстановки, так как по климатическим условиям район ст. Репетек мало отличается от района центральной Ферганы.

В действительности же гидрологические условия песков Ферганы являются более сложными. Причина этого заключается в специфических особенностях гидрогеологического режима Ферганской долины.

Исследованиями, произведенными автором в 1928—1931 гг., было установлено, что на современных гидрогеологических условиях Ферганской долины сказалось влияние длительного орошения и что это влияние распространяется далеко за пределы орошаемых земель. Интенсивность этого воздействия на почвы не везде одинаково выражена и приводит к различным последствиям. Это обстоятельство дает основание различать в Ферганской долине (левобережной ее части) несколько почвенно-гидрогеологических районов.

К первому району относятся центральные части оазисов равнинной Ферганы, наиболее обеспеченные водой. Они характеризуются относительно неглубоким залеганием грунтовых вод, слабой или сравнительно невысокой минерализацией (1—8 г/л) и довольно устойчивым режимом. Наибольшая глубина залегания приходится на октябрь — май месяцы, а наименьшая на июнь — сентябрь, т. е. на период наиболее усиленной транспирации воды культурными растениями. Пески в этом районе встречаются очень редко и лишь в виде отдельных песчаных невысоких бугров.

Ко второму почвенно-гидрогеологическому району относятся периферические части оазисов, относительно мало обеспеченные водой. Грунтовые

воды в период минимума (т. е. в период наиболее глубокого залегания) находятся здесь на относительно небольшой глубине (август — ноябрь месяцы). Годовая амплитуда значительно повышается. Минерализация грунтовых вод пестрая. Целинные земли в этом районе почти сплошь заняты солончаками и характеризуются еще большей глубиной залегания грунтовых вод, более резкой амплитудой колебания их уровней, а также высокой минерализацией. К этому району приурочено распространение довольно значительного количества бугристо-грядовых, реже барханно-бугристых песков. Высокое залегание грунтовых вод в некоторое время года не остается без влияния на водносолевой режим песков. Поэтому во многих песках здесь можно наблюдать явления сильного засоления, что указывает на интенсивно протекающие процессы капиллярного перемещения водносолевых растворов.

Третий почвенно-гидрогеологический район включает земли, занимающие периферию культурных оазисов. Грунтовые воды здесь характеризуются высокой амплитудой колебания и часто очень высокой минерализацией. В весеннее время и в период усиленного сбрасывания отработанных поливных вод депрессии рельефа бывают залиты водой. Почвы сильно засолены. Это — район значительного развития песков, которые большей частью засолены, не исключая даже и высоких барханных цепей, что также указывает на большое участие в водном режиме этих песков грунтовых и сбросных вод.

К последнему, четвертому, району относятся наиболее удаленные от орошаемых площадей территории, или так называемая область вторичного погружения грунтовых вод. В этот район входят центральные части Тал-кудук-кум и песчаные массивы правобережной Ферганы в Кайраккумском районе. Прямое или косвенное влияние орошения здесь либо совершенно исключено (Кайрак-кумы), или сказывается очень слабо (Тал-кудук-кум). Поэтому режим, глубина и минерализация грунтовых вод здесь не нарушены еще вмешательством человека и отображают более или менее естественное состояние. Грунтовые воды залегают на более значительной глубине и имеют относительно устойчивый режим. Минерализация их несколько понижается по сравнению с предыдущим районом, но все же продолжает оставаться довольно высокой (1.5—15.0 г/л). Очень высокая минерализация наблюдалась в песках Кайраккумского района (10.0—20.0 г/л), что объясняется близостью залегания третичных соленосных пород (горы Супе-тау и Ак-бель), у подножия которых вскрываются соленые родники.

Соответственно рассмотренным гидрогеологическим условиям изменяется водный режим песков, а в связи с этим — степень и характер их засоления. Необходимо однако указать, что процессы засоления проявляются не везде одинаково и не в такой степени, как в мелкоземистых (глинистых и суглинистых) почвах. Это объясняется сравнительно невысокой капиллярной способностью песков. Поэтому кучевые и мелкобугристые пески наиболее полно отражают все изменения в водном режиме и минерализации грунтовых вод. В бугристых же, а тем более в барханно-бугристых песках, влияние гидрогеологических условий сказывается главным образом на межгривных понижениях и на нижних частях склонов бугров, причем в ряде случаев это влияние проявляется резко и приводит к образованию очень пестрых по засолению районов. В то время как вершины бугров и барханов остаются незасоленными, нижние части их склонов и лощины носят признаки сильного засоления и загипсовывания. Подобные явления выражены тем сильнее, чем выше находится уровень залегания грунтовых вод и выше амплитуда их колебания.

Почвообразовательные процессы в песках

Почвообразовательные процессы в песках Ферганской долины с естественным водным режимом, как и в других песчаных районах Средней Азии, развиты слабо. Подвижность и специфический гидротермический режим песков мало благоприятствуют поселению и развитию на них растительности. Но на тех участках, где по тем или иным причинам песок теряет свою подвижность и закрепляется растительностью на продолжительное время, профиль верхних слоев песчаных толщ на глубину 70—100 см приобретает явно дифференцированное строение со всеми присущими почвенному образованию признаками. Чаще и лучше всего эти процессы можно наблюдать на твердых участках песков, заросших плотным покровом ранга (*Carex physodes*). Почвы в этих случаях приобретают черты светлых сероземов следующего строения:

Горизонт А, 0—5 (7) см. Дерновый, светлосероватой окраски, чешуевидно-пластинчатого строения; книзу намечается слабая комковатость.

Гор. B_1, 5—15 (7—20) см. Светлее предыдущего, более плотного сложения.

Гор. B_2, 15—40 (20—50) см. Еще более светлой окраски, рыхлый или очень плотный песок с серовато-белесоватыми пятнышками карбонатных выделений и др. веществ.

Гор. С, 40—60 (50—80) см. Плотный сцементированный песок с серовато-белесоватыми выделениями карбонатов и др. веществ.

Глубже идут более рыхлые слои песка, нередко содержащие гипс.

По анализам, приводимым в работах Розанова (1930), Никитина (1934) и др., песчаные серозёмы содержат в верхних горизонтах повышенное количество пылеватых частиц и глинистой фракции, а также и гумуса. Содержание последнего в гор. А составляет 0.5—1%, доходя в самой верхней его части даже до 1.5%.

Содержание CO_2 в глубину сначала повышается, а затем падает, что указывает на образование на глубине 20—60 см довольно хорошо выраженного (аналитически, а иногда и морфологически) карбонатного горизонта. Количество CO_2, однако, подвержено большим колебаниям (1—9%), в зависимости от происхождения и минералогического состава песков. По Никитину (1934), содержание CO_2 в подвижных песках меньше, чем в неподвижных.

Количество водорастворимых солей очень невелико, от 0.04 до 0.06%. Щелочность 0.035—0.045% в HCO_3 и по преимуществу кальциевая. Характерная морфологическая особенность этих песчаных сероземов, а именно, наличие уплотненного горизонта, не получила пока надлежащего объяснения. По мнению некоторых исследователей (Розанов, 1930), цементация песчаных слоев, помимо других причин, связана с участием аморфной кремнекислоты, с процессами окремнения. На возможность этих явлений в песчаных пустынях имеются указания у Прасолова (1926), Димо (1925) и Ферсмана (1926).

Песчаные сероземы такого строения пока еще не были обнаружены в Ферганской долине; если они там и встречаются, то, повидимому, очень редко, имея весьма ограниченный ареал распространения. Наиболее вероятным их местонахождением являются песчаные гряды в районе кишлаков Даудук — Гур-тепе.

Довольно часто встречаются песчаные сероземы с менее развитым профилем строения («рыхлопесчаные сероземы» у Димо, Никитина и др.). Такие почвы распространены в области развития слабо закрепленных песков и представляют поверхностные образования, слабо затронутые почвообразовательными процессами. Профиль строения таких сероземов представляется в следующем виде. Сверху до глубины 3—5 см залегает слой рыхлого песка, почти не отличающийся по механическому составу от типичного барханного перевеваемого песка. Глубже следуют несколько более уплотненные горизонты, содержащие, по сравнению с верхними, повышенное количество пылеватых и глинистых частиц. Глубина распространения этого горизонта не более 15—30 см; за ним следуют слои типичного перевеянного песка. Карбонатные и гипсовые горизонты в таких рыхлопесчаных сероземах почти не выражены. Содержание гумуса около 0.5—0.6%. В отношении содержания CO_2 и водорастворимых солей эти почвы не отличаются от типичных песчаных сероземов в том случае, если последние не засолены. Районами распространения рыхлопесчаных сероземов в Ферганской долине являются барханно-бугристые пески, где они встречаются в виде небольших пятен на наиболее закрепленных растительностью участках.

Если бы представилась возможность нанести на карту отдельные пятна таких песчаных и рыхлопесчаных сероземов, то занимаемая ими площадь была бы ничтожно малой величиной по сравнению с общей площадью не только всех песков, но и тех районов, где эти почвы встречаются.

Более значительное распространение в Ферганской долине имеют засоленные разности этих сероземов. Главным районом развития засоленных песчаных почв являются бугристо-грядовые и мелкобугристые пески левобережной Ферганы, находящиеся под влиянием действия грунтовых и сбросных вод. Засоленные разновидности песчаных сероземов характеризуются повышенной влажностью, присутствием, хотя и в небольшом количестве, солевых выделений, несколько увеличенным содержанием перегноя и рых-

лым сложением. Растительный покров обогащается присутствием различных галофитов (*Tamarix Pallasii*, *Kalidium caspicum*, *Karelinia caspica*, различные виды *Salsola* и *Suaeda* и др.) и полыни (*Artemisia ferganensis*). Засоление вызвано NaCl, Na_2SO_4, $MgSO_4$ и гипсом. Степень засоления часто бывает высокой и сопровождается образованием морфологически хорошо выраженных солевых горизонтов.

В своем дальнейшем развитии эти сероземы переходят в супесчаные солончаки, содержащие свыше 1% солей в поверхностных слоях. Главным районом распространения таких солончаков являются периферические части культурных оазисов, относящиеся к третьему почвенно-гидрогеологическому району. Солончаками здесь покрыты не только площади с глинистыми и суглинистыми грунтами, но и кучевые и мелкобугристые пески. Растительность носит типично выраженный солончаковый характер. Особенно сильному засолению в таких районах подвержены кучевые пески. О его размерах можно судить по данным анализов (Розанов, 1926) одного солончакового бугра (табл. 4).

ТАБЛИЦА 4

Анализ солончакового бугра; разрез № 50 (зап. Фергана)

Глубина в см	Частиц < 0.01 мм, %	В водной вытяжке содержится (в %)			
		Сухой остаток	Общая щелочность в HCO_3	Cl	SO_4
Корочка	—	13.680	0.090	0.903	8.336
5—15	27.45	3.672	0.028	0.886	1.824
20—30		3.112	0.026	0.630	1.637
43—53	21.22	3.389	0.021	0.309	1.848
70—80	28.17	2.759	0.022	0.263	1.490
100—110	54.75	2.117	0.026	0.222	1.292

Значительное распространение имеют также загипсованные супесчаные и песчаные сероземы и гипсовые солончаки. Главным районом распространения таких почв является область барханно-бугристых и бугристо-грядовых песков, расположенных в зоне влияния сбросных вод. Географически они приурочены к пескам, окаймляющим периферические части озера Дам-куль и впадины ур. Сары-су. Гипсовый процесс здесь достигает максимального выражения и местами приводит к образованию плотных загипсованных песков с мощным гипсовым горизонтом или гипсовых конкреций и кристалликов в толще и на поверхности перевеваемых песков. Об интенсивности этого процесса гипсонакопления в Ферганской долине можно судить по описанию следующего разреза (разр. № 19, 1931 г.), расположенного в районе ур. Дам-куль среди песчаных бугров, окаймляющих прибрежные части озерной впадины.

Склоны песчаных гряд и бугров, где был расположен разрез № 19, закреплены растительностью, главным представителем которой является *Heliotropium dasycarpum*.

Поверхность довольно плотная, трещиноватая, бугорковатая от большого количества гипсовых выделений, размер которых достигает от 5—7 см в поперечнике.

0 — 2 см. Такырообразная трещиноватая, сильно пористая, крупнопесчано-суглинистая корочка; неплотная, с бугорковатыми (от гипсовых выделений) выступами на поверхности.

2 — 6 см. Крупнозернистая супесь, слоевато-пластинчатого строения, уплотненная, с большими кристаллами гипса.

6 — 30 см. Сильно гипсированная супесь, более плотного сложения, чем в предыдущем горизонте.

30 — 56 см. Тоже, но очень плотная, с большим количеством гипсовых конкреций.

56—100 см. Среднезернистый, сцементированный гипсом, песок; выламывается крупными глыбистыми отдельностями.

По анализам (табл. 5) в составе водорастворимых солей гипс преобладает над другими солями по всем горизонтам, кроме горизонта 6—16 см. Валовое же содержание его достигает таких исключительно высоких величин, как 20.3% (в корочке) и 55.4% (на глубине 30—56 см.)

ТАБЛИЦА 5

Результаты анализа водной вытяжки и определения гипса в сероземных гипсовых солончаках; разрез № 19 (в %)

Глубина в см	Сухой остаток	Щелочность				Cl	SO_4	Ca	Mg	Валовое количество $CaSO_4$
		HCO_3 общ.	CO_3	HCO_3 щел.	HCO_3 щел.-зем.					
0—2 . .	1.100	0.021		0.005	0.016	0.020	0.701	0.205	0.022	20.30
6—16 . .	2.882	0.019	0.003	0.006	0.010	0.090	1.764	0.215	0.141	30.18
40—48 . .	2.120	0.018		0.005	0.013	0.104	1.235	0.267	0.071	55.40
90—100 .	1.108	0.019	0.001	0.004	0.014	0.025	0.720	0.255	0.022	43.37

Наблюдения Закржевского (1934) над развитием корневой системы *Heliotropium dasycarpum* показали, что это растение развивалось в то время, когда процесс гипсования был выражен слабо или совсем отсутствовал. Современное же состояние загипсованности песков, местами исключительно высокой, представляет явление вторичного порядка. Оно вызвано, с одной стороны, миграцией гипса из грунтовых вод, с другой,— явилось результатом обменных реакций сернокислых солей натрия и магния с углекислым кальцием. Такие гипсовые солончаковые почвы наблюдались в бугристо-грядовых песках в ур. Дам-куль и Сары-су, где процесс загипсовывания распространяется и на площади, занятые такырами и такыровидными сероземами. В барханно-бугристых песках процесс загипсовывания выражен

слабее. Здесь он проявляется в образовании рыхлопесчаных сероземов с гипсовым горизонтом на глубине 20—40 см или же сводится к появлению в поверхностном пересушенном слое и на самой поверхности песков кристалликов гипса. По анализам проф. Шмидта, приводимым у Миддендорфа (1882), количество гипса в таких песках в районе Коканд — Яны-курган, где также имеются условия для гипсонакопления, аналогичные условиям ур. Дам-куль и Сары-су, достигает 29.69%.

Немаловажное значение в засолении песков имеют и процессы импульверизации. Эти явления наблюдаются в западной Фергане и в Кайракумах. По данным анализов (Розанов, 1932), «пыль», осевшая на кустах черного саксаула после пыльной бури 18/II 1927 г., содержала очень много хлористых и сернокислых солей. По механическому составу она оказалась глинистой (табл. 6).

ТАБЛИЦА 6

Анализ водной вытяжки из пыли, осевшей на кустах черного саксаула (в %)

Сухой остаток	Прокаленный остаток	Щелочность				Cl	SO_4	Ca	Mg
		HCO_3 общ.	CO_3	HCO_3 щел.	HCO_3 щел.-зем.				
6.689	6.293	0.047	нет	0.007	0.040	2.618	1.462	0.354	0.125

Механический состав пыли по Сабанину

Количество частиц (в %) диаметром в мм							
>1.0	0.5—1.0	0.25—0.50	0.10—0.25	0.05—0.10	0.01—0.05	<0.01	>0.01
нет	нет	1.12	10.23	13.35	21.69	53.61	46.39

В результате исследований выяснилось, что эта «пыль» местного происхождения, а источниками ее являются поверхностные горизонты близлежащих глинистых солончаков.

Довольно заметное распространение в песках Ферганской долины имеют и процессы заболачивания. В районах влияния сбросов многие лощины среди песков периодически подтопляются сбросными водами, а нижние части склонов песчаных бугров и невысокие кучевые пески испытывают явления повышенного грунтового увлажнения. Результатом этого является образование песчаных и супесчаных глееватых сероземов, луговых и даже лугово-болотных почв. Поверхностные горизонты таких почв, так же, как и засоленных и загипсованных, обогащены мелкой пылью и физической глиной; по механическому составу они относятся к супесчаным, а в некоторых случаях даже к легкосуглинистым. В большинстве случаев процессы

заболачивания осложняются процессами засоления, причем последние более заметно выражены в кучевых песках, чем в межбугристых лощинах со сглаженным микрорельефом.

Песчаных почв с признаками солонцовых явлений в почвообразовании в Ферганской долине пока не обнаружено.

Таким образом, почвообразовательные процессы в песках, исключительно слабо выраженные в условиях естественного (атмосферного) увлажнения, по мере усиления значения в водном режиме роли грунтовых вод развиваются интенсивнее и постепенно распространяются на все типы песков. Характерное для песков естественного увлажнения слабое развитие сероземного процесса, в дальнейшем, с возрастанием значения в водном режиме грунтовых вод, постепенно сменяется сероземно-солончаковым и гипсовым процессом. При этом солончаковые явления достигают наиболее сильного проявления в стадии мелкобугристых и кучевых песков, а процесс загипсовывания — в бугристо-грядовых. Процессы заболачивания хотя и имеют место, но распространение их строго локализировано. Они наблюдаются в районах сильного влияния сбросных вод на кучевые пески, межбугристые лощины и нижние части склонов песчаных гряд. Почти одновременно с процессами засоления, загипсовывания и заболачивания протекают и явления обогащения поверхностных горизонтов мелкопылеватыми и илистыми частицами. Поэтому солончаковые, сильно загипсованные и заболоченные разности светлых сероземов и луговых почв по существу перестают быть песчаными и переходят в супесчаные и даже легкосуглинистые.

Приведенные данные позволяют представить развитие почвообразовательных процессов в песках Ферганской долины в виде следующей схемы (табл. 7).

Растительность песков

Растительность песков Ферганской долины находится еще в стадии первоначального изучения. Более или менее обстоятельные данные по этому вопросу имеются относительно центральной Ферганы, исследованной в 1928—1931 гг. Иоффе (1929) и Закржевским (1932). Растительность же песков западной Ферганы и Кайраккумского района не подвергалась специальному изучению, и данные о ней носят отрывочный характер.

Развитие растительности в песках, как известно, лимитируется двумя основными факторами: а) почти постоянно идущей дефляцией поверхности и б) специфическими чертами гидротермического режима (незначительная влажность, высокая теплопроводность и мало благоприятные температурные условия). Весьма отрицательно сказывается на развитии растительности пастьба скота и истребление ее на топливо и другие нужды. Большое влияние оказывают также процессы засоления, заболачивания, загипсовывания и историко-генетические моменты. Различная комбинация этих факторов приводит к многообразию растительных ассоциаций в песках. В Ферганской долине эта пестрота в составе растительных группировок

ТАБЛИЦА 7

Процессы почвообразования в песках Ферганской долины
(Схема)

Гидрогеологические районы	Типы почв: барханные	барханно-бугристые	бугристо-грядовые	мелкобугристые	кучевые
Районы с естественным водным режимом (атмосферное увлажнение)	—	Рыхлопесчаные светлые сероземы (единично)	Рыхлопесчаные светло-серо-земы (единично)	—	—
Районы, где на водном режиме песков сказывается влияние грунтовых вод	—	Рыхлопесчаные светлые сероземы (единично)	Рыхлопесчаные светлые серо-земы, местами засоленные (единично)	Рыхлопесчаные светло-серо-земы	Слабозасоленные пески без ясных признаков почвообразования
Районы, где на водный режим песков оказывают сильное влияние грунтовые и сбросные воды	—	Рыхлопесчаные светлые сероземы, слабо засоленные (единично)	Рыхлопесчаные светлые серо-земы, местами засоленные	Рыхлопесчаные слабо-солончаковатые светлые сероземы	Песчаные и супесча-ные солончаковатые почвы
	—	Рыхлопесчаные светло сероземы, местами засоленные	Рыхлопесчаные светло сероземы, местами засоленные и загипсованные	Песчаные и супесча-ные солончаковатые светлые сероземы	Песчаные и супесча-ные солончаковые по-чвы и солончаки
	—	Рыхлопесчаные светлые сероземы, загипсованные	Песчаные и супесчаные, загип-сованные и засоленные свет-лые сероземы	Песчаные и супесча-ные солончаковатые почвы	Песчаные и супесча-ные солончаки, газо-ватые
	Гипсовые выделения в песках и на поверх-ности песков	Песчаные и супесчаные загип-сованные светло сероземы (в межбугристых понижениях и по склонам)	Песчаные и супесчаные гипсо-вые солончаки и сильно загип-сованные светлые сероземы (в межбугристых понижениях и по склонам)	Песчаные и супесча-ные солончаки, часто с высоким содержа-нием гипса	Песчаные и супесча-ные солончаки газо-ватые
	В лощинах среди песков и по нижним частям склонов песча-ных гряд и бугров — единично слабозасоленные и газоватые сероземы и очень редко луговые почвы			В лощинах газоватые солончаковые сероземы и газоватые сонов-чаки	Песчаные и супесча-ные газоватые сонов-чаки

выражена достаточно резко. Причиной этому является сложность физико-географической обстановки, различное направление течения почвообразовательных процессов и, что особенно важно, большое прямое и косвенное воздействие хозяйственной деятельности человека на всю природу Ферганы. Последнее особенно относится к пескам левобережной Ферганы, растительный покров которых оказывается очень пестрым. В составе его участвуют как типичные псаммофиты, так и представители солончаков, такыров, тугаев и сорняки с орошаемых земель.

В барханно-бугристых песках кустарниковая и многолетняя травянистая растительность представлена следующими видами: *Aristida pennata*, *Calligonum* различных видов, *Alhagi camelorum*, *Karelinia caspica*, *Horaninovia ulicina*, *Heliotropium dasycarpum*, *Salsola Kali* и др., *Artemisia ferganensis*, местами — *Phragmites communis*.

Что касается саксаула *(Haloxylon persicum)*, то в центральной Фергане он почти весь вырублен и единично встречается лишь в районе ст. Мельниково и Беш-арыка. Несколько больше его в Кайраккумском районе.

Кроме перечисленных растений, в состав растительных ассоциаций песков входит довольно большая группа растений, образующих весенний и летний аспекты.

Большая часть растений весеннего аспекта принадлежит к группе эфемеров. Сюда относятся: *Tetracme quadricornis*, *Heliotropium Eichvaldi*, *Corispermum Lehmannianum* и др., *Spirorrhynchus sabulosus*, *Heliotropium chorassanicum*, *Heliotropium arguzioides*, *Chamaesphacos ilicifolius*, *Arnebia obovata*, *Lallemantia Royleana*, *Bromus tectorum*, *Bromus Danthoniae*, *Malcolmia grandiflora*, *Carex physodes* и другие.

Сомкнутого дернового покрова не образуется. Общая степень покрытия (проекция листвы) в лучшем случае достигает 40%. Распределение хотя и диффузное, но довольно равномерное. Все перечисленные растения характеризуют пески, как засоленные и слабо засоленные.

В мае месяце эфемеры выгорают, и вегетацию продолжает группа растений летнего аспекта в следующем составе: *Horaninovia ulicina*, *Horaninovia minor*, *Salsola praecox*, *Bassia hyssopifolia*, *Salsola Paulensi*, *Suaeda microphylla*, *Suaeda turkestanica*, *Suaeda arcuata*.

Состав этого списка определенно указывает на солончаковый характер субстрата в этот период года. Не менее показательно распределение растительности в этот цикл вегетационного периода в зависимости от мезорельефа: вершины и склоны барханов остаются незанятыми, а склоны и лощины между бугров покрыты довольно сомкнутым покровом, что указывает на резко осолоненный характер поверхностных горизонтов.

Кроме перечисленных растений, в песках встречаются: *Zygophyllum Fabago*, *Asparagus divaricatus*, *Salsola Arbuscula*, *Ferula Karelini*, *Salsola verrucosa*, *Diarthron vesiculosum*, *Atriplex dimorphostegia*, *Arnebia decumbens*, *Salsola crassa*, *Cynanchum acutum*, *Mulgedium tataricum*, *Salsola rigida*, *Clematis orientalis* и другие.

Большая часть этих видов — не типичные псаммофиты, а пришельцы с окружающих солончаков, такыров, тугаев и отчасти с орошаемых земель.

Типично солончаковый характер имеет растительность кучевых и мелкобугристых песков в западной Фергане. В закреплении этих песков принимают участие такие растения, как *Tamarix Pallasii*, *Tamarix hispida*, *Kalidium caspicum*, *Halostachys caspica*, *Karelinia caspica* и *Halocnemum strobilaceum*.

Такой же резко выраженный солончаковый характер имеет растительность и сильно засоленных понижений в бугристо-барханных песках. Кроме перечисленных растений, здесь встречаются: *Salsola nigricans*, *Suaeda microphylla*, *Salsola verrucosa*, *Salsola crassa*, *Zygophyllum Fabago*, а местами пятна с *Halocnemum strobilaceum* и *Kalidium caspicum*.

Растительность сильно загипсованных песков представлена в основном следующими видами: *Artemisia ferganensis*, *Statice spicata*, *Heliotropium dasycarpum*, *Girgensohnia oppositiflora*, *Reaumuria turkestanica*. Некоторые из этих видов относятся к типичным псаммофитам, другие — к гипсолюбам.

Межбугристые лощины песков, находящиеся под влиянием сбросных вод, большей частью густо поросли тростником, *Aeluropus littoralis* и имеют таких представителей тугайной флоры, как, например: *Cynanchum acutum*, *Clematis orientalis*, *Asparagus divaricatus*, *Glycyrrhiza glabra* и другие. Местами в некоторых песках района ур. Сары-су можно наблюдать засыпанную песками древесную тугайную растительность — небольшие рощицы *Populus diversifolia*.

Генезис и эволюция ферганских песков

Миддендорф (1882) рассматривал образование главных масс песка как «остаток большого размыва», которым были снесены со дна котловины мощные толщи лёсса, отложившегося в результате субаэральных процессов. Некоторые же части песчаных массивов образуются, по его мнению, за счет песчаных отмелей р. Сыр-дарьи.

Инж. Ивановым (Изв. РГО, т. VIII, в. 2) в 1881 г. был высказан взгляд, что сыпучие пески в Ферганской долине образовались в результате развевания продуктов выветривания третичных пород. Продукты разрушения этих пород доносятся селевыми потоками до Сыр-дарьи и, отлагаясь в ее пойме, служат источником образования песков в западной части Ферганы. В дальнейшем, под влиянием ветров, эти пески передвигаются и в центральную часть долины.

Наливкин (1887) источником образования песков также считал песчаные отмели в пойме Сыр-дарьи. Под влиянием юго-западных ветров песок песчаных отмелей выносится на верхнюю террасу и постепенно движется вглубь долины. Поэтому главным условием успешной борьбы с песками он считал закрепление песков в западной Фергане и создание защитных пре-

пятствий, противодействующих передвижению песков с береговых отмелей. Меньшую, но все же значительную, роль в образовании песков он приписывал деятельности рек и каналов, приносящих пески с предгорий. Отложенный на дне арыков и каналов песок при высыхании дает, по его мнению, начало развитию барханов.

Готшалк (1915) образование песков в западной Фергане и в Кайраккумах объяснял: 1) развеванием приносимых селевыми потоками с гор продуктов разрушения горных пород, 2) выветриванием песчаников, слагающих возвышенности Супе-тау, Ак-бель и Гумхана-Чильмайрам, 3) развеванием «лёссовых» пространств в том же Кайраккумском районе. «Ветер,— говорит он,— развевая лёсс, уносит большую часть материала дальше»..., а «частицы вкрапленных в лёсс минералов — кварца, полевого шпата, окислов железа, листочки слюды и прочее, обладая более значительным весом, не уносятся в атмосферу, а образуя барханы, передвигаются под влиянием господствующего юго-западного ветра на северо-восток». «К этому материалу примешиваются обнажаемые при развевании лёсса (древнеаллювиальные суглинистые и глинистые отложения — *Л. Р.*) прослойки серого песка». Об интенсивности этого развевания можно судить по «эоловым столбам, достигающим двух сажен высоты», и по образующимся при этом рытвинам или котлам выдувания. На противоположном берегу Сыр-дарьи рытвины выдувания и «эоловы столбы» развиты слабее и имеют меньшие размеры. Позднейшие наблюдения Дробова (1922) и Розанова (1928) подтвердили исключительно большую роль в образовании песков деятельности ветра, приводящего здесь к развеванию песчано-суглинистых древнеаллювиальных, но не лёссовых отложений.

Ланге (1933), так же как и Наливкин, считал, что пески западной Ферганы являются источником образования барханных и бугристых песков Каракалпакской степи. Значительную роль в образовании песков Ланге приписывал намыванию песка арыками. Он указывал, что образующиеся при чистке арыков песчаные отвалы перевеваются ветрами и «начинают свое странствование по степи, преимущественно на восток».

Дробов (1922) считает, что поставщиками материала песчаных образований в западной Фергане являются: 1) третичные песчаниковые породы Супе-тау, Ак-бель и Гумхана-Чильмайрам, 2) площади развеваемых такыров и 3) береговые отмели и острова на Сыр-дарье.

Более обстоятельные данные о происхождении песков Ферганской долины приводятся в работе Мужчинкина. По его мнению, образование песков в Фергане происходило разновременно и относилось к различным периодам истории четвертичных отложений. Прежде всего он выделяет небольшие массивы песков, возникшие из песчаных россыпей, образовавшихся в результате разрушения третичных пород. Такие пески окаймляют неширокой полосой останцовые возвышенности Гумхана-Чильмайрам и, кроме того, дают, по его мнению, материал для барханных желтоватого цвета песков западной Ферганы. Другая часть песков образовалась в результате развевания рыхлых аллювиальных отложений Сыр-дарьи. Передвижение песков вглубь Ферганы им допускалось, но не так далеко, как предыдущими исследователями. Серые пески центральной Ферганы образовались в результате развевания пролювиальных песчано-галечниковых отложений, приносимых горными потоками. По возрасту это также молодые образования, одновозрастные с галечниковыми конусами выносов Исфары, Соха, Шахимардана и др. горных речек. Образование серых песков происходит и в настоящее время за счет песчаных отложений, приносимых арыками. Существуют еще пески смешанного происхождения, для образования которых служил материал песчаных отмелей и пролювиальных потоков. По сравнению с другими послетретичными отложениями, ферганские пески, по мнению Мужчинкина, являются более молодыми образованиями, чем желтовато-буроватые лёссовидные суглинки и конгломераты.

Таким образом, в вопросе о происхождении песков в Ферганской долине нет единодушного мнения. Если отбросить мало вероятную теорию Милендорфа о происхождении главной массы песков от развевания некогда покрывавших Ферганскую котловину лёссовых толщ, то отдельные взгляды всех других исследователей должны быть признаны в основном правильными. Вполне справедливо мнение, что часть песков образовалась в результате дефляции песчаных россыпей коренных пород. Такие явления можно наблюдать и в настоящее время в районе останцовых возвышенностей.

Бесспорно также участие береговых песчаных отмелей в формировании песчаных гряд и барханов прибрежной полосы Сыр-дарьи, Нарына и Карадарьи. Имеют распространение и случаи образования движущихся песков за счет песчаных выбросов из арыков. Не подлежит также сомнению большое участие в происхождении песков селевых потоков, отлагающих в равнине, вслед за конусом галечниковых выносов, рыхлые песчано-галечниковые толщи, подвергающиеся в дальнейшем развеванию. Признавая за этими факторами участие в образовании песков, необходимо все же указать, что роль каждого из них ограничена определенным районом, что было бы не трудно установить путем некоторых дополнительных исследований.

Тем не менее ясно, что в ряде районов происхождение песков указанными способами не поддается объяснению. Такими районами являются песчаные массивы ур. Сары-су и Дам-куль, а также центральные части песчаного массива левобережной Ферганы.

Новейшие исследования (Розанов, 1932) показали, что, кроме пролювиальных и пролювиально-аллювиальных отложений, значительные площади в левобережной Фергане и в Кайрак-кумах сложены древнеаллювиальными — речными и озерно-речными — наносами. Нижние горизонты этих отложений состоят из мощных серых типичных речных песков, содержащих местами хорошо окатанную гальку. Граница распространения таких грунтов прослеживается довольно ясно. В левобережной Фергане такими наносами покрыты площади, вытянутые в виде сравнительно неширокой полосы от Кара-дарьи у Зеленого моста через ур. Сары-су, Дам-куль

и Ащи-куль, а затем на юго-запад к железной дороге. В Кайраккумском районе ими покрыта значительная часть пространства верхней террасы на всем протяжении, начиная от ущелья между горами Супе-тау и Ак-бель, до побережья Сыр-дарьи на юго-западе. Наличие такого сплошного массива древнеаллювиальных отложений свидетельствует о существовавшей здесь в прежнее время мощной гидрографической сети, что подтверждается также сохранившимися в некоторых местах остатками древних русел и реликтами тугайной растительности. Исходя из того факта, что направление этой речной сети почти в точности соответствует направлению простирания песчаных массивов, естественно предположить, что образование здесь песков явилось результатом дефляции береговых и прируслевых песчаных отмелей или возникло путем развевания песчано-глинистых толщ древних речных пойм. В правильности этого решения нас убеждают интенсивно протекающие в ряде мест процессы развевания этих же грунтов и в настоящее время, а также большое сходство в окраске и петрографическом составе эоловых песков этих районов с аллювиальными речными песками древних аллювиальных отложений.

Таким образом, вопрос об источниках образования песков в Ферганской долине является достаточно сложным и решается различно для разных районов.

Восстановление картины прошлого состояния песчаных массивов и их эволюции в Ферганской долине затрудняется слабой изученностью этого вопроса. Поэтому в отношении эволюции песков в Фергане могут быть высказаны лишь некоторые общие соображения. Последние в большей степени относятся к ранним стадиям развития песков, чем к позднейшим и современным.

Обширность пространств, занятых пролювиальными галечниковыми конусами выносов и древнеаллювиальными отложениями, наличие нескольких террас на Сыр-дарье, широкое развитие сильно заболоченных сизовато-зеленоватых глин, погребенных позднейшими легкими отложениями, и, наконец, явления резкого соленакопления в некоторых песчаных районах — все это говорит о том, что в четвертичную эпоху в Ферганской долине происходила последовательная смена нескольких влажных (плювиальных) и сухих (ксеротермических) периодов.

Таких периодов и соответствующих им стадий эволюции песков было, повидимому, не меньше четырех; до известной степени они отвечают периодам, установленным И. П. Герасимовым (1931) для кызылкумских песков.

В первый влажный период густая речная сеть прорезывала Ферганскую долину почти во всех направлениях. Речные воды доходили до гор Супе-тау и Ак-бель, а в левобережной Фергане Кара-дарья прорезывала всю долину с востока на запад, проходя по линии современных депрессий ур. Сары-су — Дам-куль, Ащи-куль, и Кипчакскую степь. Обширные пространства долины были заняты болотами, которые во многих местах подходили к предгорьям и образовывали мощные слои сизовато-зеленова-

тых глин. Пески в этот период не занимали больших площадей, а встречались в виде прибрежных гряд, бугров и песчаных отмелей в долинах рек и речек, стекавших с высот Ферганского и Алайского хребтов.

Этот влажный период сменился сухим. Речная и озерная сеть подверглась сильному сокращению. Начался период обсыхания Ферганы. Верхние части подгорных покатостей начали заполняться каменисто-галечниковым пролювием. К этому времени относится образование мощных конусов выносов в предгорьях и на равнинных покатостях Ферганской долины. С обсыханием Ферганской долины начался процесс дефляции песчаных прируслевых отмелей, а затем и песчано-суглинистых толщ речных террас отступивших рек, что и дало начало формированию песков в Ферганской долине.

Следующая стадия эволюции песков совпадает с наступлением второго влажного периода. Он ознаменовался оживлением деятельности рек, образованием вторых террас, заполнением впадин водой и повышением уровня залегания грунтовых вод. Процессы дефляции пошли на убыль и пески вступили в фазу зарастания. Возможно, что к этому времени относится возобновление тугайной растительности в ур. Сары-су.

В дальнейшем этот период, который вряд ли был продолжительным, сменился вторым по счету сухим и жарким периодом, оставившим в эволюции песков значительные последствия. Наступление его сопровождалось резким сокращением водных запасов, усыханием озер и болот, понижением уровней залегания грунтовых вод, обмелением рек и исчезновением большого количества родников. Вслед за этим началось энергичное развевание древнеаллювиальных и пролювиальных отложений и коренных пород, что и привело к образованию больших масс песка. Повидимому, в эту стадию эволюции песков в Фергане образовались все основные массивы. В почвообразовании наступил коренной перелом, вызвавший энергичное протекание процессов соленакопления. Возможно, что начало гипсового процесса в песках относится к этому времени.

Наступление последней, современной стадии эволюции песков мы считаем с начала периода культурного освоения Ферганы, хотя, быть может, оно и не вполне синхронично наступлению последнего этапа геологической истории. Направление эволюции песков в этот период становится понятным из предыдущего изложения. Характерной чертой этой стадии является усиление процесса самозакрепления. Однако в условиях Ферганы нормальное течение этого процесса сильно осложнилось прямым и косвенным влиянием поливного земледелия и вообще деятельности человека. Хищническое использование песков, обусловленное сокращением пастбищ, ростом животноводства и населения, привело к нарушению хода процессов самозакрепления, уничтожению растительности и развитию очагов дефляции. Пески местами начали наступать на культурные оазисы и угрожать их существованию. С другой стороны, происшедшие под влиянием орошения коренные сдвиги в гидрогеологическом режиме Ферганы привели к усилению процесса засоления, загипсовывания, а местами и заболачивания.

В растительном покрове песков появились представители тугаев, солончаков, такыров и гипсолюбы, причем там, где эти процессы оказались, в силу тех или иных причин, выраженными достаточно резко, образовались очаги солевой, гипсовой и водной аккумуляций. Таким образом, на ряду с усилением дефляции, развивались местами и процессы самозакрепления песков, но это закрепление происходило под влиянием своеобразной солончаковой и гипсолюбивой растительности, реже тугайной. Отсюда видно, насколько сложными путями протекала эволюция песков в этот период. Такое большое прямое и косвенное воздействие культуры человека на пески дает основание назвать этот период эволюции Ферганы периодом антропогенного развития.

Но и за время культурного освоения Ферганская долина пережила несколько стадий. Исторические данные, приводимые В. Наливкиным (1886), свидетельствуют о том, что 1200 лет тому назад большая часть среднего пояса гор Ферганской долины была покрыта зарослями фисташки, ореха, клена, дикой яблони и др. Обильные ключи и родники вскрывались в предгорной полосе; в равнине зеленели обширные пастбища, которых было так много, что население не нуждалось в горных выгонах. В то же время низменная часть долины представляла почти непрерывную сеть болот и озер, густых камышовых и кустарниковых зарослей и громадных рощ туранги, «существование которых поддерживалось водами речек южного хребта». Поливное земледелие было развито очень слабо, и сельское хозяйство носило в основном животноводческий характер. По свидетельству султана Бабура, около 450 лет тому назад между Ходжентом и Канибадамом была пустыня, называвшаяся Ха-дервиш, а города были очень невелики. Чуста, Намангана и Коканда тогда еще не существовало. Междуречье Нарына и Кара-дарьи представляло из себя очень заболоченную местность с обширными болотами и рощами туранги. С заселением повышенных частей равнинной Ферганы и развитием поливного земледелия начался процесс обсыхания долины. Впрочем этот процесс протекал сравнительно медленно; это видно хотя бы из того, что 250 лет тому назад проезжей дороги между Наманганом и Маргеланом не существовало из-за громадных болот в этом районе. Обсыхание долины начало усиленно развиваться 100—150 лет тому назад, когда поливным земледелием завоевывались все новые и новые территории. Об эволюции песков по этим этапам культурного освоения Ферганы мы почти ничего не знаем.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕСЧАНЫХ РАЙОНОВ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ

В основу нижеприводимого подразделения песчаных массивов Ферганы на районы кладутся следующие соображения:

1. Типы песков по характеру рельефа: барханные, барханно-бугристые, бугристо-грядовые, мелкобугристые, кучевые, площади развевания и площади переметания.

2. Степень и характер закрепления песков растительностью.

3. Господствующие почвообразовательные процессы в песках.

4. Комплексность песков с другими поверхностными образованиями — солончаками, такырами, заболоченными участками и др.

Последнее требует некоторых пояснений. Дело в том, что во многих районах пески не занимают самостоятельных площадей, а перемежаются с солончаками и такырами, лугово-солончаковыми, лугово-болотными и другими почвами. Имеется также ряд районов, где пески вкраплены в виде отдельных бугров и гряд среди перечисленных почвенных образований. Поэтому, для того чтобы дать полную картину песчаных массивов в Ферганской долине, представилось необходимым нанести на карту и эти песчано-солончаковые, песчано-такырные, песчано-луговые комплексы.

И, наконец, 5) при выделении районов принималась во внимание нуждаемость таковых в тех или иных мелиорациях.

Таких районов выделено 13 (см. карту «Пески Ферганской долины»).

1. Пески барханно-бугристые и бугристо-грядовые, не закрепленные или частично закрепленные по нижним частям склонов, бугров и гряд.

Местами встречаются барханы. Главным районом распространения таких песков является центральная Фергана. Грунтовые воды глубже 3—4 м. Район находится под очень слабым влиянием сбросных вод. Но там, где пески контактируют с озерами, болотами и солончаками, наблюдаются явные признаки влияния неглубокого залегания грунтовых вод. В этих случаях возникают процессы засоления и загипсовывания песков, которые распространяются даже и на высокие барханные цепи.

Высота барханно-бугристых песков достигает 10—12 м.

Растительность очень редкая, при неравномерном покрытии. Типичными представителями ее являются — в барханно-бугристых песках *Aristida pennata*, *Calligonum* sp., *Alhagi camelorum*, *Horaninovia ulicina*, *Karelinia caspica* и другие, а в бугристо-грядовых: — *Aristida pennata*, *Calligonum* (различные виды), *Artemisia ferganensis*, *Horaninovia ulicina*, *Tamarix*, *Pallasii*, *Alhagi camelorum*, *Salsola* (различные виды), *Karelinia caspica*. По нижним частям склонов загипсованных бугров в составе растительности преобладают: *Artemisia ferganensis*, *Heliotropium dasycarpum*, *Salsola rigida*, *Anabasis salsa*, *Girgensolinia oppositiflora*, местами — тростник и *Alhagi camelorum*. В ур. Сары-су среди высоких бугристых песков встречаются отдельные деревца и рощицы *Populus diversifolia*, находящегося в состоянии сильного угнетения.

Почвы — рыхлопесчаные светлые сероземы, но последние встречаются лишь в виде небольших разрозненных пятен по наиболее закрепленным участкам песков. Местами развиты загипсованные светлые сероземы в полосе песков, подверженных влиянию сбросных вод; там же встречаются и засоленные разности этих почв.

Данных о скорости передвижения песков не имеется, но, повидимому, они невелики. Наиболее подвижными песками являются пески Яз-яванского района и пески прибрежных частей ур. Дам-куль.

2. Такие же пески, но в комплексе с площадями развевания

Встречаются в Кайраккумском районе. Район сильной ветровой деятельности. Пески не закреплены и находятся в состоянии движения и пополнения новыми массами за счет дефляции песчано-суглинистых древнеаллювиальных отложений. Скорость передвижения песков, по определениям Дробова (1922), достигает 30—40 м в год. Грунтовые воды залегают на большой глубине. Среди площадей развевания встречаются глинистые засоленные, местами солончаковые, бугры. Район подвержен солевой импульверизации.

Растительность очень редкая — единичные кустики *Calligonum*. На высоких барханах и буграх растительность отсутствует.

Почвообразовательные процессы выражены исключительно слабо; лишь местами по наиболее закрепленным участкам наблюдаются рыхлопесчаные светлые сероземы с признаками невысокого засоления. Процессы загипсовывания песков здесь не выражены.

3. Пески бугристо-грядовые и местами барханно-бугристые, не закрепленные или частично закрепленные

Встречаются на правом берегу Сыр-дарьи. Грунтовые воды — глубоко. Почвообразовательные процессы развиты очень слабо; процессы загипсовывания не выражены; тип засоления — патриево-сульфатно-хлоридный. Засоление обусловлено главным образом влиянием солевой импульверизации и близостью соленосных пород.

4. Пески бугристо-грядовые и местами барханно-бугристые. Слабо закрепленные и незакрепленные

Такими песками покрыты обширные пространства в центральной Фергане, Яз-яванском районе и с.-з. части западной Ферганы. Главная масса песков расположена в ур. Сары-су. Грунтовые воды на глубине 3—4 м; сильно минерализованы.

Район подвержен ослабленному влиянию сбросных и инфильтрационных вод с полей орошения. Режим грунтовых вод отчасти связан с режимом грунтовых вод периферических частей оазисов. Поэтому амплитуда колебания грунтовых вод выше, чем в предыдущих районах.

Дан
невели
района

2. Та

Встр
ности.
нения
виальн
Дробов
шой гл
ные, м
ризаци
Рас
высоки
Поч
местам
ные све
совыва

3. Пе
бугр

Встр
Почвоо
вывани
Засолен
и близо

4. Пе
и о-бу

Таки
ган, Я
песков
сильно
Райо
вод с по
товых в
грунтовых вод выше, чем в предыдущих районах.

Между цепями песчаных бугров и гряд встречаются такырные площади с солончаковатыми и солончаковыми, сильно загипсованными светлыми сероземами; местами — засоленные орошаемые светлые сероземы.

Растительный покров песков сильно изрежен, но степень покрытия несколько выше, чем в районах 1 и 2. Состав растительности этих песков, по сравнению с песками районов 1 и 2, отличается большим участием представителей солончаков и гипсолюбов. В состав растительности входят: *Aristida pennata*, *Calligonum* (различные виды), *Artemisia ferganensis*, *Horaninovia ulicina*, *Karelinia caspica*, *Zygophyllum Fabago*, *Salsola praecox*, *Suaeda turkestanica*, *Suaeda arcuata*, *Kalidium caspicum*, *Alhagi camelorum*, *Diarthron vesiculosum*, *Bromus tectorum*, *Ferula Karelini*, *Bromus Danthoniae* и многие другие. Местами в с.-в. части массива, граничащей с ур. Бус, встречается *Carex physodes*. В песках, расположенных поблизости озер, много тростника—*Phragmites communis*, а в песках ур. Сары-су встречаются рощицы *Populus diversifolia*, засыпанного местами почти до самых вершин.

Почвы — рыхлопесчаные светлые сероземы и очень редко песчаные светлые сероземы. По нижним частям склонов бугров и гряд развиваются по преимуществу засоленные разности песчаных и супесчаных светлых сероземов и сероземы с большим содержанием гипса. Тип засоления первых— натриево-сульфатно-хлоридный, а вторых — натриево-сульфатно-магниально-гипсовый. Местами наблюдается сильное развитие гипсовых солончаков, т. е. почв с исключительно высоким содержанием гипса, начиная с самой поверхности. Такие почвы широко распространены в районе ур. Дам-куль и Сары-су, где процессам загипсовывания подвержены также суглинистые и глинистые такыровидные сероземы. Количество гипса в таких почвах достигает 20—40% и более.

5. Те же бугристо-грядовые и барханно-бугристые пески, но в районах сильного воздействия инфильтрационных и сбросных вод с полей орошения

Грунтовые воды на глубине 1—1.5 м; амплитуда колебания высокая, режим грунтовых вод связан с режимом поливных и сбросных вод. Распространены главным образом в западной Фергане, в меньшей степени по периферии Кокандского, Яз-яванского и Алты-арыкского оазисов. Пески встречаются в комплексе с луговыми солончаковыми почвами и солончаками.

В растительности этих песков, на ряду с типичными псаммофитами, встречается много представителей солончаков: *Karelinia caspica*, *Halostachys caspica*, *Zygophyllum Fabago*, *Kalidium caspicum*, *Salsola lanata*, *Salsola crassa*, *Suaeda arcuata*, *Tamarix hispida* и тугаев — *Phragmites communis*, *Glycyrrhyza glabra*, *Aeluropus littoralis* и другие. Наиболее сильное развитие тугайной растительности наблюдается в песках западной Ферганы. В составе растительности понижений с лугово-солончаковыми почвами

и солончаками преобладают *Aeluropus littoralis*, *Salsola lanata*, *Statice otolepis*, *Salsola crassa* и другие.

В почвообразовании превалируют солончаковые процессы, которыми затронуты и сравнительно высокие части песчаных гряд и бугров. Засоление патриево-сульфатно-хлоридное.

В западной Фергане пески находятся в состоянии передвижения и засыпают культурные земли. Наиболее сильно страдают от песчаных заносов следующие селения: Ак-Мечеть, Киалы, Кон-янга, Андархан, Потар, Гумхана, Дулкале и Мурза-абад. Последние три селения особенно сильно страдают от заносов песками.

6. Те же пески, но с более значительным развитием луговых солончаковых почв и солончаков по депрессиям рельефа

Такие пески распространены по периферии Кокандского, Яз-яванского и Алты-арыкского оазисов.

7. Пески мелкобугристые и кучевые

Встречаются в комплексе с супесчаными и песчаными солончаковыми сероземами, луговыми солончаковыми почвами и солончаками по низинам. Грунтовые воды на глубине 1.5—2.0 м и ниже. Распространены главным образом в западной Фергане и в Кайрак-кумах. Район сильной ветровой деятельности, очень высокого засоления и солевой импульверизации. Растительность представлена: *Halostachis caspica*, *Kalidium caspicum*, *Tamarix hispida* и др.

Местами развиты глинистые солончаковые бугры эолового происхождения. Межбугристые лощины заняты пухлыми и корково-пухлыми солончаками с патриево-хлоридно-сульфатным засолением.

8. Редкие бугры и гряды песка среди солончаков

Район находится под сильным влиянием инфильтрационных и сбросных вод с полей орошения. Такими песками покрыты большие площади земель в левобережной Фергане в виде прерывающейся, но местами довольно широкой полосы, окаймляющей культурные оазисы. Грунтовые воды на 2—3 м сильно минерализованы, глубина их залегания подвержена большим колебаниям под влиянием поливов и сбросов.

Растительность песчаных бугров и гряд по преимуществу солончаковая: *Tamarix Pallasii*, *Tamarix hispida*, *Kalidium caspicum*, *Karelinia caspica*, *Halostachys caspica*, *Suaeda arcuata* и другие.

Встречается также много представителей тугайной флоры и сорняков с орошаемых полей.

Пески засолены. Засоление почв и песков патриево-хлоридно-сульфатное.

9. Такие же пески, но среди временных сбросных озер и болот

10. Такие же пески, но среди такыров и такырно-солончаковых почв в Кайраккумском районе

Район сильно выраженной солевой импульверизации и высокого засоления песков. Много глинистых и суглинистых солончаковых бугров эолового происхождения. Растительность по преимуществу солончаковая: *Salsola Arbuscula*, *Halostachys caspica*, *Calligonum* sp., *Lycium ruthenicum*, *Nitraria Schoberi*, *Haloxylon aphyllum* (черный саксаул) и другие или вовсе отсутствует.

11. Редкие бугры и гряды песка на нижней и средней террасе Сыр-дарьи среди луговых, луговo-солончаковых почв и солончаков

Местами — барханы, песчаные отмели и косы, служащие источником переноса песков вглубь поймы. Пески закреплены слабо и находятся в состоянии дефляции. Растительность песков обогащена представителями тугайной флоры. Здесь встречаются: *Phragmites communis*, *Tamarix Pallasii*, *Elaeagnus angustifolia*, *Alhagi camelorum*, *Karelinia caspica*, *Glycyrrhiza glabra*, *Cynanchum acutum*, *Clematis orientalis* и другие.

12. Площади развевания древнеаллювиальных и пролювиальных отложений и коренных пород

Сосредоточены почти исключительно в западной Фергане и в Кайраккумском районе. Районы сильной ветровой деятельности и изломанного рельефа. По гладким такырным площадям — площади переметания в виде невысоких незакрепленных передвигающихся грядовых и кучевых песков.

13. То же, но площади развевания и пески занимают меньшую площадь; преобладают открытые и ровные поверхности такыров.

ОСНОВНЫЕ ПУТИ МЕЛИОРАЦИИ И ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ПЕСКОВ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ

В заключение вкратце остановимся на вопросах мелиорации песков Ферганы и перспективах их хозяйственного использования.

В последнее время взгляд на песчаные пустыни как на неудобные земли, угрожающие только засыпанием культурных земель, коренным образом изменился. Пески стали рассматриваться как пастбищные земли и даже весьма ценные. Во многих районах пески служат основной кормовой базой пустынного животноводства. Известно, что каракулеводство не только нашего Союза, но и сопредельных зарубежных стран Афганистана и Ирана

опирается на кормовые ресурсы громадной Каракумской пустыни. Затем в последнее время начали усиленно разрабатываться вопросы освоения песков под различные культуры. Можно, например, указать на успешные опыты Репетекской песчаной опытной станции (и других) по разведению в песках без полива или с минимальным орошением различных культур — зерновых, огородных, бахчевых, винограда и других растений. В большом масштабе проводятся опыты по внедрению в культуру ценных представителей как местной флоры, так и вывезенной из других пустынных областей мира (Малюгин, Бутовский, Гаель и Семевский, Петров, Руденко, 1933—1934). При всем этом не следует забывать и необходимости мер борьбы с передвижением песков, влекущим за собою засыпание культурных земель, селений, каналов и железных дорог. В некоторых районах песчаных пустынь, в том числе и в Фергане, борьба с передвижением песков имеет особо актуальное значение.

Лучшим и наиболее хозяйственно-эффективным методом борьбы с песчаными заносами будет, очевидно, проведение такой системы хозяйственного использования песков, при которой исключалась бы возможность самой дефляции. С этой точки зрения вопрос о мелиорации песков, т. е. о борьбе с их отрицательным влиянием, неотделим от вопросов их хозяйственного использования. Вывод этот в настоящее время не является новым. Так, Заозерский (1934) общую проблему освоения пустынных районов Узбекистана решает в плане проведения двух типов мелиораций. Первые из них должны быть направлены «к локализации вредных влияний пустыни на хозяйственные условия как освоенных районов самой пустыни, так и внешних территорий, куда это влияние в той или иной форме достигает». Второй тип мелиораций заключается в максимальном использовании производительных сил пустынных территорий.

Вполне понятно, что осуществление такой системы мелиоративно-хозяйственных мероприятий требует всестороннего учета естественно-исторических особенностей песков и опытной работы. Необходимость в последней объясняется крайне слабой изученностью и новизной проблемы хозяйственного освоения песков. Поэтому составление в настоящее время достаточно конкретного плана в этом направлении является затруднительным; могут быть даны лишь общие наметки, подлежащие дальнейшим уточнениям и конкретизации.

Пески Ферганской долины являются довольно сложным объектом мелиорации и хозяйственного освоения. Сложность эта объясняется большими различиями в условиях залегания песков, а затем динамичностью некоторых, в частности гидрогеологических факторов, под влиянием которых они находятся. Выше было указано, какую сложную эволюцию прошла Ферганская долина даже с момента развития в ней поливного земледелия. В ближайшее же время, в связи с вовлечением в культурный оборот новых земель, с развитием нового орошения, с устройством ирригационно-сбросной сети на больших площадях, с прогрессивно идущим обсыханием одних территорий

и возможным заболачиванием других, наступит новая фаза в эволюции песков. Заранее предусмотреть направление этого нового этапа их развития пока трудно, в виду слабой изученности не только самих песков, но и вызываемых орошением последствий для различных сторон почвенного процесса, солевого и водного режима, смен растительности и т. п. Тем не менее и на основе уже имеющихся материалов представляется возможным наметить систему мелиоративно-хозяйственных мероприятий применительно к основным песчаным массивам. Таких районов может быть выделено в Фергане четыре; из них первые два относятся к группе тех, где влияние орошения исключено или очень слабо выражено.

Кайраккумский песчаный район

Преобладание барханно-бугристых и бугристо-грядовых песков. Много площадей развевания и площадей переметания. Много засоленных мелкобугристых песков, комплексирующихся с солончаками и такырно-солончаковыми почвами. Сильная ветровая деятельность. Район солевой импульверизации. Большие скорости передвижения барханов.

Основные мероприятия здесь должны заключаться в борьбе с развеванием новых площадей древнеаллювиальных отложений, в закреплении песков и в создании ветроломных полос. Методы мелиорации: 1) сложные пескоукрепительные работы путем применения механических защит, окультивирования песков и др.; 2) введение широких защитных охранных полос; 3) широкое применение древесных посадок там, где для этого имеются подходящие условия; 4) окультивирование солончаковым саксаулом, гребенщиком и другими растениями площадей развевания; 5) полное прекращение выпаса скота на наиболее угрожаемых участках.

Вопрос о сельскохозяйственном использовании этих песков пока отпадает, в виду сложности мелиорации в этом районе.

Пойменный Сырдарьинский песчаный район

Молодые пески, образовавшиеся в результате развевания песчаных отмелей и другого рода аллювиальных наносов. Местами — пески, принесенные с верхней Кайраккумской террасы. Пески — барханно-бугристые, реже бугристо-грядовые и барханные, не закрепленные или слабо закрепленные; много песчаных отмелей. Больших массивов песков здесь не наблюдается; пески встречаются, главным образом, в виде небольших групп песчаных бугров, гряд и барханов среди луговых, лугово-солончаковых почв, реже солончаков. Пески не засолены или очень слабо засолены, в результате солевой импульверизации или капиллярного поднятия солевых растворов.

В виду наличия здесь относительно большого количества поливных земель, необходимы неотложные пескоукрепительные мероприятия, которые в общем не представляются сложными. Первоочередным массивом пескоукрепительных работ является южный участок района, так как отсюда

пойменные пески под влиянием сильных ветров перебрасываются на левый берег долины. Готшалком рекомендуются в качестве пескоукрепителей *Salsola Richteri*, *Calligonum*, *Aristida*, а на песчаных отмелях — посадки туранги, гребенщика и тала. Развитие древесных насаждений следует распространить и на другие участки поймы, вследствие сильной ветровой деятельности в этом районе. Имеется возможность использовать эти пески и для культуры многолетних растений, например, винограда, что облегчается возможностью пользоваться оросительной водой.

Левобережный, западно-ферганский песчаный район

Барханно-бугристые, бугристо-грядовые, мелкобугристые и кучевые пески. Местами — небольшие площади развевания, площади переметания и небольшие очаги дефляции коренных песчаниковых третичных пород. Район почти целиком находится в сфере влияния сбросных вод, которое во многих местах очень сильно сказывается на засолении и заболачивании песков. Вследствие сильной ветровой деятельности и больших скоростей передвижения песков, многие участки культурных земель погребены песками. Район солевой импульверизации, которой особенно затронуты южные его части. Особенно сильному засолению подвержены мелкобугристые и кучевые пески.

Необходимы пескоукрепительные работы различного характера, в зависимости от местных условий. В искусственном закреплении песков дают хорошие результаты культура солончакового саксаула, гребенщика, *Calligonum*, а для незасоленных песков — *Aristida pennata*. В некоторых районах необходимо применение механических защит против передвижения песков и создание ветроломных защитных полос, что не представляет особых затруднений в виду близости грунтовых вод, имеющих во многих местах невысокую минерализацию. В песках Кипчакской степи, где много сбросных вод, следует поставить опыты по окультивированию песков виноградом, джидой, турангой и другими древесными и кустарниковыми породами. Во избежание дальнейшего развевания древнеаллювиальных отложений необходимо применение соответствующих защитных мероприятий и закрепление рытвин выдувания гребенщиком и солончаковым саксаулом. Необходимо полное прекращение выпасов и меры борьбы с хищническим истреблением растительности.

Центрально-ферганский песчаный район

Барханно-бугристые, бугристо-грядовые пески, реже мелкобугристые и барханные. Много песков в виде небольших бугров и гряд среди обширных площадей солончаков, такыров и болот. Район подвержен влиянию сбросных и поливных вод, причем это влияние особенно сильно сказывается в зоне контакта песков с орошаемыми землями, сбросами или сбросными болотами

и озерами. Ветровая деятельность умеренная, но летом часты гармсили. Скорость передвижения песков невелика. Пески слабо закреплены, а местами и совсем не закреплены, кроме нижних частей склонов бугристо-грядовых песков, в закреплении которых принимает участие солончаковая и гипсолюбивая растительность. Отдельные бугры и гряды песков среди солончаков закреплены довольно удовлетворительно.

Мелиоративно-хозяйственные мероприятия в этом районе довольно сложны и различны для разных его частей. В основном они сводятся к искусственному заращиванию песков, к созданию защитных полос из древесных насаждений по сбросам, концевым частям оросительных каналов и по сбросным низинам. Местами необходимо будет применение и средств механической защиты против передвижения песков. Следует срочно принять меры против хищнического истребления растительности в песках и нерационального использования их в качестве пастбищных угодий. Для искусственного закрепления растительностью глубоких песков Заозерским рекомендуется посев трав-псаммофитов, *Aristida pennata*, облесение саксаулом и гребенщиком, а для засоленных песков — разведение гребенщика и солончакового саксаула. Большую роль в закреплении песков заболоченных низин Закржевский (1932) отводит тростнику и *Aeluropus littoralis*, образующему устойчивый и плотный дерновый покров. Большое количество сбросных вод в этом районе, наличие сбросных коллекторов и мелкой сбросной сети допускают возможность широкого разведения ряда ценных культур при сравнительно небольших затратах на орошение за счет использования отработанных поливных и сбросных вод. Несколько повышенная минерализация этих вод (0.6—0.8 г/л) в условиях песчаного субстрата не может служить препятствием для их использования в качестве оросительной воды. Необходимо поставить опыты по освоению песков под культуру таких многолетних растений, как виноград, фисташка, инжир, абрикос и др. Загипсованные пески, повидимому, будут легче поддаваться в условиях орошения окультивированию, чем подвижные, хотя и не засоленные. Вообще нужно сказать, что центрально-ферганский песчаный район представляет собою наиболее ценный из всех других песчаных районов объект для сельскохозяйственного использования. Возможность превращения этих действительно «бросовых» земель в культурные очаги социалистического земледелия и песчанопустынного лесоводства здесь вполне реальна и перспективна.

Таким образом, задачи мелиорации и хозяйственного освоения песков Ферганы решаются в плане их облесения и использования для культуры ценных древесных и кустарниковых растений, которые также служат целям закрепления. Первое дает возможность при правильном лесоводстве рассматривать пески в качестве источников древесного топлива, в котором так нуждается население Ферганской долины, а второе ведет к созданию в некоторых песчаных массивах небольших оазисов высокоинтенсивного садоводства и виноградарства. То весьма ограниченное место, которое отводится этим пескам для целей животноводства, объясняется относительно

небольшой кормовой их емкостью (небольшие площади при очень большом количестве скота и преобладающий солончаковый характер растительности) и трудностью, в условиях Ферганской долины, предохранить их от вторичной дефляции при таком направлении использования.

ЛИТЕРАТУРА

Бутовский В. Опыт посева ячменя в юго-восточных Кара-кумах. Проблемы растениеводческого освоения пустынь, в. 1, 1933.

Бутовский В. Опыт посева полевых культур в юго-восточных Кара-кумах. Проблемы растениеводческого освоения пустынь, в. 2, 1934.

Гаель А. Г. и Семевский Б. Н. К вопросу о растениеводстве в Приаральской пустыне. Проблемы растениеводческого освоения пустынь, в. 1, 1933.

Гаель А. Г. Роль винограда в освоении пустынь, полупустынь и песков сухих степей. Проблемы растениеводческого освоения пустынь, вып. 2, 1934.

Герасимов И. П. К вопросу об эволюции пустынных песков в Туркестане. Труды Почвен. институт. им. Докучаева, вып. 5, 1931.

Готовицкий и Иванов. Изв. РГО, вып. 2, т. VIII.

Готшалк Ф. И. Пескоукрепительные работы в Ходжентско-Ферганском районе Ферганской и Самаркандской областей. Сборн. статей по песчано-овражным работам. Изд. Леси. департамента Гл. упр. земледелия и землеустройства, П., 1915.

Димо Н. А. Почвенно-ботанические экспедиции весной 1926 г. в ю.-в. Туркменистане. Изв. Институт. почвовед. и геобот. САГУ, в. 1, 1925.

Доленко Г. И. Скобелевский уезд Ферганской области. Предварит. отчет по исследов. почв Азиатской России, 1913.

Дробов В. П. Генезис и эволюция песков западной Ферганы. Изв. Турк. географ. общ., 15, 1922.

Закржевский Б. С. Растительность левобережной Ферганы. Ташкент, 1932. Машинопись. Библ. СоюзНИХИ.

Закржевский Б. С. О влиянии гипсового процесса на развитие корневых систем пустынных ксерофитов и галофитов. Сборн. хоз. освоения пустынь Средн. Азии и Казахстана, САОГИЗ, Ташкент, 1934.

Заозерский С. Г. Пустыни Узбекистана, условия их освоения и основные мелиоративные работы. Сборн. Узбекистан, т. 3, изд. СОПС АН, 1934.

Заозерский С. Г. Подвижные пески. Методы борьбы с заносом каналов подвижными песками. Изд. Узирстрой, Самарканд, 1935.

Иоффе А. Ф. Растительность Куйган-Ярского ирригационного района. Машинопись. Библ. СоюзНИХИ, Ташкент, 1929.

Клавдиенко К. М. О почвах Яз-яванского района. Изв. Институт. почвовед. и геоботаники САГУ, вып. 1, 1926.

Ланге О. К. Гидрогеологический очерк Куйган-ярской степи. Материалы по гидрогеологии Узбекистана, вып. 6, 1933.

Макеева А. А., Яковлева Е. К. и Лютеритейн И. Г. Материалы по климатологии Узбекистана. Под ред. И. Н. Байдикова, Ташкент, 1933.

Миддендорф А. Ф. Очерки Ферганской долины. СПб., 1882.

Молчанов Л. А. Климат Узбекистана. Сборн. Узбекистан, вып. 3, изд СОПС АН, 1934.

Мужчинкин Ф. Ф. Гидрогеологический очерк западной части Ферганской котловины по материалам съемки 1928 г. Материалы по гидрогеологии Узбекистана, вып. 1, Ташкент, 1933.

Наливкин В. П. Краткая история Кокандского ханства. Казань, 1886.

Наливкин В. П. Опыт исследования песков Ферганской области. Новый Маргелан, 1887.

Ноуструев С. С. Наманганский уезд Ферганской области. Предварит. отчет по исследов. почв Аз. России, 1912.

Никитин С. А. Типы песков Кара-Калпакии. Сборн. Кара-Калпакия, т. 3, изд. СОПС АН, 1934.

Новиков В. А. Почвенный очерк Ашт-Бабадарханского района. Машинопись. Библ. СоюзНИХИ, Ташкент, 1931.

Новиков В. А. Почвенный очерк Канибадамского района. Машинопись. Библ. СоюзНИХИ, Ташкент, 1932.

Орлов Б. П. К изучению экологических условий в юго-восточной части Закаспийских Кара-кумов. Труды прикл. ботаники, генетики и селекции, 19, 1928.

Панков М. А. Почвы левобережной Ферганы. Машинопись, Библ. СоюзНИХИ. Ташкент, 1932.

Панков М. А. и Розанов А. Н. Почвенная и почвенно-мелиоративная карты левобережной Ферганы. Библ. СоюзНИХИ. Ташкент, 1932.

Петров М. П. Перспективы сельскохозяйственного освоения песчаной пустыни Кара-кумы. Там же.

Прасолов Л. И. Почвы Туркестана, изд. КЕПС, 1926.

Розанов А. Н. Почвы левобережья Сыр-дарьи и Нарына в пределах Ферганской области. Машинопись, Библ. СоюзНИХИ, Ташкент, 1926.

Розанов А. Н. Почвенный очерк Кайраккумского района Ферганской области. Машинопись. Библ. СоюзНИХИ, Ташкент, 1928.

Розанов А. Н. Почвы, грунты и грунтовые воды Куйган-ярского ирригационного района. Машинопись. Библ. СоюзНИХИ, Ташкент, 1929.

Розанов А. Н. Почвы Ширабадской долины, пустыни Кызырыкдара и низовья правого берега р. Сурхана. Труды институт. почвовед. Ср.-аз. гос. университета, 1930.

Розанов А. Н. Почвы правобережной Ферганы. Машинопись. Библ. СоюзНИХИ, Ташкент, 1932.

Розанов А. Н. Грунты левобережной Ферганы. Библ. СоюзНИХИ, Ташкент, 1932.

Розанов А. Н. Грунтовые и поверхностные воды левобережной Ферганы. Машинопись. Библ. СоюзНИХИ. Ташкент, 1932.

1938. ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА ИМ. В. В. ДОКУЧАЕВА. Том XVII

С. С. СОБОЛЕВ

К МЕТОДИКЕ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ПОЧВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЕСКОВ СТЕПИ И ЛЕСОСТЕПИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР

ВВЕДЕНИЕ

На территории Советского Союза, по подсчетам акад. Л. И. Прасолова, имеется 1 849 500 км² разбитых песков и песчаных почв. Большинство этих песчаных пространств не изучено, и значительные площади песков являются «бросовыми землями», т. е. до сего времени не освоены и почти не используются. Развитие социалистического сельского хозяйства настойчиво ставит перед нами задачу укрепления и освоения песков и песчаных почв и повышения производительности уже освоенных песчаных пространств.

Одной из первоочередных задач является освоение песков степи и лесостепи Европейской части Союза, где этому способствуют благоприятные экономические условия. Пески степи и лесостепи приурочены, главным образом, к речным долинам. К этим же долинам приурочено и большинство населенных пунктов. Нередко можно видеть, что села в степи и лесостепи тянутся почти сплошной полосой вдоль приречных песков. Таким образом, на песках расположено большое количество весьма интенсивных хозяйств приусадебного типа. [1]

Массовый хозяйственный опыт, накопившийся благодаря этому, показал полную возможность освоения песков степи и лесостепи, в первую очередь, интенсивными культурами: виноградными, плодовыми (косточковые сады, ягодники), огородными и техническими. Овощи и фрукты созревают здесь, на песках, на 2—3 недели раньше, чем на смежных суглинистых почвах. На юге, в степи, длинный вегетационный период дает возможность на песчаных почвах снимать по два урожая в год картофеля, овощей и пр. Кроме того, как показали наблюдения, в сухие годы культуры на песках не так страдают от засухи и дают более устойчивые урожаи.

Освоение песков степи и лесостепи Европейской части Союза имеет уже свою историю. До революции царское правительство и отдельные помещики пытались освоить пески или вести борьбу с ними. С 1853 года одна за другой снаряжались экспедиции, ежегодно затрачивались большие средства. Достаточно указать, что на одно лишь разведение виноградной

[1] Лишь в малонаселенных и местами безводных песках Прикаспийской низменности пастбищное хозяйство является ведущим.

лозы на Нижнеднепровских песках по Э. Керну было затрачено безрезультатно около 20 млн. рублей. Все эти попытки оказались в большинстве случаев тщетными. Причины неудачи заключались в следующем: в дореволюционное время не ставился (да и не мог ставиться) вопрос о плановом освоении песчаных массивов в целом. Были лишь разрозненные попытки освоения отдельных клочков; большая же часть песчаных пространств хищнически использовалась для выпаса скота. Непормированный хищнический выпас скота, принадлежавшего преимущественно магнатам-землевладельцам, и послужил главной причиной возникновения современных разбитых песков. Попытки освоения песков носили примитивный характер. Все мероприятия сводились главным образом к облесению песков, а на юго-востоке Европейской России к облесению и преимущественно к травосеянию. При этом к пескам южной степи и даже полупустыни нередко применялись методы облесения, выработанные для лесной зоны и лесостепи. Неудивительно поэтому, что эти попытки в большинстве случаев были обречены на неудачу; так, например, из 17 000 га лесных насаждений, произведенных за 20 лет до Октябрьской Социалистической революции на Нижнеднепровских песках, к 1918—20 гг. осталось лишь около 3000 га!

Проблема освоения песков во всей полноте была поставлена лишь Советской властью.

Для всестороннего изучения песков были снаряжены многочисленные комплексные экспедиции, состоявшие из высококвалифицированных специалистов: почвоведов, гидрогеологов, геоботаников, агрономов, лесомелиораторов, экономистов. Экспедиции Академии Наук СССР провели и проводят исследования в песках Казахстана, Туркмении, Каракалпакии, Дона; экспедиции Всесоюзного института растениеводства исследовали большие массивы песков в Казахстане; экспедиции НКЗема СССР и Всесоюзного агро-лесомелиоративного института (ВНИАЛМИ) исследовали пески северо-западного и центрального Казахстана, Нижней Волги, Верхнего и Среднего Дона; Экспедиции НКЗема УССР, Украинского почвенного института и Украинского научно-исследовательского института агро-лесомелиорации провели детальные комплексные исследования песков Среднего и Нижнего Днепра и Южного Буга. Украинским институтом агро-лесомелиорации для песков Нижнего Днепра (200 000 га) впервые был составлен генеральный план их освоения. Проведены также исследования песков республиканскими научно-исследовательскими институтами и отдельными хозяйственными организациями.

На базе экспедиционных исследований широко развернулось опытное дело по освоению песков. Основаны опытные станции на Нижнем Днепре (Цюрупинская), в Чалкаре (Казахстан), на Дону, реконструирована Репетекская опытная станция Всесоюзного института растениеводства (ВИР) в Каракумах и т. д.

Развернулись широко и плановые работы по укреплению, облесению и освоению песков; если на территории современной РСФСР за период

1898—1917 гг. ежегодно в среднем проводилось укрепление и облесение 10 200 га песков, то уже в годы первой пятилетки (1929—1932) агро-лесомелиоративные работы по укреплению, облесению и освоению песков проводились в среднем на 18 900 га песков ежегодно, т. е. объем агро-лесомелиоративных работ почти вдвое превысил дореволюционный уровень.

Каракумский автопробег (1933 г.), а также автопробег Горький—Памир (1936 г.) через пески Кара-кумы доказали возможность применения автотранспорта нашего советского производства в условиях ранее непроходимых песчаных пустынь.[1] Благодаря этому, доказана возможность применя моторизации и механизации в деле освоения песков и открыты новые широкие перспективы.[2]

До сего времени вышло уже несколько инструкций к исследованию песков. Эти инструкции дают весьма ценные указания для геоботанических исследований песчаных пространств, но, к сожалению, очень мало уделяют внимания исследованию геоморфологии, материнских пород, почв и грунтовых вод, знание которых особенно важно при освоении песчаных пространств сельскохозяйственными и лесными культурами.

При исследовании песчаных почв и песков необходимо учитывать, что эти объекты исследования весьма своеобразны и обладают рядом только им присущих свойств. Основным и общим свойством для всех песчаных почв является бедность их коллоидными частицами, как минеральными (глина), так и органическими (гумус). Количество глинистых частиц (т. е. частиц с диаметром[3] менее 0.005 мм) в песчаных почвах не превышает 2%, в глинисто-песчаных 2—4% и в супесчаных 4—9%. Количество гумуса даже в песчаных черноземах не превышает 1—2%.[4]

Бедность коллоидами порождает у песчаных почв различного генезиса ряд общих свойств:

1) Вследствие малой влагоёмкости и хорошей водопроницаемости песчаные почвы и особенно пески не долго задерживают воду после дождей. Осадки быстро проникают в глубину до грунтовых вод, и поверхностный сток на песчаных пространствах почти отсутствует.

2) Потеря влаги путем непосредственного испарения с поверхности песчаных почв ничтожна, так как пленочной воды в песках очень мало и передвигается она медленно, а капиллярное движение влаги в песках и песчаных почвах происходит хотя и быстро, но на небольшую высоту (50—60 см).

3) Поэтому песчаные почвы и особенно разбитые пески, являясь накопителями грунтовых вод (акад. Г. Н. Высоцкий), что особенно важно в засушливых областях, отличаются весьма неустойчивым водным режимом

---

[1] В особенности автомобилей на «сверхбаллонах».

[2] В последнее время при исследовании песков для целей освоения широко применяется аэрофотосъемка.

[3] По наиболее распространенным классификациям.

[4] Исключением являются луговые и болотные песчаные почвы, в верхних горизонтах которых содержатся более значительные количества органического вещества.

в верхних горизонтах. Это «сухие» почвы, на которых, при отдаленном уровне грунтовых вод, могут произрастать лишь ксерофиты.

4) Благодаря своеобразным водным свойствам (хорошая водопроницаемость и слабое испарение с поверхности почвы) в песках и песчаных почвах, даже в засушливых районах, преобладают нисходящие токи влаги, выносящие растворимые соли и питательные вещества из почвенных горизонтов в грунтовые воды.

5) Хорошая теплопроводность и малая теплоемкость песчаных почв (вследствие незначительной их влагоемкости) резко отличают песчаные почвы от суглинистых. Песчаные почвы прогреваются (а также и охлаждаются) быстрее, сильнее и на большую глубину, чем суглинистые почвы в тех же климатических условиях. Поэтому песчаные почвы (особенно на севере) обычно считают «теплыми» почвами, в отличие от «холодных» влагоемких глинистых почв. Это свойство песчаных почв используется при продвижении земледелия на север. Такая разница в тепловом режиме между глинистыми и песчаными почвами сохраняется и на юге, где урожай на песчаных почвах (как мы указывали выше) созревает обычно на 2—3 недели раньше, чем на смежных суглинистых.

6) Вследствие бедности минеральными и органическими коллоидами песчаные почвы обладают слабой поглотительной способностью. Органические вещества, благодаря хорошей аэрации и прогреваемости, быстро разлагаются, а продукты их разложения вымываются нисходящими токами влаги из корнеобитаемых горизонтов в грунтовые воды. Поэтому песчаные почвы отличаются неустойчивостью пищевого режима. Это — «голодные» почвы (Рэссель).

7) Малая связность песчаных почв облегчает обработку и дает возможность производить ранние посевы и обрабатывать почву сразу же после дождей; но в то же время малая связность песчаных почв обусловливает их подвижность и легкую подверженность процессам дефляции (развеванию) причем культурные растения «засекаются» и засыпаются песчинками, а песчаные почвы разрушаются и превращаются в сыпучие пески.

Поэтому при обработке песчаных почв приходится в первую очередь считаться с их малой связностью. При неправильной распашке, песчаные почвы особенно быстро разрушаются, теряют связность и превращаются в сыпучие пески. Вследствие этого распашку песчаных пространств (особенно на юге и юго-востоке) можно производить лишь при условии создания защит от ветра — мертвых (щиты и изгороди из тростника, хвороста) или живых (полезащитные полосы — садовые, лесосадовые, лесные, кустарниковые). В лесной и лесостепной зонах при посадке сосны часто производят лишь частичную обработку почвы (борозды, полосы, площадки), чтобы необработанные, покрытые естественной травянистой растительностью, междурядья играли роль защитных полос.

Рыхлость песчаных почв и песков весьма затрудняет транспорт и вообще передвижение на песках и удорожает дорожное строительство.

8) Применение удобрений на песчаных почвах и песках также отличается рядом особенностей.

Применяя удобрения на песчаных почвах (в первую очередь азотистые и калийные) приходится прежде всего считаться с ничтожной их поглотительной способностью, с недостатком влаги в почвах в сухое время года и с тем, что во влажный период минеральные удобрения легко вымываются из корнеобитаемых горизонтов. Вследствие этого при химизации песчаных почв вносят обычно частые, но минимальные дозы минеральных удобрений, учитывая периоды максимальной биологической поглотительной способности почв. Удобрения вносят в подпахотный, непересыхающий слой, так как в сухое время года (особенно на юге) верхние 20—25 см песчаных почв пересыхают. Чтобы предотвратить быстрое вымывание, выбирают обычно менее растворимые формы минеральных удобрений.

На участках песков с корнедоступными пресными грунтовыми водами или с прослоями суглинков, а также других связных пород, методы химизации могут быть изменены. Здесь можно использовать для целей химизации ряд отрицательных — при других условиях — свойств песчаных почв. Бедность коллоидальной частью, ничтожная поглотительная способность, большая водопроницаемость, малая влагоемкость—все эти свойства, которые играли отрицательную роль при удобрении песчаных почв с отдаленным уровнем грунтовых вод и лишенных суглинистых прослоек на корнедоступной глубине, здесь могут играть некоторую положительную роль. Здесь не нужно бояться, что удобрения будут вымыты из верхних горизонтов, наоборот, почва должна возможно быстро пропускать атмосферные осадки и растворенные питательные вещества (минеральные удобрения) до уровня грунтовых вод или суглинистых прослоек. Удобрения, вмытые в корнедоступные грунтовые воды, поднимаясь по капиллярам, будут почти целиком потребляться культурными растениями (более подробно см. С. Соболев, 1935). Точно так же влага и удобрения, опустившиеся до суглинистых прослоек, будут задержаны и впитаны, как губкой, последними и могут быть почти нацело использованы растениями. Таким образом, в песках может быть применена совершенно своеобразная система удобрения, основанная на удобрении не собственно почвы (в узком смысле этого слова,) а корнедоступных грунтовых вод и суглинистых подпочвенных прослоек.[1]

9) Известкование песчаных подзолистых почв также своеобразно. Так как реакция песчаных почв неустойчива, то известкование необходимо производить осторожно, применяя здесь вместо извести мергель и карбонатный лёсс.

Таким образом, подводя итоги, мы видим, что песчаные почвы — это весьма своеобразные почвы, это «теплые», но «сухие» и «голодные» почвы, отличающиеся неустойчивостью водного и пищевого режимов. В виду этого пригодность песчаных пространств с самыми разнообразными почвами

[1] Этот метод химизации грунтовых вод и суглинистых прослоек нуждается еще в дальнейшей разработке и опытной проверке.

(кроме, конечно, луговых, болотных, засоленных и солонцеватых) для тех или иных культур зависит, главным образом, от наличия на корнедоступной глубине прослоек более глинистых пород (лёссов, аллювиальных, флювио-гляциальных суглинков, глинистых коренных пород и продуктов их выветривания и т. п.), погребенных почв, пресных грунтовых вод. Поэтому при изучении песчаных пространств для целей освоения под сельскохозяйственные и лесные культуры особое внимание нужно уделять изучению их стратиграфии и гидрогеологии. Колоссальнейшее значение при освоении песчаных пространств (как мы увидим ниже) имеет мезорельеф, указывающий в большинстве случаев на глубину залегания базиса дефляции (т. е. прослоев суглинков, плотных коренных пород, зоны капиллярного подпятия грунтовых вод, прекращающих дефляцию).

Не меньшее значение имеет и общая геоморфология песчаных пространств, определяющая вместе со стратиграфией места зарождения потоков грунтовых вод, их направление и скорость движения.

Поэтому в нашей работе мы ставим себе основной целью обратить внимание почвоведов и мелиораторов на те специфические особенности песчаных пространств в отношении почв (грунтов), включая в это понятие и первый от поверхности горизонт грунтовых вод, без учета которых нельзя правильно запроектировать мероприятия по освоению песчаных пространств.

Настоящая работа рассчитана на почвоведов комплексных экспедиций, географов, мелиораторов, лесоводов и агрономов и рассматривает основные методы исследования геоморфологии и стратиграфии песчаных пространств, их мезорельефа, гидрогеологических условий и почвенного покрова.

На исследовании растительного покрова мы не останавливаемся вовсе, так как методика этих исследований достаточно полно изложена в существующих инструкциях.[1] В этой работе мы не рассматриваем также вопросов, относящихся к технике бурения, опытным откачкам, составлению карт гидроизогипс, гидроизобат и т. п., так как эти вопросы достаточно хорошо освещены в общих гидрогеологических руководствах и инструкциях.[2] Очень кратко мы рассматриваем и технику описания почвенных шурфов (разрезов), обращая внимание лишь на отдельные, наименее освещенные в литературе моменты, так как вся техника достаточно подробно изложена у А. Краснюка (1931),[3] С. Захарова (1925) и у других авторов, поэтому настоящая работа, как свидетельствует уже само название, не является инструкцией, но, излагая наименее разработанные до сего времени методы и приемы изучения песчаных пространств, имеет целью хотя бы частично восполнить существенный пробел в нашей методической литературе по исследованию песков.

[1] См. А. Г. Гаель. «Руководство к исследованию песков», Сельхозгиз, 1930 г., а также «Программы для геоботанических исследований», изд. Ботанического института Академии Наук СССР, 1932 г.

[2] См. списки инструкций, приведенные в конце работы.

[3] При всех ссылках в тексте на авторов см. приложенный список литературы.

ПРОЦЕСС ПОЛЕВОЙ РАБОТЫ И КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

Предварительное изучение литературных и картографических материалов

Перед началом экспедиционных работ необходимо детально ознакомиться со всеми основными материалами, относящимися к местности (району), в которой будут производиться исследования песчаных пространств. Необходимо собрать и изучить опубликованные и рукописные материалы по топографии, геоморфологии, геологии, гидрогеологии, почвам и растительности края, ознакомиться с основной литературой по географии, климату, агротехнике, опытному делу, мелиорации, экономике.[1]

Такая предварительная проработка материалов прежних исследований особенно нужна для правильного планирования полевых экспедиционных работ. Изучение района будущих исследований по литературным данным поможет правильно организовать полевые работы, ускорит получение результатов, даст значительную экономию времени и средств и, кроме того, значительно повысит качество работ.

Учитывая, что карта является основой для всех территориальных исследований (почвенных, геоморфологических, гидрогеологических, геологических, ботанических и пр.), необходимо особенно тщательно собрать и изучить все имеющиеся картографические материалы.[2] Для больших районов необходимо составить отчетные карточки исследованности территории в топографическом, геологическом, гидрогеологическом, почвенном и ботаническом отношениях.

Необходимо детально изучить топографические, почвенные, геоботанические, геологические, гидрогеологические и прочие карты района, сравнивая их между собою. При сопоставлении карт различного содержания и различного масштаба можно выявить ошибки и установить степень достоверности отдельных карт.

Отдельные ошибки и неясные места в картах легко исправить путем сравнительного анализа карт, а некоторые ошибки необходимо учесть для исправления их в поле, при проведении исследований.

Синтез материалов прежних исследований

В результате предварительного изучения литературных и картографических материалов, до выезда в поле, необходимо все проработанное синтезировать. Для этого нужно составить:

а) предварительную карту почвенно-геоморфологических районов;

б) предварительные классификации почв с таблицей основных показателей — диагностических признаков главнейших типов почв, материнских пород, форм рельефа;

[1] Главнейшие библиографические указатели см. в списках литературы.

[2] Сведения об имеющихся топографических картах можно получить в Геосправбюро (Москва, проезд Владимирова, 6).

в) предварительную классификацию типов почвенных комплексов и сочетаний;

г) предварительные легенды к картам, с условными знаками, удобными для пользования в поле.

Желательно также составить хотя бы схематическую предварительную почвенную карту подлежащих исследованию пространств в масштабе предполагаемой съемки, а также схематические гидрогеологические профили.[1]

На предварительной карте почвенно-геоморфологических районов необходимо указать (под номерами, с соответствующим описанием в записной книжке) все неясные и спорные места, пробелы, которые требуют выяснения в поле, а также все особо интересные обнажения, шурфы, колодцы и прочее. Кроме того, необходимо указать на карте места, где прежними исследователями взяты образцы для анализов и т. п.

Проработка литературных и картографических материалов с последующим синтезом, в зависимости от размеров подлежащей изучению территории, сложности геоморфологии, геологии, гидрогеологических условий, пестроты почвенного покрова и количества имеющихся для района материалов прежних исследований, требует обычно от 5—20 дней до 1—2 месяцев и более.

Выбор масштаба исследований

После окончания всех указанных выше работ приступают к выбору масштаба исследований.

Масштаб почвенных исследований и почвенной съемки устанавливается в зависимости от производственных и научных заданий исследования, специализации района и сложности почвенного покрова.

Обычно различают обзорные и детальные почвенные карты. Обзорные карты большею частью составляются в масштабах от 1 : 500 000 до 1 : 100 000. Эти карты дают общее представление о почвенном покрове района и могут служить одним из обоснований при составлении генеральных, т. е. общих, схематических проектов (планов) мелиоративных мероприятий, освоения песчаных пространств, проведения различных агротехнических мероприятий, организации территории и т. д. На основе этих карт планирование доводится обычно лишь до крупных территориальных единиц — областей, административных районов и т. п.

Детальные почвенные карты составляются обычно в масштабах 1 : 50 000—1 : 250. Карты в масштабе 1 : 50 000—1 : 10 000 обычно составляются для отдельных МТС, колхозов, совхозов. На карты таких масштабов наносятся основные комплексы почв и эти карты дают уже возможность планировать организацию территории, мелиоративные и агротехнические мероприятия в границах отдельных МТС, колхозов и совхозов, доводя планирование до полей севооборотов и до бригадных участков.

[1] Об этом см. более подробно в разделе IV.

Детальные карты в масштабах 1 : 5 000 — 1: 250 составляют обычно для отдельных небольших участков. Составление карт в таком крупном масштабе проводится с целью детального изучения почвенного покрова («ключи», опытные участки и пр.), причем при таких исследованиях на карту наносятся отдельные члены почвенного комплекса.

Если в районе участки с однообразным почвенным покровом чередуются с участками со сложным почвенным комплексом (например часть района — ровная, однообразная черноземная степь, а другая часть района представляет речную долину с очень сложным комплексом почв и т. п.), то в таких случаях необходимо применять дифференцированный масштаб, т. е. более сложные участки исследовать в более крупном масштабе, а более простые участки — в более мелком.

Такое применение дифференцированного масштаба обеспечит однородную ценность материалов для хозяйственного использования, а применение более мелкого масштаба для простых участков удешевит работу, не снижая ее качества.

Организационные работы перед выездом и по приезде на место работ

Установив масштаб исследований, составляют смету и календарный план исследований.

Одновременно проводится ряд работ организационного порядка по подготовке к выезду на полевые работы. В первую очередь необходимо закупить достаточное количество экземпляров топографических карт. Кроме крупномасштабных карт, необходимо для общей ориентировки иметь обзорные топографические карты в масштабе 1 : 200 000, 1 : 500 000, 1 : 420 000, 1 : 1 000 000 и т. п. Необходимо закупить также материалы и оборудование для производства полевых исследований. Все материалы и оборудование нужно тщательно проверить и составить опись. Особенно тщательно нужно проверить фотоаппараты (сделать пробные снимки до выезда в поле), буры, полевые лаборатории и точные инструменты (анероиды, геодезические инструменты и т. п.).

Приехав на место работ, нужно тщательно ознакомиться с местными материалами: картами, планами, рукописями, местными изданиями и коллекциями, которые сохраняются в местных учреждениях (областных, районных, сельских), музеях, хатах-лабораториях и у отдельных лиц. Кроме того, на месте работ почвенный отряд должен провести организационную работу: наладить связь с местными организациями, учреждениями, хатами-лабораториями, колхозным активом и местными специалистами, а также подыскать помещение, договориться о рабочих, наладить средства передвижения и пр. На организационный период, в зависимости от местных условий, затрачивается обычно от 1 до 5 и более дней.

Первая фаза исследований

Процесс полевой работы состоит из двух фаз исследования: маршрутно-рекогносцировочных исследований и следующего за ними детального исследования — съемки.

Маршрутно-рекогносцировочные исследования проводятся по маршрутам, которые были намечены заранее, на основании изучения литературных и картографических материалов.

При производстве маршрутно-рекогносцировочных исследований объезжая район, подлежащий исследованию, необходимо:

а) ознакомиться в натуре с главнейшими геоморфологическими чертами района;

б) описать главнейшие обнажения, чтобы составить общее представление о геологическом строении и гидрогеологических условиях района;

в) заложить и описать почвенные шурфы на наиболее типичных местах, чтобы получить общее представление о почвенных комплексах района и закономерностях в распределении отдельных комплексов;

г) ознакомиться в натуре с основными чертами в составе и распределении естественной и культурной растительности;

д) в типичных местах наметить профили и площадки — «ключи», которые должны будут дать точное представление о почвенных комплексах и почвообразующих породах района, чтобы при проведении второй фазы исследований можно было описать скважины и почвенные шурфы по этим профилям и площадкам;

е) отобрать образцы почв, горных пород и грунтовых вод и составить их списки, с указанием анализов, которые необходимо провести в первую очередь в лаборатории. Образцы со списками должны быть отосланы на место производства анализов;

ж) уточнить план дальнейших исследований (уточнить нормы исследований, уточнить расположение и количество профилей, ключей, скважин, а также количество зондировочных скважин, геологических и почвенных шурфов на единицу площади и т. п.).

Вторая фаза исследований, составление карт

Во вторую фазу полевых исследований необходимо:

а) установить границы основных геоморфологических районов;

б) установить геологическое строение, генезис и гидрогеологические условия каждого геоморфологического района;

в) установить типы почвенных комплексов и основные закономерности в распределении почвенных комплексов и отдельных почв; установить связь между отдельными типами и комплексами почв и условиями их залегания, а также и основные моменты генезиса и дальнейшего развития почвенного покрова;

г) составить уточненные предварительные классификации форм рельефа, почв, почвообразующих пород и механического состава, таблицы диагностических признаков главнейших почвенных типов, уточненные легенды и условные знаки к почвенной, геоморфологической, гидрогеологической и геологической картам и составить указанные карты в установленном масштабе.

Составление геологических, гидрогеологических и почвенных карт проводится путем закладки буровых скважин, геологических и почвенных шурфов, полуям и прикопок. Все скважины и шурфы закладываются, сообразуясь с орографией и геоморфологией района, так, чтобы все геоморфологические элементы района и основные элементы мезо- и микрорельфа были охарактеризованы. Кроме того, почвенные шурфы и прикопки закладываются при смене растительности (как естественной, так и культурной), при смене степени окультуренности и т. п.

Почвенную и геоморфологическую карты необходимо составить непременно в поле, в процессе исследования.[1] Составление карт на дому, после возвращения с поля, необходимо категорически воспретить. Такое «кабинетное» картирование, как сильно снижающее качество работы, необходимо рассматривать как нечестное, недобросовестное отношение к работе.

Каждый контур на карте должен быть занумерован и в записной книжке для каждого контура (с указанием номера) необходимо в поле дать краткое описание рельефа, микрорельефа, экспозиции, гидрогеологических условий, почвообразующих пород, механического состава, характера почвенного комплекса, растительности и современного использования данного контура. При камеральной обработке, на окончательной карте под каждым номером на контуре ставится площадь этого контура, вычисленная планиметром.

На почвенных картах необходимо для каждого контура, в границах генетического типа почвы, отмечать (а в случае хорошей выраженности и выделять в особые контуры) «культурные» варианты почв, отмечая как положительное, так и отрицательное влияние хозяйственной деятельности человека, например: обогащенные органическим веществом, темноокрашенные подзолистые почвы старых конопляников, где в течение ряда лет применялись в больших дозах органические удобрения; стойбища у водопоя для скота, обогащенные органическим веществом; смытые (эродированные) почвы на крутых склонах; подвергшиеся дефляции с перевеянным пахотным слоем (более светлым, чем подпахотный) супесчаные черноземы, где вследствие процессов дефляции выдута значительная часть мелкозема из пахотного слоя и т. п.

Каждый вечер, возвращаясь с поля, необходимо приводить в порядок свои карты, дневники и записи, систематизируя их и дополняя. Все записи на карте, в дневниках и в записных книжках производятся в поле простым

[1] Почвенные карты нужно составлять «не отходя от описанной ямы».

(не химическим)[1] карандашом, а записи и поправки (в дневниках и на карте) на дому необходимо делать чернилами или цветным карандашом, чтобы при обработке автор мог отличить эти записи и поправки от непосредственных наблюдений в поле, когда перед глазами было изучаемое явление. Вечером же после возвращения с поля необходимо переносить все контуры, а также все скважины, геологические шурфы и почвенные разрезы на другой экземпляр карты, и этот другой экземпляр карты необходимо выполнять уже тушью, иллюминуя цветными карандашами и соответственно оформляя.

Если во время обработки записей и карт обнаружится какая-нибудь недоделка, ошибка или неясность, необходимо вернуться в поле и там, на месте работ, исправить карту или запись.

Обработку полевых материалов (карт, записей, профилей и проч.) необходимо вести в полевой период все время, по мере накопления их. Исследователь, накапливающий материалы полевых наблюдений и откладывающий их обработку и синтез на камеральный период, всегда рискует сделать очень крупные и притом часто непоправимые ошибки и пробелы.

В результате второй фазы исследований к концу полевых работ должны быть закончены:

а) полевые геоморфологические, геологические, гидрогеологические и почвенные карты в установленном масштабе, а также копии их, вытянутые тушью и раскрашенные цветными карандашами. На карты должны быть нанесены все документирующие их данные: обнажения, буровые скважины, геологические и почвенные шурфы, полуямы и прикопки с их нумерацией;

б) уточненные полевые классификации форм рельефа, почв, почвообразующих пород и механического состава;

в) описания контуров карт;

г) краткая пояснительная записка к картам с предварительными производственными (прикладными) выводами.

Для составления записки должны быть использованы анализы образцов, отобранных при проведении первой фазы исследований.

д) Должны быть отобраны образцы и составлена опись этих образцов для отсылки в лабораторию с обозначением анализов, которые необходимо провести (вторая очередь анализов).

Должны быть составлены:

е) опись графических материалов (карт, профилей и проч.), дневников и записных книжек с записями наблюдений, описаниями контуров карт и т. д.;

ж) опись и коллекции собранных образцов, монолитов и прочего.

Все образцы, а также оборудование, должны быть тщательно упакованы в ящики и готовы к отсылке.

[1] Записи, сделанные химическим карандашом, непрочны и в дождливую погоду расплываются.

В полевой период из 24 рабочих дней в месяц на почвенную съемку обычно затрачивается 16—18 дней, а на предварительную камеральную обработку — около 6—8 дней.

Для приведения всех указанных выше материалов в полный порядок после окончания полевых работ, а также для ликвидации всех работ экспедиции обычно затрачивается от 3 до 15 и более дней, в зависимости от размеров и сложности района и количества собранного материала.

Камеральная обработка

По возвращении с полевых работ необходимо уже не в общих чертах, а детально вторично проработать всю литературу, относящуюся к району исследований, детально обработать собранные материалы, выбрать образцы почв, горных пород и грунтовых вод для проведения необходимых аналитических работ. Затем, на основании всех материалов (полевых и лабораторных) и литературных данных, необходимо составить окончательные классификации форм рельефа, почв, почвообразующих пород, механического состава. На основе этих классификаций составляются окончательные карты и отчет о произведенных исследованиях. В отчете необходимо привести возможно полный список использованных карт и описательного литературного материала с краткими аннотациями, чтобы на основании этого списка и аннотаций можно было получить ясное представление об истории исследований и характере главнейших работ предшественников. Следующие разделы отчета о произведенных исследованиях посвящаются изложению фактического материала и выводам по вопросам геоморфологии, стратиграфии, гидрогеологии, растительности и почв песчаных пространств и прилегающих к ним территорий, с указаниями перспектив освоения песчаных пространств и методов их мелиорации.

Необходимо в окончательном отчете все материалы синтезировать и изложить в таком виде, чтобы дать четкое представление о генезисе песчаных пространств, о характере и направлении происходящих на этих пространствах процессов; лишь установив, хотя бы в основных чертах, генезис песчаных пространств характер и направление протекающих в них процессов, можно, исходя из плановых народнохозяйственных заданий, правильно наметить основные мероприятия по освоению и мелиорации песчаных пространств.

В предыдущих разделах этой главы мы указывали, что к концу полевых работ все фактические материалы (включая и часть аналитических данных) должны быть в основных чертах уже обработаны, предварительные полевые карты составлены. Однако окончательная камеральная обработка не может быть закончена в полевой период. Для научной обработки всех собранных материалов и их синтеза обычно затрачивается значительное время.

Соотношение между временем, затраченным на полевые работы, и временем, необходимым для проведения камеральных работ после окончания полевых работ, обычно колеблется от 1 : 1 до 1 : 3, т. е. на месяц полевой работы затрачивается от 1 до 3 месяцев камеральной работы.

В следующих разделах мы рассмотрим более подробно методы экспедиционных исследований песчаных пространств.

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОМОРФОЛОГИИ, ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ГИДРОГЕОЛОГИИ ПЕСЧАНЫХ ПРОСТРАНСТВ. ПРОВЕДЕНИЕ ПОЛЕВЫХ РАБОТ И ТЕХНИКА БУРЕНИЯ

При исследовании геоморфологии, геологического строения и гидрогеологических условий песчаных пространств, кроме проведения работ, указанных в предыдущей главе (в разделах «предварительное изучение литературных и картографических материалов» и «синтез материалов прежних исследований»), необходимо еще до выезда в поле изучить и геоморфологически проработать существующие карты. Нужно изучить высоты (отметки) водоразделов, коренных берегов и отдельных террас речных долин и меженных уровней рек; изучить направление и характер ветвления рек и оврагов (сопоставив с геологическим строением района); изучить и выделить речные террасы.

На топографических картах обычно легко выделять поймы (заливные или луговые террасы), бугристые пески песчаных террас и хорошо выраженные в рельефе уступы террас. Один экземпляр карты до выезда в поле необходимо иллюминовать, выделив и окрасив цветными карандашами поймы, песчаные террасы, уступы песчаных и глинистых (лёссовых) террас, коренные берега, плато и проведя линии водоразделов. На карту также нужно нанести, как указывалось в предыдущей главе, условными знаками, под соответствующими номерами, все наиболее характерные, а также требующие выяснения в поле, шурфы, буровые скважины, обнажения, колодцы, родники и пр. Составленная до выезда в поле геоморфологическая карта будет схематична, местами может быть даже ошибочна, но эта карта даст общее представление о геоморфологии района, и при работе в поле будет ясно, на что в первую очередь нужно обратить внимание.

До выезда в поле необходимо, на основании изучения литературных материалов и карт, наметить на карте маршруты исследований и нивелировочные ходы. Нивелировочные ходы (геодезическая и барометрическая нивелировка) намечаются перпендикулярно главнейшим водоразделам и долинам в наиболее характерных местах. Для выяснения высоты отдельных террас и составления продольных профилей террас необходимо намечать нивелировочные ходы и вдоль речных долин, по выделенным для изучения террасам. До проведения нивелировочных работ намеченные на карте нивелировочные ходы необходимо просмотреть в натуре и соответственно инструктировать производителя работ — нивелировщика, чтобы при нивелировке учитывались все характерные перегибы рельефа.[1]

Все отметки, полученные при нивелировке, необходимо привести к уровню моря, а на отдельных поперечных профилях долины — и к меженному уровню реки (террасы которой изучаются).

Одновременно с планом нивелировочных работ составляется план буровых и шурфовочных работ. Размещение буровых скважин и шурфов должно быть тесно увязано с нивелировочными работами, чтобы нивелировочные профили были освещены геологически.

Буровые скважины и шурфы должны быть запроектированы до выезда в поле, нанесены на карту и расположены так, чтобы осветить строение главнейших геоморфологических элементов долины и строение наиболее характерных типов мезорельефа в пределах этих элементов.

В процессе полевой работы, когда более точно будет выяснена геоморфология речных долин, необходимо уточнить расположение скважин, шурфов и геологических профилей, в случае же надобности заложить дополнительные нивелировочные и геологические профили в типичных местах долин, где лучше сохранились уступы террас или где выражен полностью весь комплекс террас.

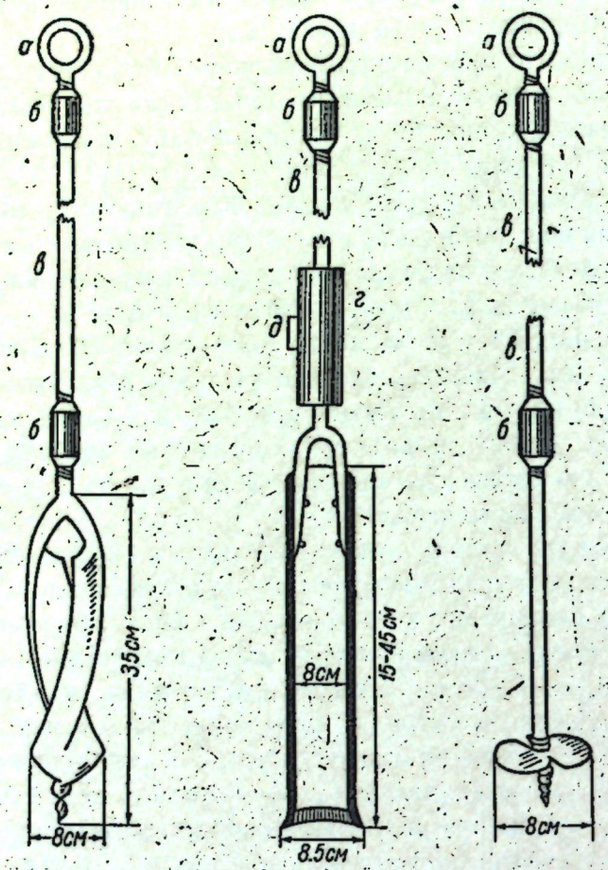
При проведении полевых работ детально изучается геоморфология района. Описываются типичные формы рельефа, причем наиболее типичные формы рельефа необходимо, кроме описания, зарисовать или фотографировать. Для изучения строения отдельных геоморфологических элементов и установления их возраста, а также для изучения гидрогеологических условий, описываются обнажения, шурфы, буровые скважины, колодцы, выемки и пр. Тщательно отбираются образцы пород и грунтовых вод и собираются все палеонтологические и археологические остатки.

При проведении всех этих исследований на песчаных пространствах приходится особенно широко применять зондировочное и разведочное бурение. Закладка шурфов, дающих наиболее точные данные о строении четвертичных отложений, на песчаных пространствах, обычно требует очень много времени, так как сопряжена с дорогостоящими работами по креплению шурфов и, кроме того, не всегда технически возможна. Все это вынуждает при изучении песчаных пространств в местах, где невозможна или затруднительна закладка шурфов, проводить бурение.

При производстве бурения следует на месте работ вести буровой журнал, а после окончания бурения необходимо на месте же работ составлять геологические колонки скважин, гидрогеологические профили и блокдиаграммы. В буровом журнале нужно тщательно записывать все наблюдения за характером и изменениями проходимых скважиной отложений и водоносных горизонтов, отмечая условия залегания, глубину залегания, мощ-

[1] Иногда наблюдалось, что нивелировщики, не зная задач исследования, в целях ускорения и облегчения работы, «смазывают» рельеф, проводя нивелировочные профили через речные долины, по дамбам, мостам, выемкам дорог и пр.

ность и характер переходов от одной породы к другой. При прохождении водоносных горизонтов важно особенно тщательно следить за появлением и установлением уровня воды, определяя генезис водоносных горизонтов, их дебит и напор.



Фиг. 1. Буры для производства неглубокого (зондировочного) бурения, без обсадных труб, до первого уровня грунтовых вод.

А (крайний слева) — бур системы Розанова: *а* — ушко для рукоятки, *б* — соединительная муфта, *в* — штанга; *В* (средний) — ударный бур — «стакан», обозначения «а», «б», «в» — те же, что и на предыдущей фигуре (*А*); *г* — груз, *д* — винт, закрепляющий груз на штанге. (Бурение может производиться при помощи штанг или на веревке). *В* — тарелочный бур; обозначения «а», «б», «в» — те же, что для фиг. *А*.

Для изучения стратиграфии отложений до уровня грунтовых вод, а также для изучения зеркала верхних свободных грунтовых вод в песках, обычно широко применяется закладка неглубоких (зондировочных) скважин. Бурение при этом ведется без обсадных труб, специальными легкими бурами (фиг. 1). Начиная такое бурение, необходимо сначала вырыть неглубокий (до $^1/_2$ метра) шурф, чтобы удалить пересохший с поверхности песок; на дне такого шурфа и проводится бурение.

На технике описания геологических шурфов мы не останавливаемся, так как этот вопрос разбирается ниже в разделе об исследовании почв.[1]

Разделение песков по генезису и геоморфологическим условиям их залегания

В результате проведения полевых исследований необходимо установить генезис песчаных пространств, геоморфологические условия их залегания, стратиграфию четвертичных и подстилающих коренных отложений, а также гидрогеологические условия исследуемого района.

По генезису пески (песчаные пространства) разделяются на:

1) аллювиальные и аллювиально-озерные (аллювиально-морские), где пески отложены аллювиальными потоками, имевшими или имеющими постоянные русла;

2) флювио-гляциальные, где пески отложены водами неоформившихся потоков, вытекавшими из-под ледника последнего и более ранних оледенений;

3) морские, где пески отложены на морских побережьях водами моря;

4) эоловые, где пески различного происхождения подверглись эоловой переработке и переотложены ветром.

В степи и лесостепи Европейской части СССР распространены, главным образом, аллювиальные пески.

Флювио-гляциальные пески, покрывающие как бы плащем водоразделы, распространены лишь в более северной — лесной — зоне, а в зоне степи и лесостепи мы их находим обычно лишь в погребенном состоянии, под лёссом или аналогичными ему образованиями (Днепровский и Донской ледниковые языки).

Морские пески встречаются преимущественно в области полупустыни или пустыни (например, часть прикаспийских песков), а в области степи морские пески образуют и покрывают лишь небольшие острова и косы в Черном море (о. Тендер, Джарылгач и др.).

Эоловые песчаные образования будут рассмотрены детально в разделе мезорельефа. Эоловые процессы в условиях степи и лесостепи обычно перерабатывают лишь незначительную поверхностную толщу аллювиальных песков и создают своеобразный эоловый мезорельеф. Эоловые пески, образовавшиеся в результате выветривания и ветрового переотложения коренных пород (песчаников и пр.), чрезвычайно редки в условиях степи и лесостепи Европейской части СССР.

Поэтому в настоящей работе, посвященной пескам степи и лесостепи Европейской части СССР, мы рассмотрим лишь генезис, геоморфологию,

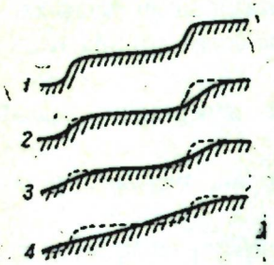
[1] Подробные сведения о технике бурения можно получить в следующих работах:
О. К. Ланге. Краткий курс общей гидрогеологии, 2-е изд., 1933.
М. Кайков. Бурение на воду и устройство трубчатых колодцев, 1932.
А. П. Коротеев. Спутник гидрогеолога, 1936.

стратиграфию и гидрогеологию аллювиальных и аллювиально-озерных песков.

Эти образования в геоморфологическом отношении можно разделить на: долинные аллювиальные пески, приуроченные к речным долинам и к речным террасам, и дельтовые пески, отложенные реками в озеровидных расширениях, как, например, аллювиальные равнины — полесья, а также в морях и озерах (дельты).

Террасы речных долин

При изучении песков речных долин нельзя ограничиваться изучением только песчаных террас; необходимо изучать всю речную долину в целом, так как в противном случае можно неверно осветить целый ряд вопросов, имеющих теоретическое и практическое значение, например: генезис и возраст песчаных террас, их положение в долине реки и связь со всем комплексом террас долины, источники питания грунтовых вод песчаных террас, источники засоления или заболачивания отдельных участков, генезис песчаных почв и пр.



Фиг. 2. Постепенное сглаживание уступов речных террас по акад. В. А. Обручеву (1932).

Изучая геоморфологию речной долины в целом, выделяя на карте и описывая речные террасы,[1] необходимо помнить, что «террасы не всегда представляют достаточно резко выраженные уступы. Их откосы, в особенности у террас накопления, имеют естественную тенденцию сглаживаться, становиться более пологими, вследствие выветривания, смыва, сползания образующегося делювия. Поэтому вместо уступов у старых террас часто можно видеть только более или менее сглаженный откос (фиг. 2); об этом следует помнить, чтобы не пропустить подобное выражение имевшего места врезания реки».[2]

При изучении террас речных долин необходимо учитывать, что каждая терраса является остатком древнего русла (дна долины) и самое формирование террас связано с изменением силы деятельности потока или с изменением поверхности земли (Д. Мушкетов, Я. Эдельштейн, И. Щукин, С. Соболев и др.). При изменении силы деятельности потока, вследствие климатических причин, как-то: увеличения общего количества осадков, таяния ледников, или вследствие увеличения площади бассейна реки путем перехвата соседних рек, а также вследствие изменения количества обломочного материала, поступающего в реку, и пр. (при неизменности базиса эрозии), формируются террасы, в общем параллельные друг другу и меженному уровню реки. При опускании же базиса эрозии (уровня моря, океана,

[1] Речными террасами мы называем площадки на склонах долины, обычно отделенные друг от друга уступами и возникшие в результате эрозионной или аккумулятивной деятельности реки.

[2] Акад. В. А. Обручев. «Полевая геология», 1932.

озера) террасы уже не параллельны друг другу — они расходятся к устью, т. е. вертикальное расстояние между террасами увеличивается. В случае же поднятия верховья реки при неизменном положении базиса эрозии, террасы расходятся от устья к верховьям. Наиболее часто террасы вдоль течения крупной реки не параллельны друг другу и не сохраняют постоянной высоты над современным уровнем реки. Это объясняется неравномерными эпейрогеническими движениями (т. е. медленными вертикальными вековыми колебаниями, без резкого изменения первоначального залегания пластов) земной коры. В районах, эпейрогенически поднимающихся, террасы расходятся, т. е. вертикальное расстояние между террасами увеличивается. В районах, эпейрогенически опускающихся, террасы сходятся, и иногда более древние террасы исчезают, уходя под уровень более молодых террас и даже под уровень современной реки (погребенные террасы). Таким образом, изучив террасы речной долины, можно с достаточной достоверностью судить о характере и направлении эпейрогенических движений земной коры; об эвстатических колебаниях уровня моря и о количестве и характере климатических колебаний (климатические террасы), связанных в большинстве случаев с оледенениями четвертичного периода.

При изучении террас необходимо путем сопоставления поперечных и продольных профилей долины точно установить гипсометрическое положение отдельных террас, их абсолютные высоты и высоты над меженью реки, связь террас друг с другом, с современной поймой и с меженным уровнем реки, а также их стратиграфию и возраст (см. ниже). Нужно при этом выделить террасы, имеющие общее значение, и особо следует описать местные террасы, генезис которых связан с местными оползневыми явлениями, с различной сопротивляемостью отдельных слоев горных пород денудации и пр. Следует выяснить связь между террасами главной реки и ее притоков и террасами овражно-балочной сети. При изучении возраста террас необходимо установить: «1) когда образовалось коренное дно (ложе) террасы, созданное боковой эрозией; 2) когда происходило накопление наносов, слагающих террасу и показывающих переход данного отрезка речной долины из области стока в область отложения, и 3) когда образовался террасовый уступ, свидетельствующий о врезании реки в свои же наносы, т. е. о переходе данного отрезка речной долины из области отложения в область размыва».[1]

Практикующееся до сего времени определение возраста террасы по возрасту пород, слагающих поверхность террасы, обычно ведет к неправильным выводам, так как при этом древнюю систему погребенных террас (которые у нас весьма распространены), покрытых слоем послеледниковых песков, многие авторы обычно относят ко вторым послеледниковым песчаным террасам. Необходимо, как указывает акад. В. А. Обручев, точно учитывать моменты формирования отдельных составных частей (элементов) террасы. Лишь тогда можно сопоставлять террасы между собою по воз-

[1] Акад. В. А. Обручев. «Полевая геология», 1932.

расту, по высоте и таким образом восстанавливать для изучаемого района историю формирования рельефа с момента возникновения гидрографической сети.

Не останавливаясь на описании всего комплекса террас долин, что не входит в задачу настоящей работы и достаточно хорошо уже изложено в общих руководствах по геоморфологии, перейдем к описанию песчаных речных террас.

Песчаные террасы

Песчаные террасы речных долин, как будет видно из дальнейшего изложения, часто представляют довольно сложный комплекс террас, различающихся между собою и по генезису, и по высоте над меженью реки, и по стратиграфии, и по возрасту. Сходны эти террасы лишь по характеру покрывающих их песчаных отложений, образовавшихся, повидимому, после отложения лёссовой толщи в одну из стадий отступания вюрмского ледника.[1] Поэтому довольно распространенная в наше время точка зрения, что песчаные или боровые террасы — это вторые (надпойменные) террасы речных долин, которые обычно имеют высоту 8—12 метров, далеко не всегда верна. Такое обобщение отражает лишь частный случай, к тому же сравнительно мало распространенный. Основанием для обобщения, видимо, послужил возраст покрывающих песчаные террасы молодых послелёссовых песков. Исследования последних лет показали, что под этими песками часто находится целая серия погребенных террас, рельеф которых как бы «просвечивает» через покров песков.

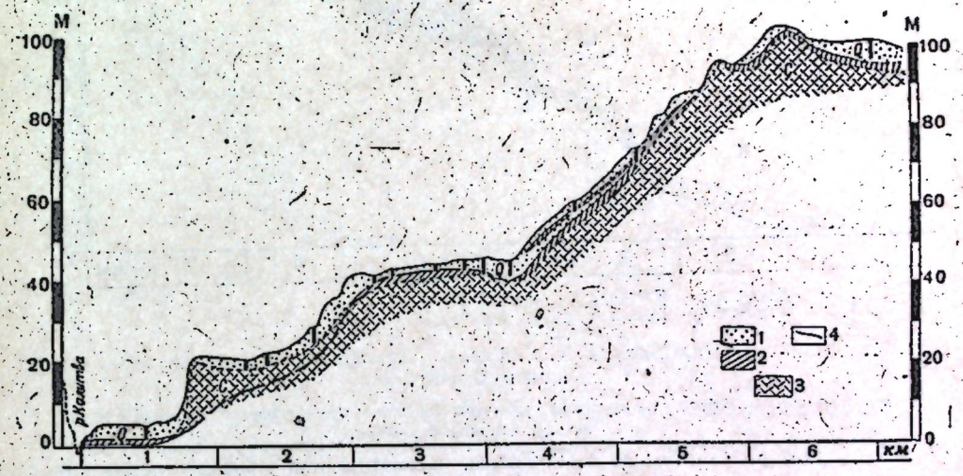
По генезису и по геологическому строению необходимо различать следующие типы песчаных террас:

1. Эрозионные террасы (синонимы: скульптурные, коренные, скалистые террасы, террасы размыва). Эти террасы сложены обычно коренными породами и формируются в тех случаях, когда, благодаря энергичному процессу глубинной эрозии, долина реки врезалась в свое коренное ложе при каждом цикле эрозии на значительную глубину, аккумуляция же была настолько незначительна, что последующие процессы денудации нацело смыли тонкий слой аллювия с поверхности эрозионных террас.

Эрозионные песчаные террасы мало распространены. Они формируются лишь в тех случаях, когда коренные породы, слагающие долины, представлены песками. Примером могут служит эрозионные террасы правого берега Северного Донца, у Биологической станции, ниже города Змиева. Здесь правый коренной берег сложен песками харьковского яруса (палеоген), и правобережная эрозионная терраса на большем своем протяжении лишена аллювиального покрова.

2. Эрозионно-аккумулятивные террасы (синоним: приспособленные эрозионно-аккумулятивные террасы), т. е. террасы, сложенные в основном коренными породами, но с плащом аллювия. Аллювий здесь лежит на эрозионных уступах коренного ложа. Эрозионно-аккумулятивные террасы обычно свидетельствуют о менее энергичной эрозии, сменившейся аккумуляцией. Однако, как и в предыдущем случае, долина реки здесь также врезалась в свое коренное ложе при каждом цикле эрозии. В зависимости от мощности аллювиальных отложений, покрывающих эрозионные террасы, можно выделить два варианта этого типа террас.

[1] Этот вопрос еще не достаточно ясен и требует специальной проработки.



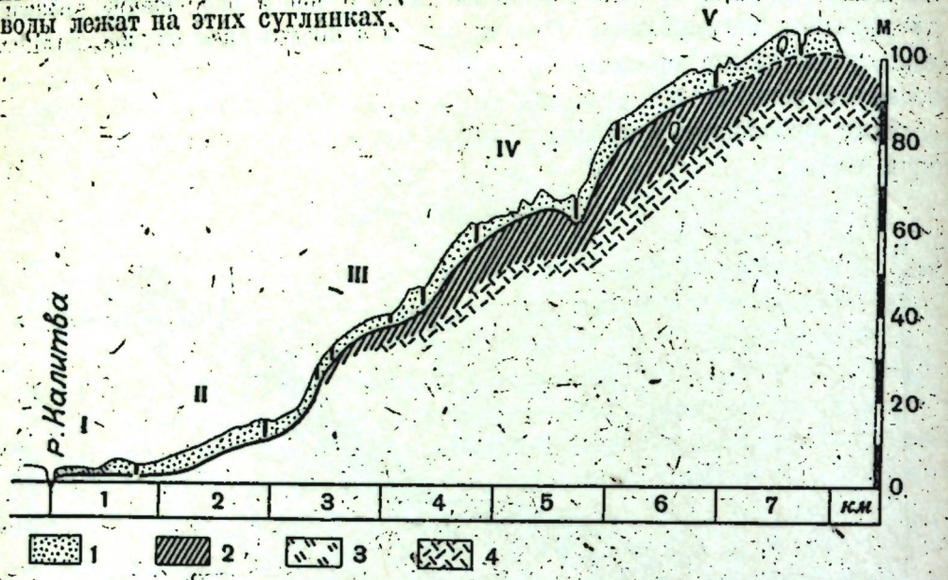
Фиг. 3. Долина р. Калитвы по А. Г. Гаелю (1930). Схематический профиль у станицы Усть-Белокалитвенской от уреза воды в р. Калитве на водоразделе Калитва — Донец.

Q — нерасчлененные по возрасту четвертичные отложения; *C* — каменноугольные отложения; *1* — пески *2* — суглинки; *3* — нерасчлененные по механическому составу коренные породы.

Первый вариант представлен на фиг. 3—8. Как видно из этих рисунков, мощность аллювиальных песчаных отложений, покрывающих эрозионные террасы, невелика. Поэтому высоты песчаных террас и их рельеф в основном зависят от высот и рельефа погребенных эрозионных уступов (террас). Рельеф этих погребенных террас как бы просвечивает, в несколько сглаженном виде, сквозь плащ песков. Гидрогеологические условия песчаных террас этого типа также целиком зависят от коренных пород. Рассмотрим подробнее эти террасы.

На фиг. 3 изображена долина реки Калитвы, профиль проходит от реки Калитвы до водораздела Калитва — Донец у станицы Усть-Белокалитвенской. Здесь кроме поймы имеются три хорошо выраженных эрозионно-аккумулятивных террасы. Эти террасы врезаны в коренные породы каменноугольного возраста и покрыты лишь тонким слоем аллювиальных песков с прослоями суглинка, иногда подстилаемых делювиальным суглинком.

На фиг. 4 изображена долина реки Калитвы, [1] причем профиль прошел через Большинскую дачу. На рисунке хорошо видны уступы террас. Здесь пески тонким слоем покрывают деловиальные суглинки и грунтовые воды лежат на этих суглинках.

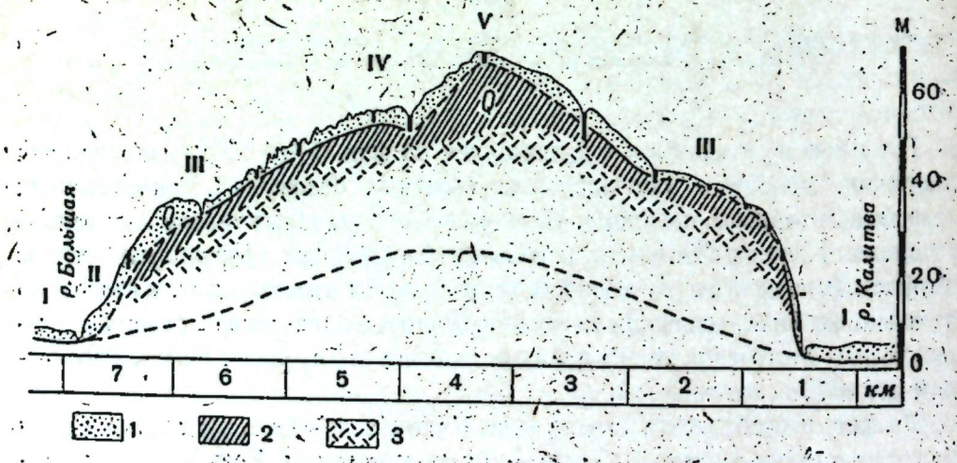


Фиг. 4. Долина р. Калитвы по А. Г. Гаелю. Схематический профиль через Большинскую дачу.

Q — нерасчлененные по возрасту четвертичные отложения; *1* — пески; *2* — суглинки; *3* — супеси; *4* — кварцитовый песчаник и мергели.

Фиг. 5. Долина р. Калитвы по А. Г. Гаелю. Схематический профиль через Большинскую дачу.

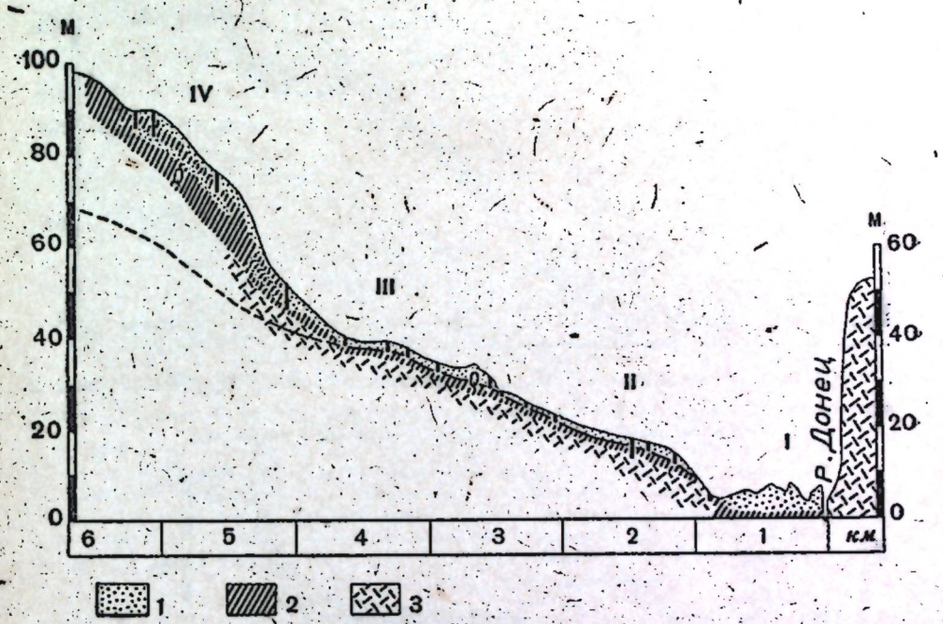
Q — нерасчлененные по возрасту четвертичные отложения; *1* — пески; *2* — суглинки; *3* — кварцитовый песчаник и мергели.



На фиг. 5 также изображена долина р. Калитвы. Уступы эрозионных террас и здесь хорошо выражены.

[1] А. Г. Гаель любезно предоставил в наше распоряжение ряд неопубликованных профилей долин, за что выражаем ему благодарность.

Фиг. 6 изображает долину реки Северного Донца, причем профиль прошел здесь через Богатовские мочаги. На этом профиле видно, что р. Донец, кроме поймы, имеет ряд погребенных эрозионных террас, покрытых тонким слоем древнеаллювиальных песков, иногда с прослоями суглинков. Под песками на каменноугольных породах залегает слой суглинков.



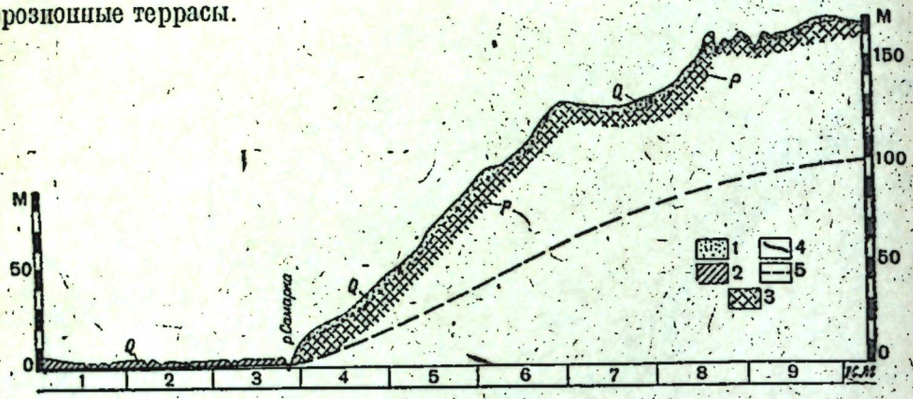
Фиг. 6. Долина р. Северный Донец по А. Г. Гаелю. Схематический профиль через Богатовские мочаги.

Q — нерасчлененные по возрасту четвертичные отложения; *1* — пески; *2* — суглинки; *3* — нерасчлененные по литологическому составу коренные породы.

На фиг. 7 и 8 изображены профили р. Самарки, где мы также видим хорошо выраженные уступы эрозионных террас, покрытых слоем аллювиальных песков, иногда с прослоями суглинка. Слой песков весьма незначителен и поэтому, как и в предыдущих случаях, общий рельеф террас и их гидрогеология целиком зависят от рельефа и гидрогеологии погребенных эрозионных террас и слагающих их пермских глин и пестрых мергелей.

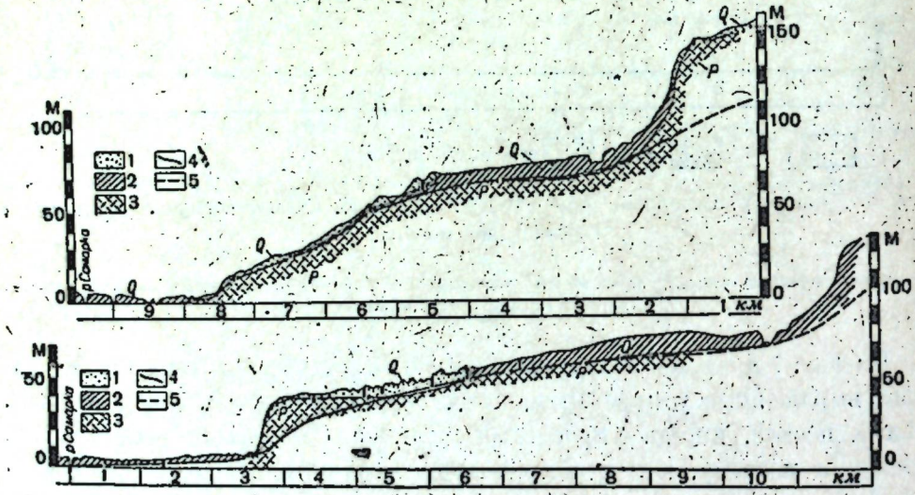
Необходимо подчеркнуть, что древнеаллювиальные послетретичные пески в долине р. Калитвы залегают на высотах от 20 до 100 м с лишним, в долине р. Сев. Донца до 90 м, а в долине р. Самарки пески залегают на высотах свыше 160 м над меженью реки. Эти данные лишний раз показывают, насколько условно и неверно распространенное в настоящее время обобщение, по которому высоты песчаных террас не превосходят 12 метров.

Второй вариант эрозионно-аккумулятивных песчаных террас изображен на фиг. 9. Террасы здесь также врезаны в коренные породы, но мощность аллювия, слагающего террасы, настолько значительна, что общий рельеф этих террас и их гидрогеология сравнительно слабо связаны с рельефом и гидрогеологией подстилающих коренных пород, слагающих эрозионные террасы.



Фиг. 7. Долина р. Самарки по А. Г. Гаелю. Схематический профиль через Тоцкие лагери.

Q — нерасчлененные по возрасту четвертичные отложения; *P* — пермские отложения; *1* — пески; *2* — суглинки *3* — красные глины и пестрые мергели; *4, 5* — уровень грунтовых вод.

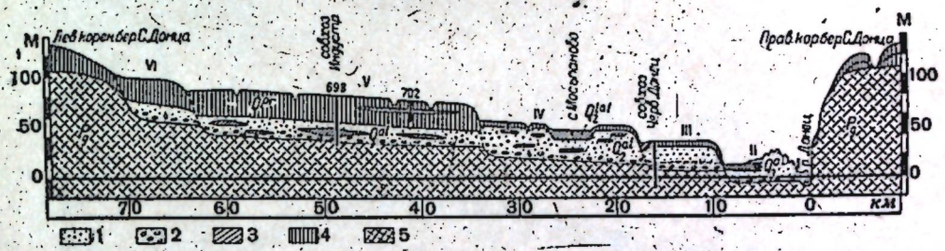


Фиг. 8. Долина р. Самарки по А. Г. Гаелю. Верхний схематический профиль у села Каменная Сарма. Нижний схематический профиль через сел.-хоз. коммуну «Спутник», мимо села Н. Тепловка.

Q — нерасчлененные по возрасту четвертичные отложения; *P* — пермские отложения; *1* — пески; *2* — суглинки; *3* — нерасчлененные по литологическому составу коренные породы; *4, 5* — уровень грунтовых вод.

На фиг. 9 изображены террасы р. Северного Донца, ниже гор. Змиева. На профиле (полусхематическом) мы видим 6 эрозионно-аккумулятивных террас. Каждая терраса соответствует погребенной эрозионной террасе, врезанной в коренные породы (нижнетретичные пески). Террасы здесь прислонены друг к другу. Мощность аллювия, покрывающего эрозионные

террасы, настолько велика, что рельеф поверхности террас чрезвычайно слабо связан с рельефом коренных пород. Песчаная терраса составляет здесь лишь одну (вторую) надпойменную террасу, и высота ее колеблется от 20 до 50 м над меженным уровнем Донца. Благодаря значительной мощности древнеаллювиальных песков, слагающих песчаную террасу, и своеобразному рельефу, гидрогеологические условия песчаной террасы отличаются рядом особенностей. Песчаные отложения в этом отрезке долины Донца представляют собою как бы высокий прирусловый вал. В этом прирусловом валу имеются свои пресные грунтовые воды, покоящиеся на общем уровне засоленных грунтовых вод долины. Эти грунтовые воды стекают, с одной стороны, в область поймы р. Донца, а с другой — в притеррасное понижение перед третьей лёссовой террасой. Благодаря этому, на песчаной террасе наблюдается своеобразное распределение почв. В самых высоких точках террасы, представляющих собою область зарождения потоков грунтовых вод и область выщелачивания, грунтовые воды пресные, и здесь распространены подзолистые песчаные почвы, а в низинах сфагновые верховые и переходные болотца. По мере понижения террасы грунтовые воды на своем пути обогащаются солями, и здесь в почвенном покрове преобладают уже песчаные черноземы, а в низинах — луговые, вскипающие с поверхности, карбонатные почвы и низинные гипновые болота. В тех же местах, где грунтовые воды песчаной террасы выходят на поверхность — у уступа третьей лёссовой террасы, грунтовые воды засолены, а в почвенном покрове распространены хлоридо-сульфатные и содовые солончаки и солонцы.



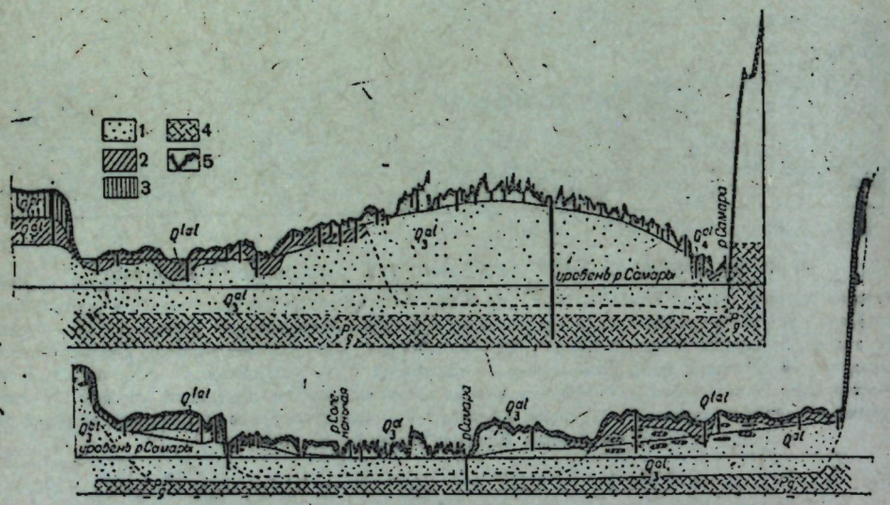
Фиг. 9. Долина р. Северный Донец у г. Змиева по С. Соболеву.

I — первая терраса (пойма); *II, III, IV, V, VI* — 2-я, 3-я и последующие террасы; *Q* — нерасчлененные по возрасту четвертичные отложения; Q_1 — древний отдел квартера (доминдельские отложения); Q_2 — средний отдел (отложения миндель-рисские и рисские); Q_3 — новый отдел (рисс-вюрмские, вюрмские и неовюрмские отложения); Q_4 — современный отдел (послеледниковые отложения); P_g — нижнетретичные отложения (палеоген); *al* — аллювиальные отложения; *pr* — проблематические отложения (лёссы и лёссовидные породы); *1* — пески; *2* — пески с гравием и галькой; *3* — суглинки; *4* — лёссы; *5* — нерасчлененные по механическому составу коренные породы. (Профиль полусхематический).

3) Аккумулятивные террасы (синонимы: аллювиальные террасы, террасы накопления), т. е. террасы, сложенные аллювиальными отложениями. По строению здесь можно выделить три варианта террас: прислоненные аккумулятивные террасы, вложенные террасы и наложенные террасы (система погребенных террас).

Прислоненные аккумулятивные террасы. В этом случае, как и у всех описываемых ниже аккумулятивных террас, коренное

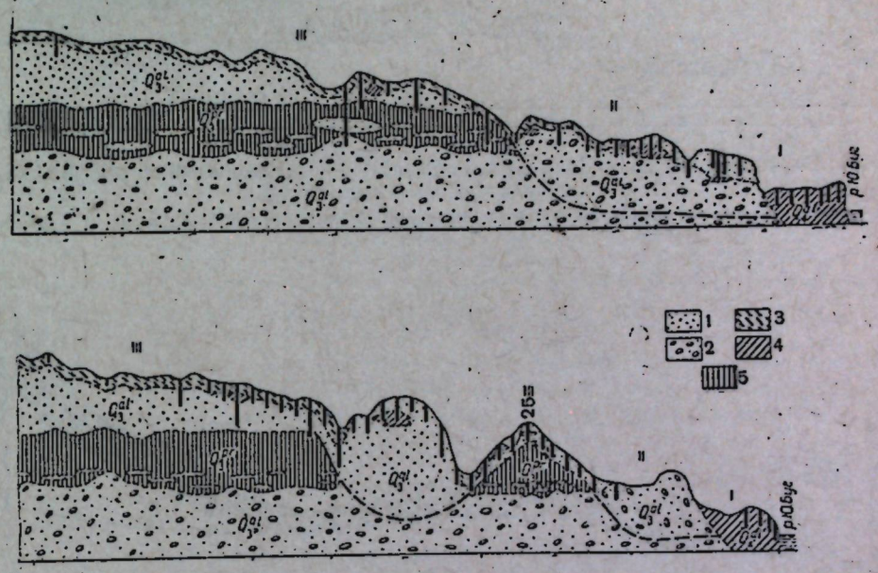
ложе долины могло в основном быть выработано в течение одного цикла эрозии. Впоследствии, когда эрозия сменилась аккумуляцией, долина была заполнена аллювием. Последующие циклы эрозии, благодаря которым сформировалась терраса, прорезали всю толщу аллювия, но не затрагивали коренных пород ложа долины. Благодаря этому, получился ряд прислоненных друг к другу террас. Примером могут служить более высокие террасы реки Самары-Днепровской, изображенные на фиг. 10. Здесь, как установлено многочисленными буровыми скважинами, дно долины сложено песками харьковского яруса (палеоген), причем эти коренные породы залегают под всеми террасами на одном уровне.



Фиг. 10. Долина р. Самары-Днепровской по С. Соболеву (1934). Верхний схематический профиль у с. Знаменки и нижний схематический профиль через г. Новомосковск.

Q — нерасчлененные по возрасту четвертичные отложения; Q_3 — новый отдел квартера; Q_1 — современный отдел квартера; P_g — нижнетретичные отложения (палеоген); *al* — аллювиальные отложения; *lal* — аллювиально-озерные отложения; *pr* — проблематические отложения (лёссы и лёссовидные породы); *1* — пески; *2* — суглинки; *3* — лёссы; *4* — нерасчлененные по механическому составу коренные породы; *5* — окрашенные гумусом горизонты почвы.

Вложенные террасы. Коренное ложе долины (см. фиг. 10 и 11) здесь также было выработано в течение одного цикла эрозии; но последующие циклы эрозии, в отличие от первого варианта, не прорезали всей толщи аллювия и поэтому молодые террасы как бы вложены в отложения более древних террас. Этот вариант вложенных аккумулятивных террас можно иллюстрировать рядом профилей речных долин. На фиг. 10, где представлены профили долины р. Самары-Днепровской, мы видим, что самые молодые террасы вложены в отложения более древних террас. Высоты второй песчаной террасы на нижнем профиле составляют лишь 4—8 м над уровнем р. Самары и вторая терраса значительно ниже более древних террас, покрытых лёссовидными суглинками и лёссом. Здесь песчаная терраса не имеет самостоятельного уровня грунтовых вод. Пресные воды встречаются лишь отдельными небольшими линзами под массивами разбитых песков. На остальной же части террасы распространены грунтовые воды. Благодаря сильной минерализации грунтовых вод, вторая терраса р. Самары на этом отрезке покрыта солонцеватыми черноземами, а в низинах распространены хлоридно-сульфатные солончаки и солонцы.

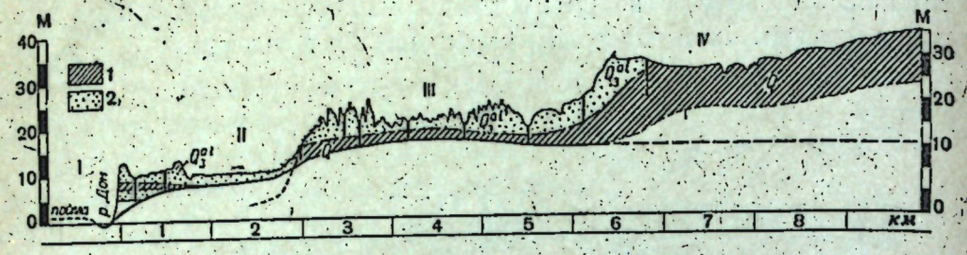


Фиг. 11. Схематический профиль долины р. Южного Буга у гор. Вознесенска по С. Соболеву.

Q_3 — новый отдел квартера; Q_1 — современный отдел квартера; *1* — аллювиальные отложения; *pr* — проблематические отложения (лёссы и лёссовидные породы); *1* — пески; *2* — пески с гравием и галькой; *3* — супеси; *4* — суглинки; *5* — лёссы.

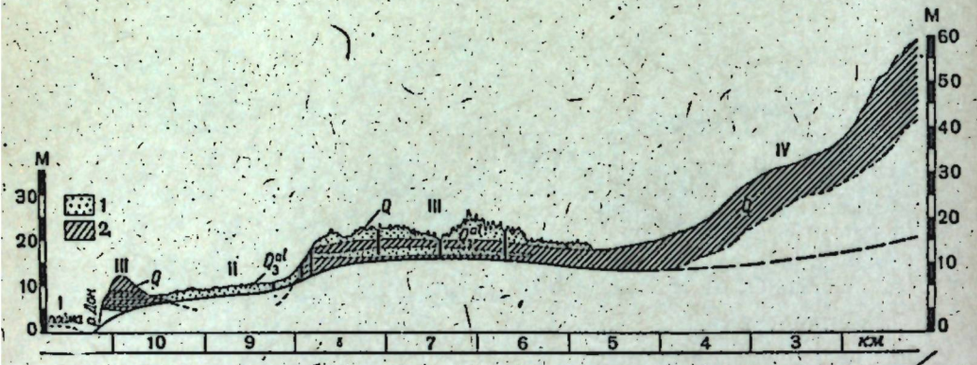
Верхний профиль (фиг. 10) показывает, что высотное соотношение между песчаной террасой и более древними лёссовыми террасами резко нарушено. Песчаная терраса представляет здесь высокую гряду, достигающую высоты 24 м, т. е. по своей высоте значительно превосходит высоты лёссовых террас. Наиболее высокие точки песчаной террасы являются центрами зарождения потоков грунтовых вод; эти потоки, стекая по уклону в сторону реки Самары и в сторону понижения у уступа лёссовой террасы, выносят растворимые соли из песчаных отложений, поэтому в долине Самары, так же как и в долине Северного Донца (см. выше), наиболее повышенные участки песчаных террас являются и наиболее выщелоченными. В почвенном покрове преобладают слабо подзолистые песчаные почвы, а в низинах сфагновые болота с пушистой березой. По мере движения грунтовые воды обогащаются растворимыми солями и постепенно засоляются (Г. Высоцкий),

поэтому такая область выщелачивания окружена кольцом с более минерализованными грунтовыми водами, где в почвенном покрове преобладают уже карбонатные луговые почвы и низинные торфяники. За этим кольцом карбонатных почв следует кольцо хлоридо-сульфатных солончаков и солон-



Фиг. 12. Долина Нижнего Дона по А. Г. Гаелю (1930). Схематический профиль через Романовский песчаный массив.

Q — нерасчлененные по возрасту четвертичные отложения; *al* — аллювиальные отложения; *1* — суглинки; *2* — пески.



Фиг. 13. Долина Нижнего Дона по А. Г. Гаелю (1930). Схематический профиль через Романовский песчаный массив.

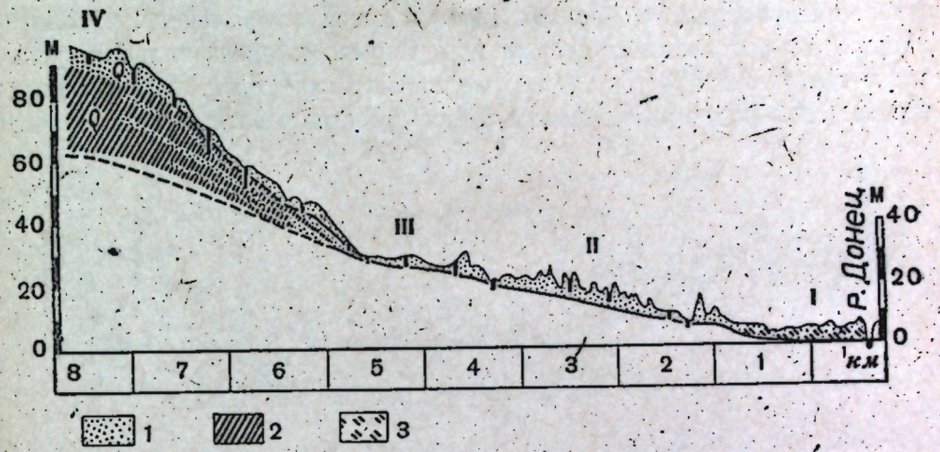
Q — нерасчлененные по возрасту четвертичные отложения; Q_3 — новый отдел квартера; *al* — аллювиальные отложения; *1* — пески; *2* — суглинки.

цов, где обогащенные солями грунтовые воды песчаных отложений, сливаясь с водами общего засоленного водоносного горизонта долины и поднимаясь кверху по капиллярам, вызывают засоление пород и почв.

На фиг. 11 представлены песчаные вложенные террасы долины реки Южного Буга в районе гор. Вознесенска. Здесь на профилях мы видим, что вторая песчаная терраса вложена в древнеаллювиальные пески третьей террасы. Древнеаллювиальные пески лежат здесь и на третьей террасе, погребая последнюю, но на этом мы остановимся позже, при описании наложенных террас.

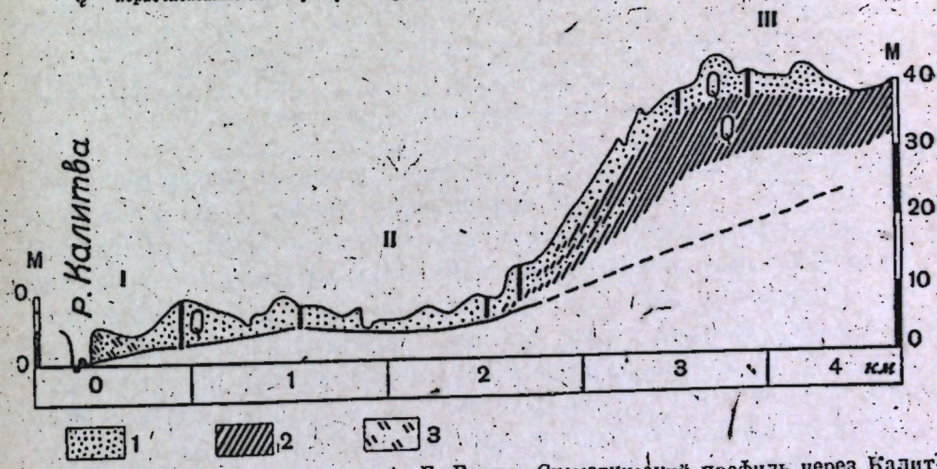
Наложенные террасы (система погребенных террас). Этот вариант террас представлен на фиг. 12—13. Как мы видим, коренное ложе в этом случае было выработано в течение более древних циклов эрозии. Впоследствии, повидимому благодаря поднятию базиса эрозии, полных циклов эрозии в долине уже не наблюдалось. Циклы эрозии здесь были

заменены периодами аккумуляции, и вследствие этого более молодые аллювиальные осадки откладывались на поверхности древних террас. При повторении периодов аккумуляции в долине создавалась целая система погребенных аккумулятивных террас. По аналогии с насаженным (аллю-



Фиг. 14. Долина р. Северного Донца по А. Г. Гаелю. Схематический профиль через Грачики.

Q — нерасчлененные по возрасту четвертичные отложения; *1* — пески; *2* — суглинки; *3* — супеси.

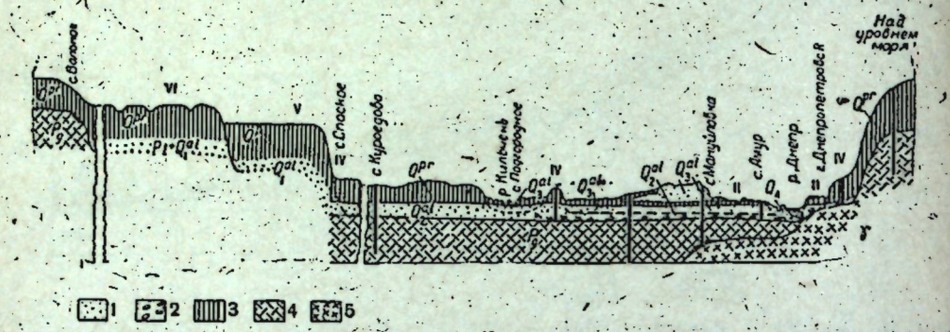


Фиг. 15. Долина р. Калитвы по А. Г. Гаелю. Схематический профиль через Калитвенскую дачу.

Q — нерасчлененные по возрасту четвертичные отложения; *1* — пески; *2* — суглинки; *3* — супеси.

виальным, эоловым, моренным и прочим) рельефом, такие террасы можно было бы назвать насаженными террасами. Примером таких террас являются террасы Нижнего Дона (фиг. 12 и 13). Здесь более молодые песчаные отложения, иногда с прослойками аллювиальных суглинков, залегают на поверхности более древних аккумулятивных суглинистых террас. Вероятно, такими же террасами являются более древняя (4-я) терраса в долине р. Сев. Донца (фиг. 14) и 3-я терраса в долине р. Калитвы (фиг. 15).

Комбинированные типы террас. При исследовании песчаных террас необходимо иметь в виду, что довольно часто встречаются комбинированные типы террас. В этом случае в долине реки можно встретить несколько типов террас. Примером может служить долина р. Днепра, у гор. Днепропетровска (фиг. 16). Здесь мы имеем 6 выраженных в рельефе террас. Вторая песчаная терраса везде хорошо отделена от поймы реки резко выраженным уступом. Эта терраса представляет систему наложенных террас. Лёссовая терраса, подстилаемая древнеаллювиальными песками,



Фиг. 16. Профиль долины реки Днепра у г. Днепропетровска по литературным данным и С. С. Соболеву.

II, III, IV, V, VI — 2-я, 3-я и последующие террасы; *Q* — нерасчлененные по возрасту четвертичные отложения; *Pl + Q₁* — наиболее древний отдел квартера; *Q₁* — древний отдел квартера; *Q₂* — средний отдел квартера; *Q₃* — новый отдел квартера; *Q₄* — современный отдел квартера; *P₀* — нижнетретичные отложения (палеоген); *γ* — граниты; *al* — аллювиальные отложения; *pr* — проблематические отложения (лёссы и лёссовидные породы); *1* — пески; *2* — пески с гравием и галькой; *3* — лёссы; *4* — нерасчлененные по механическому составу коренные осадочные породы; *5* — кристаллические породы.

в свою очередь погребена под слоем древнеаллювиальных песков различной мощности. Обычно высота второй террасы не превышает 12—14 м над уровнем реки, но довольно часто (такой случай как раз и изображен на профиле) пески второй террасы приобретают значительную мощность (см. скважину у села Мануйловки), и в таких случаях высота этой песчаной террасы превышает высоту лёссовых террас. Коренные породы под 1-й, 2-й и 3-й террасами залегают на одном уровне и 1-я и 2-я террасы являются вложенными в отложения более древних террас. Характер залегания коренных пород для 5-й и 6-й террас нами не прослежен, но весьма вероятно, что эти террасы являются эрозионно-аккумулятивными. Таким образом, мы видим, что в долине реки могут одновременно наблюдаться эрозионно-аккумулятивные приложенные террасы (5-я и 6-я), вложенные террасы (1-я, 2-я, 3-я и 4-я) и наложенные террасы (2-я терраса).

Макрорельеф песчаных террас

Одновременно с изучением генезиса, стратиграфии и гидрогеологии отдельных террас, необходимо изучать и формы макрорельефа песчаных террас. При этом нужно учитывать, что все аккумулятивные и аккумулятивно-эрозионные песчаные террасы переживали в прошлом стадию поймы.

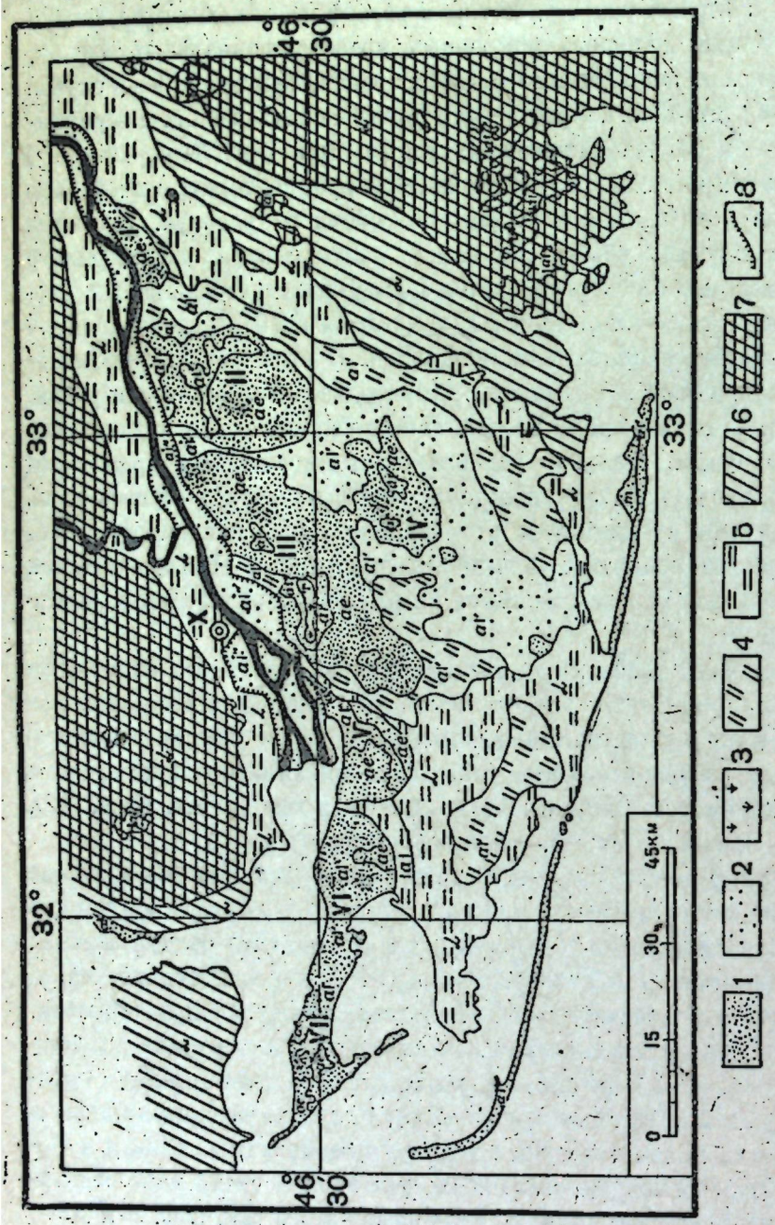
Поэтому, изучая формы рельефа песчаных террас, необходимо учитывать их генезис. Сходство в рельефе пойм и песчаных террас было уже отмечено рядом исследователей (Г. Танфильев, А. Гаель, С. Соболев и др.).

Песчаные террасы в отношении макрорельефа можно в основном разделить на два типа: первый тип, при котором рельеф песчаных террас, благодаря незначительной мощности покровных древнеаллювиальных песков, зависит в основном от погребенного рельефа эрозионных террас — в случае эрозионно-аккумулятивных террас, — или погребенных древних аккумулятивных террас — в случае наложенных террас (см. фиг. 3—8, 12—15 и отчасти 16). В этих случаях рельеф песчаных террас повторяет в несколько смягченном виде все уклоны и уступы погребенного рельефа. Песчаные террасы в этих случаях обычно не имеют макрорельефа, свойственного поймам, лишь местами здесь сохраняется пойменный мезорельеф. Ко второму типу относятся песчаные террасы, у которых слой древнеаллювиальных песков достигает значительной мощности. В этих случаях песчаные террасы часто сохраняют все элементы макрорельефа гармонически развитой поймы, т. е. а) повышенную песчаную прирусловую часть с отчетливо выраженными гривами, частично переработанными эоловыми процессами в бугры, б) центральную, более равнинную супесчаную часть (супесь здесь обычно с прослоями суглинка) и в) равнинную же, суглинистую или глинистую, наиболее пониженную притеррасную часть. Примером такой гармонически развитой террасы является вторая песчаная терраса р. Северного Донца (фиг 9).

Во многих случаях песчаные террасы не сохраняют такого гармонического соотношения основных элементов поймы. Часто прирусловый вал бывает очень сильно развит, как бы гипертрофирован, и слагает собою всю песчаную террасу, передко погребая и окрайки прилегающих суглинистых террас. Примером могут служить песчаные террасы Днепра (фиг. 16), Буга (фиг. 11), Самары (фиг. 10, верхний профиль) и т. п.

Изучение макрорельефа песчаных террас имеет очень большое значение для установления источников питания грунтовых вод, а также источников засоления и заболачивания почв и грунтов. Известно, что рельеф зеркала грунтовых вод смягченно повторяет макрорельеф поверхности песчаных террас. Это, конечно, относится, главным образом, к тем песчаным террасам, где мощность древнеаллювиальных песков достаточно велика. Пески, являясь вследствие своей хорошей водопроницаемости накопителями грунтовых вод (акад. Г. Н. Высоцкий), способствуют созданию, под приподнятыми прирусловыми валами песчаных террас, своеобразных валов и куполов пресных грунтовых вод, не связанных, или вернее очень мало связанных с общей гидрогеологией долины. Вследствие этого (см. фиг. 9 и 10 — верхний профиль), в наиболее повышенных точках этих песчаных возвышенностей мы имеем центры зарождения потоков грунтовых вод, которые, стекая по уклону, выносят растворимые соли из песчаных отложений и сами по пути постепенно засоляются. Благодаря этому, на наиболее вы-

соких участках, которые являются и наиболее опресненными, развиваются обычно наименее засоленные почвы, и лесные пионеры — боры — в первую очередь захватывают эти участки со своеобразным водно-солевым режимом



Фиг. 17. Пески древней дельты Днепра по С. Соболеву.
(Карта составлена по материалам экспедиции 1932 г., материалам А. И. Левенгаупта и по почвенной карте УССР)

1 — пески; *2* — глинистые пески; *3* — торфы; *4* — супеси; *5* — пылеватые легкие суглинки; *6* — пылеватые средние суглинки; *7* — пылеватые тяжелые суглинки и глины; *8* — уступ второй террасы и правого коренного берега.

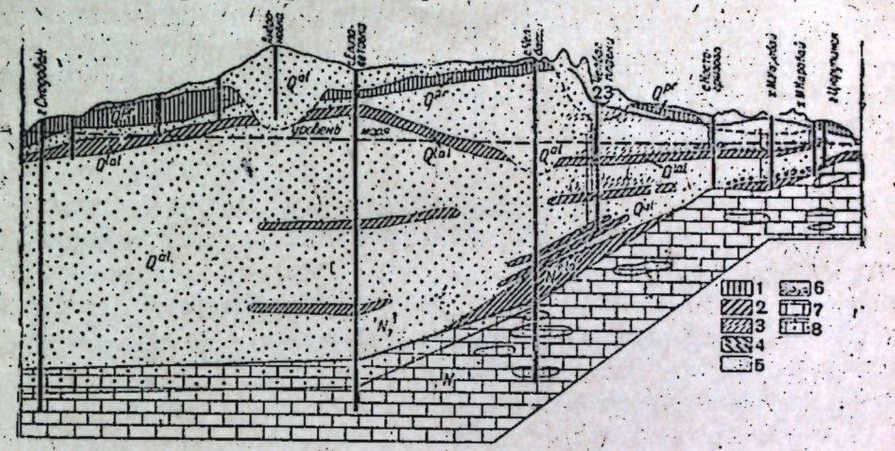
Q_3 — отложения нового отдела квартера; *L* — лёссы; *al'* — древнеаллювиальные отложения; *lal* — озерно речные отложения; Q_4 — отложения современного отдела квартера; *al''* — современные аллювиальные отложения; *ae* — современные золовые отложения; *t* — торфяники (органогенные отложения).

I — Каховская арена (песчаный массив); *II* — Казачье-лагерская арена; *III* — Алешковская арена; *IV* — Чалбасская арена; *V* — Збурьевская арена; *VI* — Ивановская арена; *VII* — Кинбурнская коса.

севера. По таким участкам боры продвигаются далеко на юг, в область сухой степи, как, например, известный самарский бор в долине р. Самары-Днепровской. По пониженным же частям вторых террас, куда стекают обогащенные солями грунтовые воды, наблюдаются солонцы и солончаки со свойственным им растительным покровом.

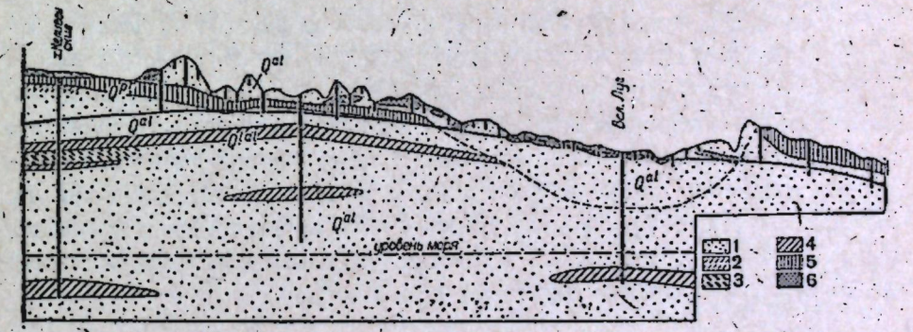
Дельтовые пески

Обычно различают выдвинутые дельты и дельты выполнения. Выдвинутые дельты формируются в тех случаях, когда сильное течение реки побеждает влияние морского прибоя и береговых течений, вследствие чего река



Фиг. 18. Схематический профиль древней Днепровской дельты против г. Херсона, по линии: река Днепр — г. Цюрупинск — гор. Скадовск — Черное море. Составлен Р. С. Кац и С. С. Соболевым (под руководством Соболева)

Q — нерасчлененные по возрасту четвертичные отложения; *N* — нерасчлененные по возрасту верхнетретичные отложения (неоген); *al* — аллювиальные отложения; *pr* — проблематические отложения (лёссы и лёссовидные породы); *lal* — озерно-речные отложения; *el* — элювиально-делювиальные отложения; *1* — лёссы; *2* — суглинки (не лёссовидные); *3* — глинистые пески; *4* — супеси; *5* — пески; *6* — пески с гравием и галькой; *7* — известняки; *8* — мергели.

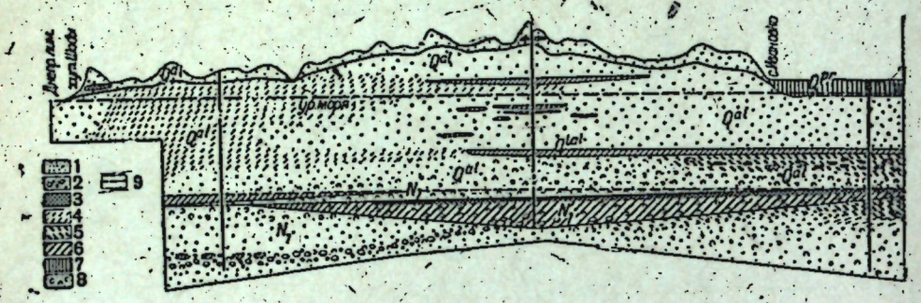


Фиг. 19. Древняя дельта Днепра. Схематический профиль через Алешковскую арену: хут. Келигейские — Великий-Луг — р. Конка (проток Днепра). (Составлен Т. Боровиковой, при участии и под руководством Соболева)

Q — нерасчлененные по возрасту четвертичные отложения; *al* — аллювиальные отложения; *pr* — проблематические отложения (лёссы и лёссовидные породы); *lal* — озерно-речные отложения; *1* — пески; *2* — глинистые пески; *3* — супеси; *4* — суглинки; *5* — лёссы; *6* — окрашенные гумусом горизонты современных и погребенных почв.

откладывает свои осадки на участках, выдвинутых далеко в море. Примерами таких дельт могут служить дельты Волги, Урала и отчасти древняя дельта Днепра (см. фиг. 17 — Кинбурнская коса). Дельтами выполнения называют те дельты, где осадки отлагаются, выполняя долину реки и морскую бухту (например, современный Днепровский лиман).

Древние дельты, так же как и речные долины, могут иметь систему террас (например, дельта Волги); с другой стороны, дельты, приуроченные к морским побережьям, которые испытывали длительное эпейрогеническое опускание, не сохранили выраженных в рельефе террас. Примером может служить древняя дельта Днепра (см. фиг. 17—20), поверхность которой покрыта древнеаллювиальными песками. Под этими песками бурением обнаружена целая серия погребенных террас, на суглинистом покрове которых местами сохранились еще погребенные почвы.



Фиг. 20. Древняя дельта Днепра. Схематический профиль через Ивановскую арену: с. Ивановка — хут. Шабы — Днепровский лиман.
(Составлен Т. Боровиковой, при участии и под руководством С. Соболева)

Q — нерасчлененные по возрасту четвертичные отложения; N_1 — Куяльницкие отложения; *1* — пески; *2* — пески с гравием и галькой; *3* — окрашенные гумусом горизонты погребенных почв; *4* — глинистые пески; *5* — супеси; *6* — суглинки; *7* — лёссы; *8* — пески с ракушей; *9* — уровень моря; *al* — аллювиальные отложения; *lal* — озерно-речные отложения; *pr* — проблематические отложения (лёссы и лёссовидные породы).

Гидрогеологические условия дельт в основном зависят от макрорельефа покрывающих их песчаных отложений и рельефа погребенных террас. Погребенные террасы имеют большое значение, так как под суглинистыми покровными отложениями этих террас, являющимися водоупорными прослойками, обычно залегают напорные (артезианские) грунтовые воды, которые являются наиболее доступным источником водоснабжения при освоении песчаных пространств. Кроме того, артезианские воды четвертичных отложений, выливаясь в местах размывов водоупорной кровли, питают верхние свободные грунтовые воды песков.

Гидрогеологическое районирование песчаных пространств в целях размещения сельскохозяйственных и лесных культур

Из изложенного в предыдущих разделах мы видели, что очень часто главным источником питания верхних свободных грунтовых вод песчаных пространств являются атмосферные воды — осадки и, возможно, конденсация. Вопрос о конденсации влаги в песках количественно еще не изучен; по мнению акад. Г. Н. Высоцкого (1925), к которому мы присоединяемся, «значительное накопление влаги в песках от конденсации все-таки сомнительно». Если так, то главным источником, питающим грунтовые воды повышенных участков песчаных пространств, оказываются атмосферные осадки. Этих осадков в основном, видимо, может хватить для питания сельскохозяйственной и лесной растительности лишь в лесостепной и более северных зонах. В южных степных песках, где выпадает осадков 350—300 мм и менее, при почти тройной испаряемости (Г. Н. Высоцкий, 1927), влаги нехватает для обеспечения общей высокой производительности культур. Поэтому Г. Н. Высоцкий предлагает создать хотя бы частично благоприятные условия на песках, используя происходящее в песках перераспределение влаги благодаря движению грунтовых вод. Г. Н. Высоцкий предлагает территорию отдельных песчаных массивов (арен) разделить на участки, «из которых одни должны являться собирателями влаги, а другие ее потребителями».

«Обнаженный подвижной барханный сбой является собирателем влаги, накопителем пресных грунтовых вод. Такой сбой следует располагать по более возвышенным частям арен, чтобы накопляющаяся здесь грунтовая вода имела сток к более пониженным окраинам арены, и тогда по этим окраинам и частью за ними по вышеуказанным прибарханным (или, может быть, точнее сказать — приаренным) луговинам организовать высшую ценную культуру — сады, виноградники, перелески и т. п.».

Таким образом, по идее акад Г. Н. Высоцкого, культура арен сухих областей должна заключаться в «развитии и поддерживании полуразбитого (культурного) сбоя в центре и организации высокой культуры садов, виноградников и некоторых наиболее производительных ксилофоров (дающих древесину растений) по окраинам, где к ним присоединяется также высокая огородная, бахчевая и частью полевая культура, преимущественно там, где почва уже становится равнинной и солодеющей (прибарханная луговина)». [1] На сбоях акад. Г. Н. Высоцкий предлагает установить трехпольный севооборот для многолетних кормовых трав, подсевая их по мере сбоя: первое поле — выпас-сбой; второе поле — посев многолетней кормовой травы; третье поле — подрастающие кормовые травы. Такова в общих чертах идея Г. Н. Высоцкого.

Мы присоединяемся к мнению акад. Г. Н. Высоцкого, что и на песках «всякая растительность, а особенно лесная, исчерпывая запасы почвенно-грунтовых вод, вызывает относительное понижение уровня грунтовых вод», и что, вследствие этого, нужно особо бережно расходовать грунтовые воды песков, главным источником питания которых являются скудные осадки сухой степи, и использовать при распределении сельскохозяйственных и лесных культур происходящее в песках перераспределение грунтовых вод. Необходимо отметить, что для успешности культур не так важен общий запас грунтовых вод, как важно наличие и устойчивый уровень этих вод на корнедоступной глубине. Наблюдения в природе показывают, что если грунтовые воды в песках сухой степи залегают глубже двух метров, то пески (при современном уровне техники) без орошения являются почти бесплодными. В таких случаях на южных песках обычно не удаются даже культуры сосны и шелюги (не говоря уже о садовых и огородных культурах).

[1] Г. Н. Высоцкий. Наши южные арены и проект их культуры. Журн. «Опытное дело», 1927, № 1.

Подходя практически к вопросам рационального использования грунтовых вод песчаных пространств при освоении сельскохозяйственными и лесными культурами, необходимо в условиях юга и юго-востока, прежде всего, районировать территорию песков и в зависимости от гидрогеологических условий. Для районирования, кроме почвенной карты, необходимо иметь: 1) карту гидроизогипс, 2) карту изобат (равных глубин залегания) грунтовых вод и 3) карту изобат суглинистых прослоев, погребенных почв и коренных пород. На всех этих картах сечение горизонталей и изобат, в зависимости от масштаба и заданий, может изменяться от 0.25 до 1.0 м. Всю территорию песков необходимо разделить на районы, требующие тех или иных мероприятий для накопления и охраны грунтовых вод, и районы, где возможны те или иные методы использования грунтовых вод.

К районам, не требующим охраны грунтовых вод, обычно относятся те, где грунтовые воды полностью теряются для песчаных пространств, стекая в реки, моря или под корненепроницаемые коренные породы. Сюда же можно отнести участки песков, окружающие заболоченные и засоленные пространства, а также озера. Снижение уровня грунтовых вод на этих участках не ухудшит гидрогеологических условий остальных песчаных пространств. К районам, не требующим охраны грунтовых вод, можно отнести также и те участки песков, где грунтовые воды изолированы от корней растительности коренными породами, или лежат, хотя бы на корнедоступной глубине, под суглинками. Снижение уровня грунтовых вод здесь обычно не сказывается на культурной растительности. Наличие прослоя влагоемкого суглинка (во втором случае в условиях степи) обычно обеспечивает влагой произрастающие здесь культуры.

К районам, требующим некоторой охраны грунтовых вод (бережного использования), можно отнести те участки, которые, помимо атмосферного питания грунтовых вод, имеют еще дополнительное питание либо благодаря притоку грунтовых вод со стороны вышележащих террас, либо благодаря питанию со стороны глубинных артезианских вод, или же, наконец, благодаря притоку со стороны более повышенных песчаных участков. Здесь требуется уже бережное отношение при расходовании грунтовых вод, но все же возможно сплошное окультивирование песчаных пространств. Нужно только, повидимому, избегать создания сплошных лесных массивов, являющихся наиболее мощным испарителем (Г. Н. Высоцкий), так как, вследствие мелкозернистости песков степи и лесостепи Европейской части СССР и сравнительно небольшим уклонам грунтовых вод в них, движение грунтовых вод обычно бывает медленное, и возможно значительное снижение их уровня в течение вегетационного периода.

К районам, требующим усиленной охраны грунтовых вод, необходимо относить участки, где грунтовые воды представляют собой подземные озера, слабопроточные и с незначительным бассейном питания. Грунтовые воды здесь почти исключительно атмосферного питания, так как приток со стороны настолько невелик, что практического значения почти не имеет.

К таким же районам необходимо относить участки приморских песков, где пресные грунтовые воды залегают на соленой воде. При усиленном расходовании пресных грунтовых вод уровень их будет восстанавливаться за счет притока морских соленых вод, замена же пресных вод солеными вызовет гибель всей культурной растительности и заставит искать новых источников водоснабжения для местного населения, так как все колодцы будут засолены.

Особой и наиболее усиленной охраны грунтовых вод требуют повышенные участки песчаных пространств, являющиеся собирателями грунтовых вод для нижележащих участков. Сюда обычно можно отнести наиболее повышенные участки грунтовых вод — «водные купола» и валы исключительно атмосферного питания, откуда грунтовые воды стекают, питая грунтовые воды нижележащих участков.

При закультивировании участков, требующих усиленной охраны грунтовых вод, необходимо применять, главным образом, пропашные культуры с наименьшей испаряющей поверхностью (виноградники и др.), причем площадь питания каждого растения необходимо увеличивать, уменьшая количество культурных растений на гектар. Этим будет уменьшен общий расход грунтовых вод с единицы площади.

В тех случаях, когда грунтовые воды особенно ненадежны, следует отказаться от сплошного закультивирования песков, располагая культуры в более пониженных местах, вдоль низин, стариц, озер, а более повышенные участки оставляя под степной растительностью и выпасами в качестве накопителей влаги. Здесь мы предлагаем сохранить идею Г. Н. Высоцкого, но в применении ее к мезорельефу. Повышенные участки мезорельефа — вершины бугров, верхние половины барханов и кучугур, отведенные под выпасы, — будут являться накопителями влаги, а пониженные участки мезорельефа — низины, котловины выдувания, нижние трети склонов бугров, к которым нужно приурочить интенсивные культуры, — будут потребителями влаги.

Такое использование грунтовых вод и их перераспределение подсказывает нам сама природа. На Нижнеднепровских песках на Ивановской арене (см. фиг. 17), грунтовые воды которой представляют собою классический пример «водного купола» исключительно атмосферного питания (боковой приток и питание артезианскими водами здесь отсутствуют), наблюдается такое распределение растительности: на повышенных участках растет степная травянистая растительность, а по нижним третям склонов и по низинам растут дубовые и осиновые, достаточно густые, колки.

Местных грунтовых вод, которые вытекали из-под бугров и грив, было, повидимому, достаточно для питания даже таких мощных испарителей, каковыми являются дубовые колки. Этой влаги хватало для питания целинной степной растительности, покрывающей всю Ивановскую арену, и многочисленных лесных колков даже в сухую полуволлу Брикнеровского периода. Так, например, эти лесные колки выдержали даже исключи-

тельную засуху 1921 года, когда в Нижнеднепровье, по данным Херсонской опытной станции, выпало всего лишь 161 мм осадков за год, т. е. в 2.2 раза меньше, чем обычно.

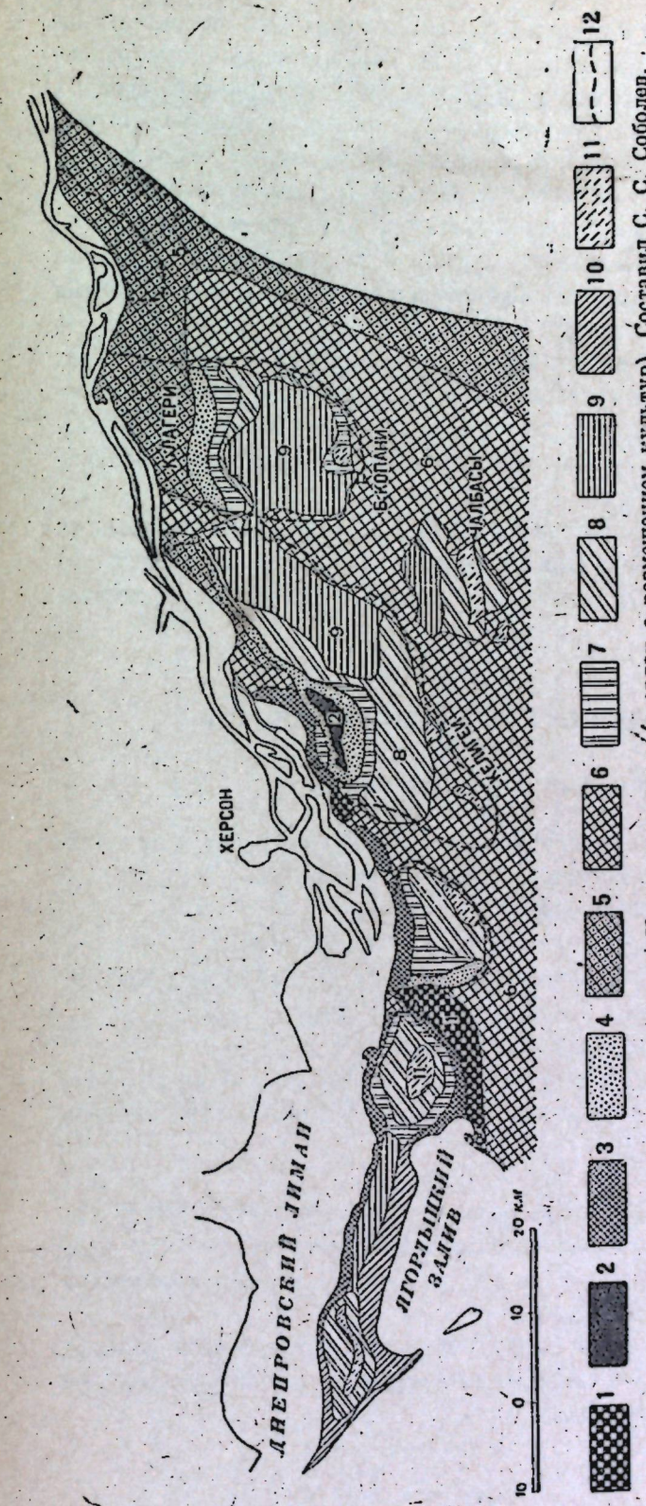
Аналогичное явление наблюдается и в песках Нарын (Западный Казахстан). Искусственные сосновые колки, занимающие здесь от 10 до 15% площади песков и расположенные в котловинах выдувания, с близкими грунтовыми водами, пережили засушливые годы и имеют сейчас возраст от 18 до 30 с лишним лет.

Такое применение схемы акад. Г. Н. Высоцкого именно в мезомасштабе диктуется и возможностями освоения средне- и высокобугристых песков (см. ниже главу о мезорельефе). Вершины высоких бугров и барханов, при данном уровне техники, без колоссальнейших затрат не удается закультивировать даже сосной и шелюгой, и их придется, видимо, оставить под выпасы, благодаря чему эти вершины и будут собирателями влаги по Г. Н. Высоцкому, а нижние трети склонов и низины между буграми и барханами можно освоить более интенсивными культурами, главным образом лесными: сосна, береза, а в местах, где грунтовые воды более минерализованы, лесо-садовыми колками и огородными культурами. Эти низины и нижние трети склонов и будут потребителями влаги. Избыток же влаги будет стекать в макропонижения и, таким образом, будет сохранена и макросхема Высоцкого.

Такие мезособиратели и мезопотребители влаги наиболее удобны на песках степи и лесостепи Европейской части СССР, так как рассчитывать на быстрое передвижение воды в условиях этих песков не приходится: пески обычно мелкозернистые. «Макрособиратели влаги» будут пополнять убыль воды в «макропотребителях» с большими запозданиями; это запоздание будет выражаться месяцами для более близких участков, а иногда, при малом уклоне уровня грунтовых вод и для более отдаленных участков, — и годами. Напомним, что в плывунах, содержащих обычно воду первого водоносного горизонта, в песках степи и лесостепи Европейской части СССР преобладают фракции от 0.25 до 0.05 мм, т. е. мы имеем преимущественно мелкие пески. В таких песках воды при уклоне 0.001 по К. Э. Лембке (цитирую по Г. Н. Высоцкому), двигаются со скоростью 9 саженей (19.2 метра) и менее в год.[1] В глинистых же песках, которые довольно часты в древнеаллювиальных отложениях наших речных долин, при тех же уклонах, грунтовые воды проходят в год всего лишь около 5 метров.

Таким образом, мы видим, что в песках степи и лесостепи большое значение имеют макродвижения грунтовых вод. Но еще большее значение при освоении песков, видимо, будет принадлежать мезотокам грунтовых вод, связанных с мезорельефом песчаных пространств. Главным образом на эти

[1] Согласно проф. П. Ф. Горбачеву (1934) мелкие пески имеют коэффициент фильтрации от 75 до 469 микронов в секунду, что при уклоне грунтовых вод в 0.001 составит скорость потока 2.3—14.5 м в год.



Фиг. 21. Карта гидрогеологических районов Нижнеднепровья (в связи с размещением культур). Составил С. С. Соболев.

I. Участки, не только не требующие охраны вод, но на которых желательно максимальное использование или снижение уровня их (дренаж, осушка):

1. Участки заболоченные и засоленные, где мелиорация возможна лишь при снижении уровня грунтовых вод путем дренажа (осушка) или путем расходования грунтовых вод смежных, более высоких участков, питающих заболоченные и засоленные участки.

2. Участки заболоченные, где снижение уровня грунтовых вод путем осушки является необходимым условием для введения интенсивных культур.

3. Участки арен, где грунтовые воды залегают в песках, и, стекая в Днепр, в море, в известняки, полностью теряются для Н.-Днепровских песков.

4. Участки арен, где грунтовые воды, залегая в песках и стекая в болота, соленые озера, а также под лёсс, теряются для арен, межаренных и заарен-ных пространств.

II. Участки, не требующие охраны грунтовых вод:

5. Участки, где грунтовые воды изолированы от корней растительности или лежат на недоступной корням глубине под лёссом.

6. Участки, где грунтовые воды отделены от растительности лёссом, но находятся большею частью на корнедоступной глубине.

III. Участки, требующие охраны (бережного использования) грунтовых вод:

7. Участки, не требующие особой охраны грунтовых вод, вследствие дополнительного питания со стороны (приток со стороны внеаренных пространств, артезианских вод и со стороны высоких участков арен).

8. Участки, требующие охраны грунтовых вод (участки с проточными грунтовыми водами и с дополнительным питанием от бокового притока со стороны высоких участков арен. Эти участки, в свою очередь, питают нижележащие песчаные участки).

9. Участки, требующие усиленной охраны грунтовых вод (участки, где грунтовые воды представляют собой подземные озера непроточные или слабо проточные, с незначительным бассейном питания).

10. Участки, требующие наиболее усиленной охраны вод (участки, расположенные по морскому побережью, где пресные грунтовые воды залегают на соленой морской воде).

11. Участки, требующие наиболее усиленной охраны, грунтовых вод и, являющиеся собирателями грунтовых вод для нижележащих участков (наиболее повышенные участки грунтовых вод — «водные купола», исключительно атмосферного питания, питающие грунтовые воды нижележащих участков).

12. Пунктиром изображены контуры арен.

токи грунтовых вод из-под бугров и барханов в котловины, пополняющие и выправляющие (корректирующие, по Г. Н. Высоцкому) местные резкие снижения уровня грунтовых вод и уменьшающие концентрацию местных скоплений солей, придется рассчитывать при освоении песков. Потоки грунтовых вод из макроповышений песчаных пространств в макропонизины обычно создают общий фон солевого и водного режима песков, где все колебания уровня и минерализации грунтовых вод происходят с большими запозданиями, выравнивая и сглаживая те резкие мезоколебания в водном и солевом режиме, которые возникают в течение короткого времени на отдельных участках мезорельефа.

Исходя из этих соображений, мы и предлагаем для участков, требующих наиболее усиленной охраны грунтовых вод, указанное как бы «колковое» распределение культур, сохраняя в то же время общую макросхему акад. Г. Н. Высоцкого для всего песчаного массива в целом, с приведенными выше поправками.

На фиг. 21 дана карта гидрогеологических районов Нижнеднепровских песков, представляющая собою один из первых опытов гидрогеологического районирования для целей размещения сельско-хозяйственных и лесных культур.

ИЗУЧЕНИЕ МЕЗОРЕЛЬЕФА ПЕСЧАНЫХ ПРОСТРАНСТВ

Классификация форм мезорельефа

При изучении и классификации форм мезорельефа песчаных и прилегающих к ним глинистых пространств необходимо учитывать:

1) генезис исходных форм рельефа;

2) характер и степень выраженности этих исходных форм;

3) процессы изменения песчаных форм рельефа под влиянием процессов дефляции, эрозии, абразии и выработки новых форм;

4) степень выраженности указанных процессов;

5) характер и степень выраженности новых, производных форм рельефа, которые на песчаных пространствах являются в большинстве случаев «антропогенными»;

6) возраст форм рельефа.

Приводимая ниже классификация форм мезорельефа (табл. 1) является одной из первых попыток составления классификации для песчаных пространств степи и лесостепи Европейской части Союза и поэтому несомненно имеет много пробелов и недостатков.

В виду того, что ледниковые и флювио-гляциальные формы рельефа в степи и лесостепи не распространены, классификации этих форм рельефа в настоящей работе мы не приводим.

ТАБЛИЦА 1

Классификация форм мезорельефа песчаных и мезо- и макрорельефа прилегающих к ним глинистых пространств степи и лесостепи Европейской части СССР

По генезису		По форме [1]	По возрасту	Примечания
Ряды	Типы			
А. Аккумулятивный	I. Аллювиальный	1. Плоскоравнинный 2. Широковолнистый 3. Волнистый 4. Мягкогривистый (высота грив 1—3 м; ширина в 10 и более раз превышает высоту) 5. Гривистый (высота грив 1—3 м; ширина менее чем в 10 раз превышает высоту) 6. Грядовый [2] (высота гряд 3—15 м и до 30 м; ширина превышает высоту не более, чем в 10 раз) 7. Увалистый [2] (высота увалов 3—15 м и до 30—50 м; ширина в 10—15 раз превышает высоту). Вершина плоская	1. Современный в поймах рек 2. Древний на вторых и более древних террасах 1. Древний	[1] Необходимо различать древний погребенный рельеф, несвойственный поверхностным отложениям. Этот рельеф как бы просвечивает через толщу покровных отложений [2] Расчленяется по высоте: высота от 3 до 7 м — низкогрядовый (низкоувалистый); высота от 7 до 15 м — грядовый (увалистый); высота 15 м и более — высокогрядовый (увалистый)
	II. Морской (литоральный, прибрежный)	8. Равнинный (пляж) 9. Гривистый — прибойные валы (высота до 1 м) и гривы (высота 1—3 м)	1. Современный на современных морских террасах 2. Древний на древних морских террасах	
Б. Аккумулятивно-деструктивный	III. Аллювиально-эоловый	10. Бугристо-равнинный 11. Бугристо-гривистый 12. Бугристо-грядовый 13. Бугристо-увалистый 14. Бугристо-ленточный 15. Барханно-равнинный 16. Барханно-гривистый 17. Барханно-грядовый 18. Барханно-увалистый 19. Барханно-ленточн.	1. Современный (резкие «рваные» формы) 2. Древний и современный (голые пески) мягкие формы	К пп. 10—19. Разделяется по высоте бугров и барханов: 1) «низко»—высота 1—3 м; 2) «средне» —высота 3—7 м; 3) «высоко» —высота 7—15 м и более

Продолжение табл. 1

По генезису		По форме	По возрасту	Примечания
Ряды	Типы			
	IV. Эоловый	20. Плоско-равнинный с мелкими буграми (высота до 1 м) 21. Мягко-бугристый 22. Резко(рвано) бугристый 23. Барханный 24. Дюнный	1. Современный 2. Древний Современный (голые пески) и древний (вторичная степь). Современный Современный и древний	К пп. 21—24. Разделяются по высоте бугров, барханов и дюн: 1) «низко»—высота 1—3 м; 2) «средне»—высота 3—7 м; 3) «высоко»— высота 7—15 м и более.
	V. Скульптурный (денудационный)	25. **Равнины мелкорасчлененные** (глубина эрозии до 50 м): а) слабо овражные (густота овражно-балочной сети не превышает 0.25 км на 1 км²) б) овражные (густота овражно-балочной сети 0.25—0.75 км на 1 км²) 26. **Равнины среднерасчлененные** (глубина эрозии 50—100 м); а) слабо овражные (до 0.25 км на 1 км²); б) овражные (0.25—0.75 км на 1 км²); в) сильно овражные (0.75—1.5 км на 1 км²) 27. **Равнины глубоко расчлененные** (глубина эрозии 100—200 м): а) слабо овражные (до 0.25 км на 1 км²); б) овражные(0.25—0.75 км на 1 км²); в) сильно овражные (0.75—1.50 км на 1 км²) 28. **Равнины очень глубоко расчлененные** (глубина эрозии 200—400 м); а) слабо овражные (до 0.25 км на 1 км²); б) овражные (0.25—0.75 км на 1 км²)	Возраст определяется по возрасту террас гидрографической сети и сглаженности (пенепленизации) рельефа	К пп. 25—28. В пределах каждой из выделенных групп рельефа (по густоте и глубине эрозионной сети необходимо выделять еще и отдельные формы денудационного рельефа: по характеру ветвления оврагов, балок, по характеру склонов и по рельефу водоразделов). Эти формы рельефа, выделяемые внутри групп, зависят главным образом от петрографического состава пород, слагающих район, т.е. от различной сопротивляемости пород денудации и от возраста рельефа. Возраст денудационного рельефа сказывается в постепенном сглаживании (пенепленизации) резких эрозионных уступов и выработке сглаженных, мягких форм долин и водоразделов.

Продолжение табл. 1

По генезису		По форме	По возрасту	Примечания
Ряды	Типы			
		в) сильно овражные (0.75—1.50 км на 1 км²) 29. **Пенеплены**—почти равнины 30. **Низкие горы**	Возраст определяется по возрасту террас гидрографической сети и сглаженности (пенепленизации) рельефа	К п. 29. Необходимо выделять омоложенные пенеплены.
	VI. Абразионный	31. Абразионный рельеф (береговой уступ и волноприбойная площадка)	1. Современный 2. Древний	

Генезис и развитие отдельных форм мезорельефа

А. Аккумулятивный (насаженный) мезорельеф

1. Аллювиальный рельеф

Аллювиальный рельеф — это рельеф, созданный речными водами и который обычно свойствен неразбитым песчаным пространствам. При изучении отдельных элементов аллювиального рельефа в большинстве случаев хорошо прослеживается зависимость между скоростью движения вод, отлагавших материал, механическим составом этого материала и рельефом. Слабопроточные воды с очень медленным течением отлагают обычно суглинки (включая сюда и лёссы) и образуют плоский равнинный рельеф. Более быстрое течение отлагает супеси, и пространства, покрытые супесями, имеют уже, кроме плоскоравнинного, еще и широко-волнистый рельеф, где изредка встречающиеся ложбины стоков запечатлели направления более быстрых струй течения. При еще более быстром течении отлагаются уже пески и глинистые пески. Рельеф здесь представлен чередующимися гривами и ложбинами. Чем резче представлена грива или гряда, тем обычно менее глинисты пески, ее слагающие, и тем легче эта грива впоследствии подвергается процессам дефляции. Ложбины же между гривами и грядами, в противоположность гривам, сложены обычно более глинистым материалом, а наиболее глубокие ложбины нередко выстланы суглинками, отложившимися (несколько позже отложения песков) в старицах заиравшей реки.

Зависимость между механическим составом осадков и скоростью течения вод, передвигавших и отлагавших эти осадки, вытекает из известного закона Эри. По этому закону линейные размеры влекомых по дну частиц пропорциональны квадрату скорости, а вес переносимых частиц пропорционален шестой степени скорости (М. А. Великанов).

Закон Эри, выведенный теоретически, был проверен экспериментально и в общем вполне подтвердился (С. А. Советов). Этот закон объясняет,

почему при сравнительно небольшой разнице в скорости течения равнинных и горных рек первые влекут легкие песчинки, вторые — крупную гальку и даже камни. Действительно, если отношение скоростей принимаем в 1 : 2 : 4, то соответственные веса переносимых частиц будут находиться в отношении 1 : 64 : 4096 (М. А. Великанов).

Зависимость между формами рельефа, механическим составом наноса и скоростью течения, в основном, была установлена работами акад. В. Р. Вильямса для пойм рек Союза. При очень медленном течении, или почти полном отсутствии течения, в центральной части поймы формируется ровный рельеф и отлагаются глинистые осадки (зерцистая, глинистая пойма).

Фиг. 22. Равнинный аллювиальный рельеф. Песчаная степь (ашик), пески Нарын. Зап. Казахстан. Фото *С. Соболева*.

При быстром же течении отлагаются слоистые, песчаные и пылеватые осадки и, благодаря «вихревым токам вод», формируется своеобразный рельеф, характерный для песчаной поймы, особенно же для прирусловой части поймы, «сложенной из приблизительно параллельно расположенных грив и ложбин (логов), разница высот которых может достигать величины до 4 м».

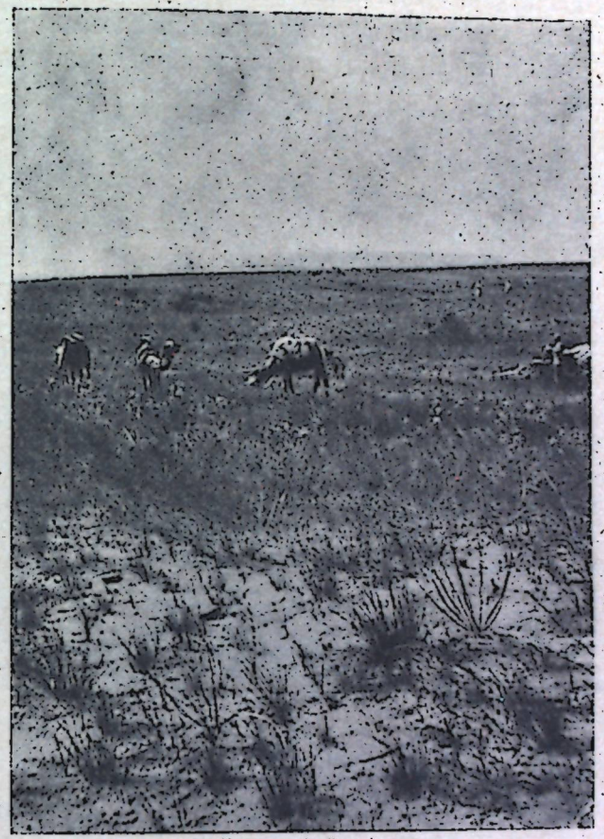
В отдельных случаях разница высот ложбин (логов) и гряд в неразбитых песчаных пространствах (грядовые пески) может достигать 20, 30 м и более. Однако генезис таких грядовых песков до сего времени недостаточно выяснен, и весьма возможно, что во многих случаях мы имеем рельеф очень сложного генезиса, где аккумулятивный грядовый рельеф был осложнен более поздними эрозионными процессами, которые подчеркнули и увеличили относительную амплитуду высот.

Рассмотрим подробнее генезис отдельных форм аллювиального рельефа.

Плоскоравнинный рельеф (фиг. 22) свойствен, главным образом, суглинистым террасам, а также во многих случаях присущ песчаным пространствам. Это наблюдается в тех случаях, когда супеси и пески тонким слоем залегают на ровной поверхности погребенной суглинистой

террасы. Погребенный «суглинистый рельеф» здесь как бы просвечивает через толщу покровных отложений.

Широковолнистый рельеф (фиг. 23) свойствен, главным образом, участкам, поверхность которых сложена супесями. Редкие ложбины как бы разделяют ровную поверхность на очень широкие волны с плоскими вершинами, но ровные участки здесь безусловно доминируют по площади над редкими ложбинами, и местность в основном сохраняет еще плоскоравнинный рельеф. В некоторых случаях участки с широковолнистым рельефом бывают сложены глинистыми песками, но тогда пески имеют небольшую мощность и подстилаются суглинками, рельеф которых, как и в первом случае, как бы «просвечивает» через тонкий слой песков.



Фиг. 23. Широковолнистый аллювиальный рельеф. Песчаная степь (ашик), пески Нарын. Фото *С. Соболева*.

Волнистый рельеф (фиг. 24 и 25) свойствен, главным образом, участкам, сложенным глинистыми песками и, реже, супесями. Ложбины здесь уже часты, благодаря этому вся поверхность разделена на вытянутые волны с плоскими вершинами. Нейтральные элементы рельефа — плоские

вершины — по площади еще несколько превосходят отрицательные элементы рельефа ложбины.

Гривистый рельеф (фиг. 26[1]) свойствен почти исключительно песчаным пространствам, сложенным с поверхности песками и глинистыми песками. Изредка встречаются и глинистые пространства с гривистым рельефом, но обычно в таких случаях суглинки покрывают плащем гривистый рельеф погребенных песков.[2] При гривистом рельефе нейтральные элементы

Фиг. 24. Волнистый аллювиальный рельеф, песчаная степь (ашик), пески Нарын. Фото *С. Соболева.*

рельефа — плоские участки — почти отсутствуют. Преобладают элементы склонов грив, а также повышенные участки — гребни грив, и пониженные — тальвеги ложбин. Одним из характерных свойств гривистого рельефа является наличие удлиненных ложбин — древних заиленных стариц (ложбин стока). В таких ложбинах часто встречаются озера, обычно пересыхающие в сухое время года. Формы гривистого рельефа по соотношению между высотой и шириной грив можно разделить на мягкий гривистый рельеф, где высота гривы достигает 1—3 м, а ширина в 10 и более раз превышает высоту, и гривистый рельеф с высотой грив тоже 1—3 м, но ширина которых превышает высоту не более, чем в 10 раз.

Грядовый и увалистый рельеф отличается от описанного ранее гривистого размером. Необходимо различать по форме: грядовый рельеф, где ширина гряд превышает их высоту не более, чем в 10 раз, и где нейтральные элементы рельефа — плоские участки — почти отсутствуют, и увалистый рельеф, где ширина увалов в 10—15

[1] С. А. Никитин любезно предоставил в мое распоряжение ряд неопубликованных фотографий, за что приношу ему благодарность.

[2] Иногда наблюдается гривистый рельеф суглинистых пространств, сформировавшийся в результате эрозионной деятельности потока.

Фиг. 25. Волнистый аллювиальный рельеф. Ивановская арена, целинная песчаная степь. Пески Нижнего Днепра. Фото *А. И. Левенгаупт.*

Фиг. 26. Гривистый аллювиальный рельеф, Ивановская арена, целинная степь с дубовыми и березовыми колками. Нижнеднепровские пески. Фото *А. И. Левенгаупт.*

и более раз превышает высоту, и вершины увалов плоские. Грядовый и увалистый рельеф необходимо также расчленять по высоте: низкий грядовый (увалистый), где высота гряд (увалов) колеблется от 3 до 7 м, грядовый (среднегрядовый) или среднеувалистый, где высота

достигает 7—15 м, и высокогрядовый (высокоувалистый), где высота достигает 15 и более метров.

2. Морской (литоральный, прибрежный) рельеф

Обычно на морском побережье можно выделить равнинный рельеф, свойственный пляжу, и гривистый рельеф, созданный прибойными и штормовыми гривами и валами и свойственный штормовой полосе. Более высокие песчаные участки литорального аккумулятивного рельефа, удаленные от берега, обычно подвергаются процессам дефляции и утрачивают свой исходный рельеф. На этих производных формах мы в дальнейшем останавливаться не будем, так как они мало отличаются от описываемых ниже аллювиально-эоловых форм.

Б. Аккумулятивно-деструктивный рельеф

1. Аллювиально-эоловый рельеф

Этот рельеф свойствен участкам песчаных пространств, подвергавшимся частичной эоловой переработке. Исходный рельеф здесь еще сохранился, но повышенные участки и особенно гребни грив и гряд уже разрушены процессами дефляции, благодаря чему формируется сложный аллювиально-эоловый рельеф. Наиболее часто встречается бугристо-гривистый и бугристо-грядовый рельеф, при котором гривы и гряды, сохранившие в общем свои контуры, благодаря наложению процесса дефляции имеют бугристые (или барханные — фиг. 27) перевеянные гребни. По резкости контуров бугристого рельефа на гривах можно выделить мягкий аллювиально-эоловый рельеф и резкий («рваный») аллювиально-эоловый рельеф.

Мягкий аллювиально-эоловый рельеф свойствен, главным образом, песчаным пространствам, частично переработанным древними процессами дефляции.[1] Резкие контуры рельефа сглажены длительными процессами дефляционного выравнивания, благодаря чему бугры приобрели мягкие, округлые формы, сильно отличающиеся от резких рваных форм, свойственных участкам, где и сейчас происходят процессы дефляции. Мягкие формы свойственны также разбитым гребням грив, гряд и увалов, где сформировались голые (лишенные растительности) пески.

Резкий (рваный) аллювиально-эоловый рельеф свойствен песчаным пространствам, где наблюдаются современные процессы дефляции. На таких участках процессы дефляции идут неравномерно, потому что поверхность песков неравномерно закреплена растительностью. Гряды и гривы, разъедаемые в отдельных местах язвами дефляции, имеют резкие — «рваные» очертания. Здесь передко, на ряду с пологими склонами бугров, можно встретить у очагов дефляции почти отвесные стены песка, скрепленные корнями травянистой или кустарниковой растительности.

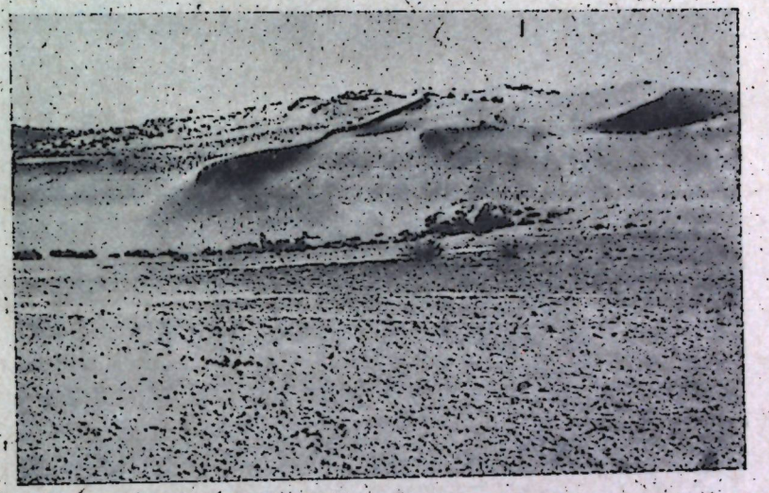
[1] Обычно различают две фазы дефляции песков: первая фаза была связана с ксеротермическим периодом, вторая была вызвана хищническим использованием песков при капиталистическом, феодальном и более ранних обществах.

В зависимости от того, какие исходные формы рельефа песчаных пространств подвергались развеванию, необходимо различать:

а) бугристо-равнинный рельеф, где процессы дефляции налагались на равнинные супеси и пески и бугристые участки чередуются с неразвеянными ровными участками;

б) бугристо-гривистый рельеф, где дефляции подвергались вершины грив;

в) бугристо-грядовый рельеф (развевание гряд);



Фиг. 27. Гряда, измененная эоловыми процессами. На вершине гряды сформировались барханные цепи. Прибалхашье (у основания гряды поросль черного саксаула). Фото *С. А. Никитина.*

г) бугристо-увалистый рельеф (развевание песчаных увалов);

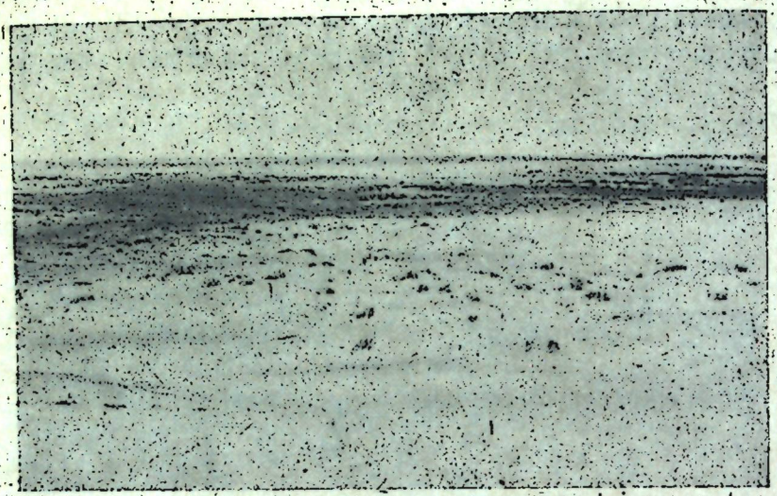
д) бугристо-ленточный рельеф; примером этого типа рельефа могут служить Нарынские пески (Зап. Казахстан), где, благодаря энергичному развеванию, отдельные гряды и гривы слились вместе, образуя широкие полосы бугристых песков, разделенные равнинными пространствами (ашиками), представляющими собою русла древних протоков.

По высоте бугров (барханов) описанные выше формы рельефа разделяют на низкобугристые (низкобарханные), где высота бугров (барханов) колеблется от 1 до 3 м, среднебугристые (среднебарханные), где высота бугров 3—7 м, и высокобугристые (высокобарханные), где высота бугров достигает 7—15 и более метров.

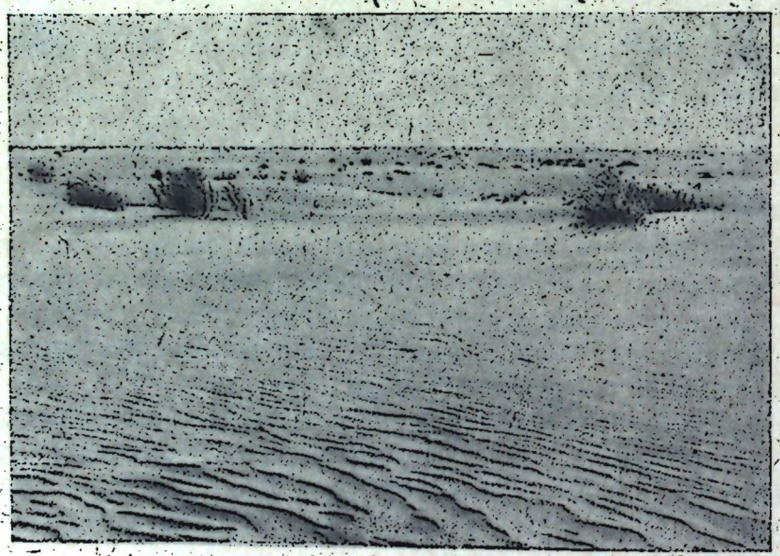
2. Эоловый рельеф

Эоловый рельеф свойствен участкам, подвергшимся полной эоловой переработке и утратившим полностью исходные аллювиальные или литоральные формы. На таких участках лишь изредка встречаются сохранившиеся древние ложбины, местами пересыпанные эоловыми песками, да

мелкие неразвеянные останцы-свидетели, с покрывающей их почвой, обычно засыпанной эоловыми песками. Эоловый рельеф можно разделить на равнинный, бугристый, барханный и дюнный рельеф.



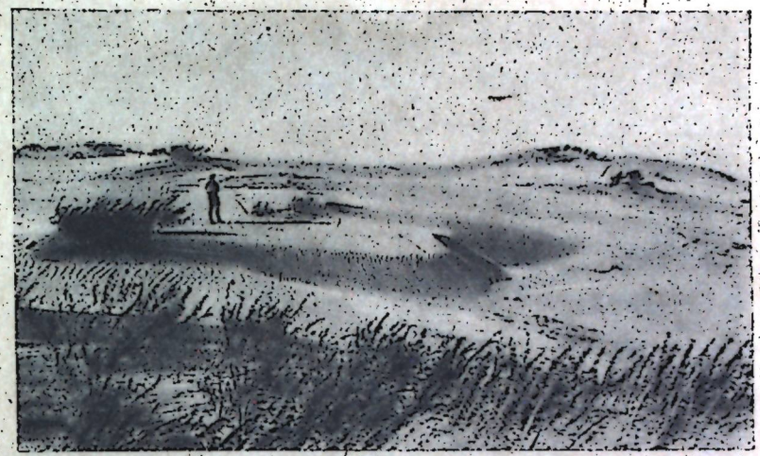
Фиг. 28. Равнинный эоловый рельеф. Збурьевская арена, Нижнеднепровские пески. Фото *А. И. Левенгаупт.*



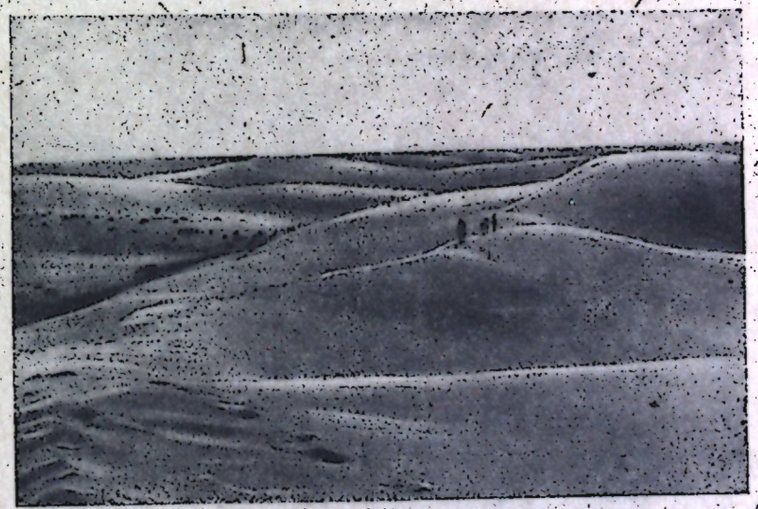
Фиг. 29. Низко-мягкобугристый эоловый рельеф. Западная окраина Алешковской арены. Нижнеднепровские пески. Фото *А. И. Левенгаупт.*

Равнинный рельеф (фиг. 28) имеет обычно лишь один вид—плоскоравнинный. Этот рельеф свойствен полям дефляции с близкими грунтовыми водами или же с близким залеганием суглинистых пород, не поддающихся

дефляции. Участки с плоскоравнинным рельефом достигают изредка довольно значительных площадей. Необходимо отметить, что даже сравнительно небольшие котловины выдувания, где процессы дефляции прекра-



Фиг. 30. Средне-мягкобугристый эоловый рельеф. Алешковская арена, Нижнеднепровские пески. Фото *А. И. Левенгаупт.*



Фиг. 31. Высоко-мягкобугристый эоловый рельеф. Пески Кзыл-кум. Фото *С. А. Никитина.*

тились благодаря близости грунтовых вод (выдувание дошло до зоны капиллярного поднятия грунтовых вод), имеют дно с плоским равнинным рельефом. Обычно участки с плоскоравнинным рельефом имеют мелкие бугры и выдувы.[1] Такие бугры, высотой не более 1 м, относятся уже к микрорельефу. Изредка на участках с плоскоравнинным рельефом наблюдаются

[1] Термин акад. Г. Н. Высоцкого.

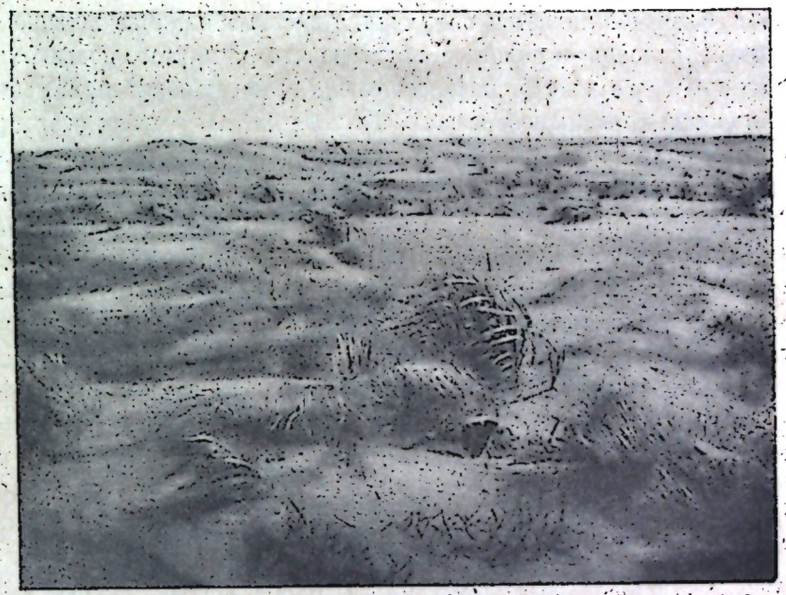
высокие бугры (кучевые пески В. Обручева), где пески скопились вокруг растительности. Такие отдельные бугры иногда достигают большой высоты.

Фиг. 32. Высоко-резко(рвано)бугристый эоловый рельеф. Чалбасская арена. Урочище «Скажені Кучугури». Нижнеднепровские пески. Фото *А. И. Левенгаупт.*

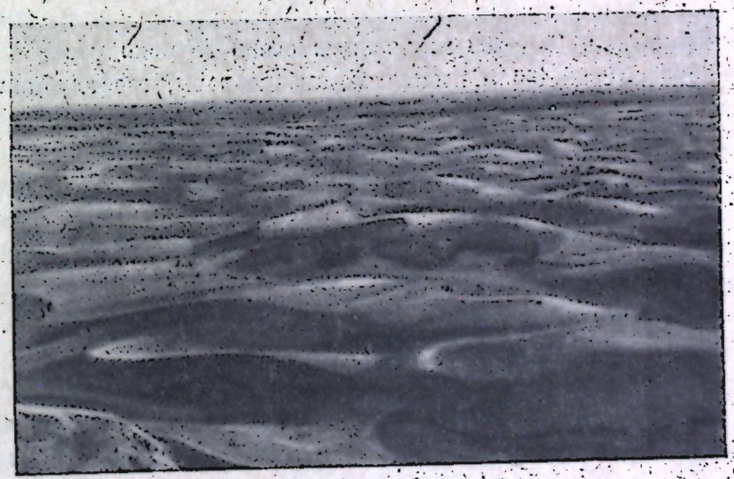
Фиг. 33. Высоко(резко)бугристый эоловый рельеф. Казачьелагерская арена. Нижнеднепровские пески. Фото *А. И. Левенгаупт.*

Бугристый рельеф (фиг. 29—34), в свою очередь, расчленяется на мягкобугристый рельеф и резкобугристый («рванобугристый»). Мягкобугристый рельеф свойствен голым пескам, лишенным вовсе растительности, а также их прямой противоположности — вторичной степи, где резкие формы сглажены благодаря длительным процессам дефляцион-

ного выравнивания. Резкобугристый рельеф (фиг. 32, 33), описанный нами ранее, свойствен зарастающим и развеваемым пескам. Как мы уже указы-



Фиг. 34. Низкобарханный эоловый рельеф. Западный Казахстан, по дороге между поселками Джангалой и Урдой. Фото *С. Соболева.*



Фиг. 35. Барханные цепи на землях древнего орошения. Бухарский оазис. Фото *С. А. Никитина.*

вали, процессы дефляции здесь идут неравномерно, благодаря тому, что поверхность песков неравномерно закреплена растительностью.

Барханный рельеф (фиг. 35, 36) свойствен исключительно голым пескам, не закрепленным растительностью, и встречается в каш-

тановой, бурой и серой почвенных зонах. Необходимо отличать единичные барханы, барханные цепи (фиг. 35), в которых единичные барханы, сливаясь, образуют длинные ряды-цепи, и барханные поля. Отличительным свойством барханов является полулунная форма и наличие хорошо сформированных склонов — пологого наветренного и крутого подветренного.

Дюнный рельеф распространен, главным образом, на песчаных обычно плоских морских побережьях, а также на побережьях озер и рек, и формируется благодаря действию господствующих ветров. Дюны—это песчаные гряды с резко выраженным гребнем и двумя хорошо выраженными склонами: склон, обращенный к ветру, или наветренный, обычно пологий (5—12°), а противоположный, подветренный склон крутой (30—40°). Дюны обычно не остаются в покое, они постепенно переносятся ветрами в глубь материка, а на их месте на побережье вырастают новые (И. Мушкетов).

Бугристый, барханный и дюнный рельефы необходимо разделять по высоте на низкобугристый (низкобарханный, дюнный), где высота колеблется от 1 до 3 м, среднебугристый (среднебарханный, дюнный) с высотой 3—7 м, и высокобугристый (высокобарханный, дюнный) с высотой 7—15 и более метров.

3. Скульптурный (эрозионный) рельеф

Эрозионный рельеф разделяется по глубине расчленения и по степени развития овражно-балочной сети. Необходимо различать равнины мелко расчлененные, где глубина эрозии не превышает 50 м, равнины средне расчлененные с глубиной эрозии 50—100 м, равнины глубоко расчлененные с глубиной эрозии 100—200 м, равнины очень глубоко расчлененные, с глубиной эрозии 200—400 м, и наконец, низкие горы, где глубина эрозии достигает 400—500 м. Необходимо также выделять пенеплены (почти равнины). По густоте овражно-балочной сети необходимо различать: слабоовражистые равнины, где густота овражно-балочной сети не превышает 0.25 км на 1 км², овражистые с густотой овражно-балочной сети 0.25—0.75 км на 1 км² и сильноовражистые с густотой овражно-балочной сети 0.75—1.50 км на 1 км².

4. Абразионный рельеф

Абразионный рельеф наблюдается обычно на эпейрогенически опускающихся морских побережьях. Абразионный рельеф такого побережья состоит обычно из берегового уступа (обрыва) и волноприбойной площадки.

Связь мезорельефа с грунтовыми водами, геологическим строением и практическое значение мезогеоморфологии при освоении песков

На основе изложенной выше классификации форм мезорельефа необходимо составлять карты типов мезорельефа или мезогеоморфологические карты. Такие карты, помимо теоретического интереса, имеют большое практическое значение. На основе мезогеоморфологических карт можно судить о предстоящих трудностях при освоении песчаных пространств.

Это особенно относится к эоловым типам мезорельефа. Здесь первоначальный почвенный покров уничтожен обычно процессами дефляции. Почвы на перевеянных песках или отсутствуют вовсе (лишь на глубине происходят процессы оглеения — см. раздел о почвах), или же на закрепленных песках наблюдаются недоразвитые почвы с едва заметным гумусовым горизонтом (слабое посерение верхних 5—10 см песка). Эти недоразвитые почвы и даже развитые песчаные черноземы мало влагоёмки и имеют ничтожный запас питательных веществ. Поэтому вопрос о пригодности участков для сельскохозяйственных и лесных культур и мелиоративных мероприятий решается здесь, главным образом, в зависимости от мезорельефа, геологического строения и гидрогеологических условий. Незасоленные грунтовые воды, влагоемкие, более связные горные породы: лёссы, прослойки древнеаллювиальных суглинков, продукты выветривания коренных пород и сами коренные породы — все это, в случае залегания на корнедоступной глубине, доставляет культурной растительности необходимую влагу и зольное питание. Выработка различных форм эолового мезорельефа, в свою очередь, зависит от того, как близко к поверхности песков залегает базис дефляции. Базисом же дефляции, как известно, служат зона капиллярного поднятия грунтовых вод и влагоёмкие, более связные, горные породы, т. е. то, что, как мы указывали выше, питает (в широком смысле этого слова) культурную растительность. Если базис дефляции залегает очень близко к поверхности, то процессы дефляции обычно не развиваются вовсе, и сохраняется первоначальный аллювиальный рельеф. Этот рельеф наиболее благоприятен для разведения интенсивных сельскохозяйственных и лесных культур, и песчаные пространства с аллювиальным рельефом, не измененным процессами дефляции, благодаря близкому залеганию базиса дефляции, требуют меньше затрат труда и средств при их освоении.

Наилучшими участками песков являются те, где близким базисом дефляции служат лёссы и другие влагоёмкие, не поддающиеся дефляции, горные породы. Слой древнеаллювиальных песков, покрывающих более плотные породы, вследствие малой влагоёмкости, легко пропускает атмосферные воды; подстилающие, более влагоемкие породы задерживают эту влагу в своей толще на корнедоступной глубине. Весною и после ливней от избытка влаги на толще более глинистых пород образуется иногда временная, скоро иссякающая, верховодка (на глубине, доступной для корней растений). Влага из почвы при таком геологическом строении расходуется, главным образом, путем транспирации и усвоения растениями. Непосредственного испарения с поверхности почвы здесь почти нет, так как покровные пески, легко пропуская влагу вниз, не поднимают ее в верхние слои по свойственной им, плохой капиллярной способности. Влага же, которая поступила из песков в подстилающие глинистые породы, обратно в пески не передается.

Из работ А. Ф. Лебедева мы знаем, что «если соприкасающиеся слои почв более или менее значительно различаются по составу своих механических элементов, то передвижение воды из одних слоев в другие определяется преимущественно величиной поверхности почвенных частиц; в этих случаях вода передвигается из слоя с относительно меньшей поверхностью почвенных частиц. Указанное направление движения не изменяется даже в том случае, если более мелкоземистый слой имеет бо́льшую влажность, чем другой, более крупнозернистый слой». Опыты с крупнозернистым песком и одесским мелкоземистым черноземом показали, что «независимо от положения песчаного слоя и его влажности вода передвигалась в сторону более мелкоземистого черноземного слоя, причем особенно интересно отметить быстрое движение воды из песчаного слоя»... Исследователь Нижнеднепровских песков А. В. Харциев (1927) очень удачно выразился, что связные породы в песках являются как бы «копилкой влаги» и базой питания растений.

Благодаря указанному геологическому строению и вытекающим отсюда гидрологическим свойствам, на описанных участках песчаных пространств (за исключением, конечно, засоленных и заболоченных) сады, виноградники и полевые культуры дают самые устойчивые (так как от засухи эти участки наименее страдают) и наибольшие урожаи. Эти участки являются наиболее пригодными и для орошения. Дорожное строительство здесь почти не требует дорого стоящей планировки поверхности; механизация всех производственных процессов на участках с таким рельефом также вполне возможна.

Неблагоприятным условием является наличие микрорельефных и мезорельефных западин, подов, блюдец и древних ложбин стока, создающих здесь почвенный микро- и мезокомплекс и, в случае значительного развития, несколько осложняющих механизацию. Весной указанные отрицательные элементы рельефа, благодаря бо́льшему увлажнению и более тяжелому механическому составу, медленнее просыхают, что затрудняет вспашку; созревание в западинах также запаздывает против положительных элементов рельефа, что затрудняет механизацию уборки урожая, особенно зерновых.

Участки с первоначальным аллювиальным рельефом, где близким базисом дефляции являются грунтовые воды (зона капиллярного поднятия), уже менее пригодны для интенсивных культур. Песчаные почвы бедны питательными веществами, близкие и доступные грунтовые воды без достаточного количества элементов зольного питания в почвах не могут обеспечить нормального развития и урожайности культурных растений. Местное население в этих случаях осваивает обычно лишь приусадебные участки, где легче применять навозное удобрение в больших количествах. Освоение же значительных территорий описанных песчаных пространств, вероятно, будет возможно лишь при широком применении минеральных удобрений.

Если базис дефляции залегает на глубине около 1—1.5 м, то процессы дефляции развиваются, но близко залегающий базис дефляции быстро кладет предел глубинной дефляции, благодаря чему вырабатывается низкобугристый или низкобарханный рельеф. Разница высот между вершинами бугров и барханов и котловинами выдувания достигает, как мы уже указывали, 3 м, т. е. как бы (максимально) удвоенной глубины залегания базиса дефляции. Таким образом, мы видим, что карты типов мезорельефа являются одновременно картами залегания базиса дефляции: грунтовых вод, лёссов, прослоев суглинка, коренных пород и проч. Конечно, и при низкобугристом рельефе иногда встречаются единичные средние и даже высокие бугры, что объясняется уже действием растительности, скопляющей в своих кустах и вокруг кустов кучи песка — кучевые пески Обручева. Особенно высокие бугры создает древесная и кустарниковая растительность.

Если условия произрастания при неизменном дефляцией аллювиальном рельефе в основном были сравнительно однородны, то мелкобугристый рельеф создает уже чрезвычайно пестрый микрокомплекс. Дренированные сухие бугры чередуются с заболоченными котловинами в тех случаях, когда базисом дефляции служат грунтовые воды; мощные отложения песка на буграх чередуются с незначительными толщами песка на лёссах, суглинках, коренных породах, в низинках, если базисом дефляции являются указанные породы. Часто в низинах наблюдаются даже выходы на поверхность указанных более плотных пород. Эта комплексность сильно затрудняет освоение песков. На буграх растительность, особенно огородная, страдает от недостатка влаги, а в заболоченных низинах часто погибает от ее избытка (например, виноградники), но все же низкобугристые пески из перевеянных песков являются наиболее пригодными для освоения. Базис дефляции, являющийся в то же время и источником питания культурной растительности, даже на вершинах бугров залегает на корнедоступной для многолетних растений глубине, а это дает возможность освоить без особых затрат бо́льшую часть территории низкобугристых песков.

Это подтверждается и опытом местного населения. Жители Нижнеднепровских песков освоили под сады и виноградники из бугристых песков в первую очередь низкобугристые пески, где базисом дефляции являются лёссы, суглинки и глинистый элювий понтических известняков. Результаты освоения получились прекрасные. Перед освоением для удобства обработки бугры (особенно резкобугристый рельеф) были несколько выравнены.

Низкобугристые пески, где базисом дефляции являются грунтовые воды, осваиваются неохотно. Причина кроется в том, что перевеянные пески, как мы уже указывали, являются малопитательным субстратом для культурной растительности. Имеющееся здесь благодаря близости грунтовых вод достаточное количество влаги может быть использовано культурной растительностью лишь при условии применения органических и минеральных удобрений. Местное население на приусадебных участках осваивает такие пески под огородные культуры, внося колоссальное количество на-

воза или торфа, смешанного с навозом. Сады,[1] даже косточковые, здесь плохо удаются; абрикосы, по наблюдениям Нижнеднепровской экспедиции, страдают от камедеистечения и дают весьма низкие урожаи.

Создание виноградников возможно лишь в тех случаях, когда под эоловыми песками имеются хорошо сформированные погребенные почвы. Эти погребенные песчаные и супесчаные почвы, не будучи базисом дефляции, являются источником питания для культурных растений. Без удобрения эти низкобугристые пески наиболее пригодны для сосны, шелюги и отчасти (при наличии погребенных почв) для акации.

Механизация и дорожное строительство на всех низкобугристых песках возможны, но уже сильно затруднены и требуют больших затрат на дополнительную планировку.[2] Таких же дополнительных затрат на выравнивание отдельных бугров требует здесь и орошение, которое возможно на низкобугристых песках, вероятно, лишь в виде дождевания.

Средне- и высокобугристые (барханные) пески формируются в том случае, если базис дефляции залегает на глубине от 1.5 до 7 м и более. Разница высот между вершинами бугров (барханов) и котловинами выдувания у этих песков доходит до 20 м и более. Ясно, что та комплексность условий местообитания, которая даже при низкобугристом рельефе создавала трудности при освоении песков, здесь достигает максимального развития. Кроме микрокомплекса, мы здесь имеем еще и мезокомплекс: чередование высоких (до 20 м) дренированных сухих бугров и низинок, часто с выходами или близким залеганием к поверхности грунтовых вод, суглинистых прослоек, коренных пород. Эта чрезвычайно резко выраженная комплексность условий местообитания, благодаря крайней расчлененности эолового рельефа, решает в основном вопрос о возможности освоения средне- и высокобугристых (барханных) песков.

Характер базиса дефляции (связные глинистые породы или грунтовые воды) здесь уже не играет такой роли, как при равнинном, гривистом или низкобугристом рельефе, так как базис дефляции на бо́льшей площади находится на глубине, недоступной даже для корней древесных пород; характер базиса дефляции сказывается лишь в котловинах и на нижних третях склонов бугров и барханов. На вершинах высоких, сухих бугров условия произрастания настолько неблагоприятны, что в степи возможно лишь произрастание ксерофитной степной растительности или экологически равноценных неизвестных еще нам экзотов. Даже посадки сосны и шелюги на высоких буграх в степи, и особенно в сухой степи, обычно не удаются. В низинках, если они не заболочены, и по нижним третям склонов бугров, где базис дефляции находится на корнедоступной глубине, возможно создание лесосадовых и лесных колков из сосны, березы, акации, абрикоса, лоха, шел-

[1] Без применения минеральных удобрений.

[2] Выравнивание рельефа, как известно, может быть достигнуто, если закрепить котловины и низины и постоянно обнажать и сбивать (выпасом овец и коз) бугры. Тогда ветер будет как бы слизывать бугры и рельеф постепенно может сгладиться.

ковицы и пр. Такие низины и склоны с близким базисом дефляции (преимущественно эловием известняков) на Нижнеднепровских песках уже частично освоены населением под огороды, сады и виноградники. Попытки же местного населения освоить под наименее требовательную культуру — виноградники — средние и высокие бугры, где базис дефляции находится за пределами корнедоступной глубины, на Нижнеднепровских песках потерпели неудачу.

Дорожное строительство, механизация и орошение на средне- и высокобугристых (барханных) песках невозможны без выравнивания рельефа, которое потребует колоссальнейших затрат, и поэтому в большинстве случаев при данном уровне техники не будут, повидимому, экономически целесообразны.

ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПЕСЧАНЫХ ПРОСТРАНСТВ И СОСТАВЛЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ КАРТ

Особенности строения песчаных почв

Изучение песчаных почв (в обычном смысле этого слова) мало отличается от изучения суглинистых почв. Здесь необходимо лишь отметить ряд особенностей строения песчаных почв.

Формирование иллювиальных коллоидных горизонтов в песчаных подзолистых и солонцеватых почвах идет весьма своеобразно. Иллювиальные горизонты здесь обычно бывают трех типов: или в виде псевдофибр, или в виде сплошного уплотненного и более ярко окрашенного иллювиального горизонта, или, наконец, состоят из такого же ярко окрашенного горизонта с псевдофибрами. Псевдофибры, возникающие в результате подзолистого или солонцового процесса, резко отличаются от тонких, ржавого цвета псевдофибр, реликтов былого оглеения. Солонцовые и подзолистые псевдофибры обычно двуцветные: верхняя часть таких псевдофибр окрашена гумусом и серого или темносерого цвета, а нижняя часть — бурая железистая. Солонцовые псевдофибры в южных песках обычно перерезают древние кротовины, а местами как бы «окантовывают» их.[1]

Строение слабоподзолистых и дерновых песчаных почв («боровых песков») резко отличается от слабоподзолистых глинистых почв. Еще в 1905 г. Г. Н. Высоцкий правильно указал: «весьма обычно, что под более или менее глубоким слоем буровато-желтого песка (реликтовый, охристо-глеевый горизонт — *C. C.*) находится песок более светлый, беловатый или даже совсем белый. Не следует смешивать этого оглеенного песка с песком оподзоленным. Последний, в нормальных, не нарушенных условиях, никогда не бывает отделен от дневной поверхности слоем буро-желтого песка, если, конечно, не был им занесен».

Песчаные черноземы также весьма своеобразны. Они бесструктурны, количество гумуса в них обычно не превышает 0.3—1%, емкость погло-

[1] Это свидетельствует о том, что солонцовый процесс в этих песках происходил уже после образования кротовин.

щения достигает всего лишь 1—3 миллиэквивалентов. Поглощающий комплекс песчаных черноземов, как и других черноземов, насыщен кальцием и магнием. Карбонаты обычно вымыты за пределы окрашенных гумусом горизонтов. Мощность окрашенных гумусом горизонтов весьма изменчива: наибольшая мощность наблюдается у глинисто-песчаных разностей, наименьшая у песчаных.

Песчаные каштановые и бурые почвы отличаются от песчаных черноземов наличием более плотного илювиального горизонта яркой бурой или каштановой окраски и некоторой слоеватостью верхнего, гумусового горизонта.

При исследовании закрепленных песков необходимо обращать внимание на юные, недоразвитые «антропогенные» почвы. Недоразвитые подзолистые почвы характеризуются посерением и обесцвечиванием верхних 10—15 см и побурением, а также красновато-желтым окрашиванием и цементацией песка на некоторой глубине (С. С. Неуструев, 1911). В степи, после закрепления песков, на поверхности под степной растительностью начинают формироваться недоразвитые черноземы и каштановые почвы. Сперва мы наблюдаем на закрепленных песках легкое посерение верхнего слоя песка, распространяющееся на глубину 1—2 см. Затем, если почвообразовательные процессы не прерываются геологическими (дефляцией), это посерение песка вследствие прокрашивания гумусом становится более явственным и проникает на большую глубину (до 20—25 см и глубже). Одновременно, в результате отложения эоловой пыли, идет обогащение верхних горизонтов глинистыми частицами. Недоразвитые песчаные черноземы и каштановые почвы, а также и недоразвитые песчаные луговые почвы можно расчленять по мощности окрашенных гумусом горизонтов, что соответствует здесь степени выраженности почвообразовательного процесса. Обычно такое расчленение недоразвитых песчаных почв в степи соответствует и степени закрепленности песков растительностью (стадии зарастания песков). Контуры почвенных карт, составленных с учетом степени развития почв, как показал опыт изучения Нижнеднепровских песков, обычно хорошо согласуются с геоботаническими картами.

При исследовании летучих песков, а также и описанных выше песчаных почв необходимо обращать внимание на процессы местного глееобразования (Г. Н. Высоцкий). Очень часто пески имеют неоднородный механический состав. Более мелкозернистые слои являются более влагоёмкими и представляют большое сопротивление для просачивающихся вглубь вод. Вследствие этого, вода во влажные периоды года временно задерживается в этом слое и над ним. Образуется временная верховодка. Эта верховодка вызывает местное глееобразование (Г. Н. Высоцкий, 1911). При движении влаги снизу вверх по капиллярам, влага свободно доходит до верхней поверхности мелкозернистого прослоя, и здесь капиллярный подъем останавливается. «Вода может отсюда испаряться, переходя в воздух, заполняющий промежутки между песчинками вышележащего слоя; она может также высасываться корнями растений. Избирательная способность корней и прямое испарение обусловливают то, что вещества, восходящие из глубины к верхней поверхности мелкозернистого прослоя, здесь сгружаются, скопляются. От этого мелкие поры мелкозернистых пород еще более уменьшаются и, наконец, закупориваются. В этом случае порода становится еще менее влагопроницаемой, и над нею может образоваться более длительное водозадержание (верховодка) и даже постоянный водный уровень» (Г. Н. Высоцкий, 1911).

Акад. Г. Н. Высоцкий предлагает назвать процесс уплотнения прослоек более мелкозернистого песка под действием восходящих капиллярных токов «ожерствлением», от слова «жерства», означающего сцементированные прослойки в песчаных породах.

В песках степи и лесостепи весьма распространены погребенные почвы, имеющие весьма большое значение при освоении песчаных пространств под сельскохозяйственные и лесные культуры и обладающие свойствами описанных мелкозернистых прослоек. На поверхности погребенных почв очень часто задерживается временная верховодка, вследствие чего прилегающие сверху к погребенной почве слои песка бывают оглеены и обезжелезены. Погребенные почвы, благодаря создающемуся своеобразному водному режиму, обычно быстро изменяются. В погребенных черноземах гумусовая окраска бледнеет, а в солонцеватых разностях, под влиянием нисходящих токов влаги, в результате интенсивного осолодения, формируются плотные, двуцветные псевдофибры и т. д.

При исследованиях разбитых песков необходимо обращать внимание на почвообразовательные процессы, происходящие в котловинах выдувания. При близких грунтовых водах в лесостепи здесь начинают формироваться луговые, болотные и торфяноболотные почвы; в сухой же степи здесь очень часто формируются солончаки, солевые (карбонатные и гипсовые) корки и т. п.

Особенности географического распространения песчаных почв [1]

Во введении к настоящей работе мы детально останавливались на своеобразных свойствах песчаных почв. Мы отмечали, что песчаные почвы в одних и тех же климатических условиях по тепловому режиму более теплые, более «южные», чем смежные суглинистые почвы, а по водному и солевому режиму (благодаря сквозному промачиванию и резкому преобладанию нисходящих токов влаги) — более «северные». Чем менее глинисты пески и чем они крупнозернистее, тем резче сказывается эта разница между песками и суглинками одной и той же зоны.

Это, конечно, соответственно сказывается и на почвообразовательных процессах. Рассматривая почвенную и ботаническую карты Европейской части СССР, мы видим, что по песчаным террасам рек узкими языками

[1] В порядке постановки вопроса.

далеко на юг (почти до северной границы каштановой почвы) вдаются сосновые леса с северными подзолистыми почвами. А на севере, далеко в тундру, продвигаются по пескам более южные подзолистые почвы, с соответствующей растительностью.[1] По пескам и песчаным почвам продвигается на север и земледелие.

В первом случае, на засушливом юге, ведущая роль в распределении растительности и формировании почв принадлежит, видимо, «северному» водному режиму песчаных почв и их выщелоченности. Выщелоченность здесь как бы увеличивает физиологическую влажность песчаных почв по сравнению с физиологически более сухими, обогащенными растворимыми солями, южными суглинистыми почвами. Во втором случае, на холодном севере ведущая роль принадлежит уже «южному» тепловому режиму песчаных почв, который усиливается еще и вследствие меньшей заболоченности песков. Демаркационной линией, разделяющей действие «южных» и «северных» свойств песчаных почв, повидимому, является северная граница лесостепи.

Необходимо отметить, что в полупустыне, повидимому, также начинает сказываться тепловой режим песков и, по новейшим наблюдениям С. А. Никитина, по пескам в полупустыню вдаются ареалы распространения пустынных растений.[2] Схема вклинивания почвенных зон в зависимости от механического состава материнских пород (при прочих равных условиях) представлена нами в первом приближении в табл. 2.

Конечно, приведенная схема может служить лишь для общей ориентировки. Эта схема является еще первым приближением и требует тщательной проработки и обоснования, так как географическое распространение песчаных почв еще очень слабо изучено.

Техника описания почвенных и геологических шурфов, полуям и прикопок и составление карт

Описывая основные почвенные и геологические шурфы, исследователь должен иметь особые бланки-карточки установленной формы.

Для удобства во время полевой работы карточки сшиваются в виде тетради, а при камеральной обработке разъединяются. Кроме дневника, необходимо иметь записную книжку, в которой подробно описываются ландшафты района исследования, маршруты, геоморфология, рельеф, геологические обнажения, растительность, а также хозяйственная деятельность человека и т. п. В записную книжку вносятся также все общие соображения, практические выводы, гипотезы, пояснения и все, что не укладывается в дневник, предназначенный для описания отдельных шурфов. В записную книжку также вносятся описания всех почвенных полуям, прикопок и отдельных контуров карты.

[1] О смещениях в растительности, которые вызываются песками, общие положения установлены акад. Г. Н. Высоцким и акад. Б. А. Келлером.

[2] Об этом писал еще Коржинский. (Ред.)

ТАБЛИЦА 2

Ориентировочная схема вклинивания почвенных зон в зависимости от механического состава материнских пород

Ландшафтные зоны, установленные для суглинистых пространств	Преобладающие почвы: на суглинках и глинах (глинистых частиц диаметром менее 0,005 мм, более 9%)	на супесях (глинистых частиц 4—9%)	на глинистых песках (глинистых частиц 2—4%)	на песках (глинистых частиц до 2%)	Направления вклинивания почвенных зон
Лесная зона	Среднеподзолистые почвы	Слабоподзолистые почвы	Слабоподзолистые почвы	1) Дерновые почвы («боровые пески»)	← Центр инверсии
Лесостепь	1) Мощные и тучные черноземы (под степной растительностью)	1) Мощные черноземы	1) Дерновые почвы («боровые пески»)	1) Дерновые почвы	
	2) Серые оподзоленные почвы и оподзоленные черноземы (под лесной растительностью)	2) Деградированные черноземы и слабоподзолистые почвы	2) Слабоподзолистые почвы	2) Дерновые почвы	
Степь	Обыкновенные черноземы	Мощные черноземы	Черноземы	Дерновые почвы и черноземы	
Сухая степь	Южные (бедные) черноземы и темнокаштановые почвы	Обыкновенные и южные черноземы	Черноземы	Черноземы	
Полупустыня	Светлокаштановые и и бурые почвы	Каштановые почвы	Южные черноземы	Черноземы и серозёмы	
Пустыня	Серозёмы	Серозёмы	Серозёмы	Серозёмы	Центр инверсии →

При обработке материалов записная книжка служит главнейшим источником и документом для общего описания местности, а карточки дневника — для сопоставления и описания отдельных шурфов, описания (на основании общего синтеза) почвенного покрова и документации почвенной карты.

Дневник и записная книжка являются официальными документами экспедиции, и поэтому записи в них должны соответствовать ряду требований, указываемых ниже.

Записи необходимо производить хорошим простым (не химическим, так как химический при дожде расплывается) карандашом, четко, разборчиво и без сокращений. Разрешается употреблять лишь такие общераспространенные сокращения, как: метр — м, сантиметр — см, гектар — га и т. д., чтобы во всех сокращениях и записях мог разобраться и сторонний специалист, а не только автор.

Записи необходимо строить так, чтобы получались не обрывки фраз, а полные, правильно построенные фразы, которые могли бы быть целиком перенесены в отчет.

При описании основных шурфов и обнажений нужно описывать каждый разрез, ни в коем случае не ссылаясь так: «то же, что и разрез №...», так как в процессе описания разреза можно найти много нового, что часто пропускается при беглом осмотре.

На заглавных страницах дневника и записной книжки необходимо проставить фамилию, инициалы и адрес исследователя, точное название и адрес учреждения, от которого производится работа, номер записной книжки или дневника, чтобы в случае нахождения потерянной книжки или дневника последние могли быть возвращены автору.

Начиная описывать геологический шурф или почвенную яму, необходимо проставить в дневнике номер разреза и фамилию исследователя и точно нанести разрез на топографическую карту или план. Для этого карту ориентируют по компасу (по странам света) и наносят разрезы глазомерно, руководствуясь ближайшими опорными пунктами местности. Если опорные пункты расположены далеко от почвенного разреза, необходимо при крупномасштабных съемках почвенные разрезы точно привязывать — путем промеров рулеткой или, в крайнем случае, шагами.

В дневнике необходимо отметить, на каком геоморфологическом элементе расположен разрез (например: «в пойме», «на второй террасе», «на плато» и т. д.). Необходимо точно описывать мезо- и микрорельеф и обозначать, на каком элементе рельефа расположен разрез (например: «на верхней трети крутого склона бугра», «на дне округлой котловины выдувания» и т. д.), точно обозначая экспозицию (например: «северо-западный склон гряды»). В дневнике необходимо зарисовывать в виде схематического профиля расположение разреза относительно элементов рельефа.

Описывая угодье, необходимо указать характер его (например: «пашня», «луг» и т. д.) и состояние. При этом, на основании осмотра, а также опроса колхозного и совхозного актива и местных специалистов, нужно записать

название культуры, сорт, состояние культуры, урожайность в центнерах с гектара (отметить урожайность среднюю, высокую, низкую), устойчивость урожая (как часто наблюдаются отклонения от среднего урожая за последние пять лет и причины этих отклонений); порядок обработки почвы и какие орудия употребляются, влияние обработки на почву, эффективность; удобрение (виды, нормы, способ заделки, время и частота внесения по годам), влияние удобрения на почву, эффективность; технику посева или посадки, время, способы, нормы, эффективность; севооборот (последовательность культур на участках по годам за последние пять лет, начиная с текущего), эффективность; мелиорации, которые применялись на участках, система и методы (гидротехнические мелиорации: орошение, осушка; химические: известкование, гипсование, внесение лёсса и т. д.; агро-лесомелиорация: полезащитные полосы, щелюгование, посев трав и т. д.); влияние указанных мелиораций на почву, эффективность; способ ухода за культурой (перечислить способы и время их применения), влияние на почву и эффективность; время и способ уборки урожая; вредители и болезни культур; как давно обрабатывается участок, суммарное влияние культуры и ее давности на почву; характер естественной растительности.

Установившийся уровень грунтовых вод необходимо замерять до подчистки почвенных разрезов; в тех случаях, когда шурф выкапывают в присутствии почвоведа, необходимо замерять и отмечать в дневнике глубину, с которой почва становится влажной (высоту капиллярного поднятия), и глубину, с которой начинают просачиваться почвенные и грунтовые воды, отмечая характер этого просачивания (отдельные струйки, жилы, оплывания). Если грунтовые воды залегают глубоко, то необходимо замерить уровень грунтовых вод в ближайших колодцах. Характер и глубину оглеения необходимо отмечать после очистки шурфа, при описании разреза.

Перед описанием шурфа необходимо провести подчистку стенок шурфа. В песчаных почвах для этого одну из стенок срезают ровно ножом или лопатой, а в суглинистых почвах подчищают («подковыривают») стенку так, чтобы была видна структура. Лишь после подчистки шурфа ясно выступают отдельные элементы и границы почвенного профиля, так как при копании шурфа стены его «смазываются» лопатой. Внимательно изучив шурф, необходимо по комплексу признаков (цвет, структура, механический состав, плотность, новообразования и т. д.) разделить разрез на горизонты, установив происхождение отдельных горизонтов; почвовед должен тут же в поле определить и записать в дневник название почвы: тип (по характеру, направлению почвообразовательного процесса) и подтип почвы (по степени выраженности этого процесса), механический ее состав и характер почвообразующей породы. Дальнейшее описание шурфа ведут по выделенным горизонтам, отмечая генезис каждого горизонта.

Для каждого горизонта почвенного или геологического шурфа необходимо, в первую очередь, описывать цвет, структуру, механический состав,

а для основных шурфов нужно описывать также еще и плотность, влажность, новообразования и включения каждого горизонта, а также характер перехода от одного горизонта к другому и т. д.[1]

Цвет отдельных почвенных горизонтов нужно описывать коротко, выделяя главнейшее, например: «темносерый», «желтовато-серый» (последняя часть сложного слова означает преобладающий оттенок). В более сложных случаях нужно давать не больше трех определений цвета, например: «желтовато-серый с зеленоватым оттенком» и т. д.

Структура характеризуется также двумя-тремя обозначениями, причем отмечается в основных разрезах размер структурных отдельностей, плотность их и степень выраженности. Например, «плохо выраженная зернисто-комковатая структура», или «призматическая: плотные призмы, размером 9×3 см, рассыпаются на орехи диаметром 1 см».

Механический состав описывают согласно принятой номенклатуре, причем определение необходимо контролировать при влажном состоянии почвы путем скатывания, а в сухом состоянии — по черте ножа. Плотность горизонтов необходимо определять по черте ножа и сопротивлению, которое выявляется при вдавливании ножа.

Все эти признаки следует описывать для отдельных горизонтов не изолированно, а сопоставляя с выше и ниже лежащими горизонтами. Кроме того, необходимо отмечать равномерность описанных признаков, например: «серый, с белыми пятнами оподзоливания», «суглинистый с линзами песка» и т. д.

Все определения в дневнике и записной книжке должны быть четкими, краткими и ясными и подчеркивать ведущее, так как сложные, многословные определения, в которых не оттеняются главные признаки, не помогают, а только путают и мешают точному определению почвы.

При описании новообразований необходимо отмечать в первую очередь то, что характеризует генезис почвы и определяет направление современного почвообразовательного процесса, например: наличие кварцевой присыпки, форма карбонатов, характер выцветов, легкорастворимых солей, наличие и характер псевдофибр и т. д. Включения также необходимо тщательно изучать и собирать, так как они обычно характеризуют генезис или возраст почв или почвообразующих пород, например: остатки фауны (в особенности раковины моллюсков), остатки человеческих культур, валуны, гальку и т. д.

Влажность отмечается в сопоставлении с другими горизонтами. Например, почвенный разрез описывается после дождя, который увлажнил только верхнюю часть гумусового горизонта, благодаря чему этот горизонт отличается по цвету от нижних горизонтов; при описании цвета этой почвы в окончательном отчете необходимо сделать поправку на влажность.

[1] Подробно см. А. А. Красюк. — Почвы и их исследование в природе, Сельколхозгиз, 1932, и С. А. Захаров, — Краткий курс практических занятий по почвоведению, ГИЗ; Москва, 1929.

В случае неглубокого залегания грунтовых вод, влажность следует отмечать, точно определяя высоту капиллярного поднятия.

После окончания описания, разрез зарисовывается цветными карандашами и в дневник записывается название почвы, а именно: подтип почвы по степени выявленности почвообразовательного процесса, группа — по почвообразующей породе и разность — по механическому составу. Определение почвы хотя бы провизорное, необходимо делать непременно на месте работы в поле, не отходя от почвенного разреза. На месте же работы, не отходя от почвенного разреза, необходимо закрасить цветными карандашами почвенную карту, пользуясь выработанными для района условными знаками. Если почвенный контур уже выделен на карте и разрез заложен в другом смежном контуре, то здесь, на месте работы, нужно сделать описание нового контура карты в записной книжке. При наличии почвенных комплексов необходимо обращать особое внимание на соотношение (учитывая в %) отдельных компонентов этого почвенного комплекса.

Полуямы описываются так же, как и основные разрезы, только описание их значительно более кратко: в описаниях отмечается лишь цвет, структура и механический состав каждого из горизонтов, а также наиболее характерные черты разреза.

Прикопки можно не описывать, отмечая лишь подтип, группу и разность почвы и нанося прикопку (под ее номером) на карту, а определение — в записную книжку.

Образцы почв для дальнейшей аналитической камеральной работы необходимо брать из наиболее характерных разрезов. Каждый раз необходимо в дневнике отмечать, для какой цели взят образец, какие анализы нужно провести. Образцы нужно брать из середины каждого горизонта или из тех мест, где горизонт наилучше выражен. Кроме того, в гумусовом горизонте берутся образцы с глубины 0—5 см для характеристики верхнего пахотного горизонта. Образцы необходимо брать в виде призмы высотою в 5—10 см и шириною в 15 см. Необходимо, чтобы образец имел вес не менее 1 кг. Кроме таких больших образцов, предназначенных для проведения аналитических работ, берутся (в случае надобности) маленькие образцы, весом 100—200 г, для просмотра и сопоставления между собою в камеральный период.

Взятый образец нужно завернуть в два слоя бумаги (для болотных почв еще и в пергамент). В образец вкладываются две этикетки: одна, сложенная вчетверо, вкладывается под оберточную бумагу, а другая — сверху под шпагат. После этого образец плотно увязывается шпагатом. Образцы, взятые из одного разреза, складываются вместе, завертываются в бумагу и увязываются шпагатом в один сверток. Под шпагат нужно класть общую этикетку, в которой обозначается, сколько образцов взято из этого разреза, из каких горизонтов и с какой глубины, а также полное название почвы и географического пункта, где взят образец. Влажные образцы необходимо просушивать вечером, после возвращения с работы. Этикетки для образцов необходимо приготовлять заблаговременно (карандашом, под

копирку) по такой форме: республика, область, район, географический пункт, № разреза, название почвы, название горизонта, глубина в сантиметрах, дата, фамилия и инициалы исследователя.

При упаковке образцов в ящики для отсылки в лаборатории необходимо составлять описи образцов. Описи составляются в трех экземплярах для каждого ящика; один экземпляр вкладывается в ящик с образцами, другой пересылается в лабораторию и третий остается у почвоведа.

Точность почвенных карт и планов

В настоящее время почвенные исследования проводятся целым рядом научно-исследовательских и производственных учреждений и организаций. При использовании результатов этих исследований достаточно часто обнаруживаются случаи «вольного» подхода в понимании масштабов и точности почвенных карт и планов. В большинстве случаев исследователи определяют масштаб почвенной съемки масштабом топографической основы, по которой ведется почвенная съемка. Почвенные карты и планы, которые получаются в результате таких исследований, обычно по точности не соответствуют указанному на них масштабу. Так, нередко можно видеть почвенные карты в масштабе 1 : 10 000, точность которых (т. е. детальность легенды и карты, размеры почвенных пятен и точность проведения границ почвенных контуров) соответствует точности карт в масштабе 1 : 50 000 и даже 1 : 100 000 и т. п. Это вполне заслуженно вызывает недовольство и нарекания со стороны заинтересованных хозяйственных организаций, так как точность почвенных карт во многих случаях обусловливает и точность планирования хозяйственных, агротехнических, мелиоративных и прочих мероприятий.

Чтобы внести ясность в этот вопрос, мы более подробно остановимся на понятии о точности почвенных карт и планов.

В топографии т о ч н о с т ь ю м а с ш т а б а называется «число саженей (метров) на местности, соответствующее наименьшей доле основания поперечного масштаба, различаемого невооруженным глазом». [1] На бумаге можно различить невооруженным глазом длину не менее 0.2 мм (0.01 дюйма), эта величина обычно и принимается за предельную точность масштаба в топографии.

При составлении топографических карт, согласно обязательной для всех ведомств и учреждений инструкции для инструментальных топографических съемок, [2] «предельная погрешность в нанесении на планшет контуров местности устанавливается:

а) для контуров с ясно выраженными и строго определенными границами не более 0.5 мм на плане;

[1] Проф. С. М. С о л о в ь е в. Основной курс низшей геодезии. М., 1923.

[2] Инструкция Глави. геодез. управления для инструментальных съемок в масштабе 1 : 25 000 и 1 : 50 000. Утверждена Госпланом как обязательная для всех ведомств и учреждений.

б) для контуров с неясно выраженными границами — не более 1.0 мм на плане.

Наименьший же предел площади контура, подлежащего выделению, устанавливается в 4 мм² на плане.»

Топографическая карта является основой для составления почвенной карты. Почвовед при исследованиях обычно расшифровывает контуры, выделенные на топографических картах, поэтому предельная точность топографических карт является предельной точностью и для почвенных карт.

Учитывая изложенное выше, следует установить:

а) максимальную точность масштаба почвенных карт — в 0.20 мм (0.01 дюйма) на карте;

б) максимальную погрешность в нанесении на карту почвенных контуров с ясно выраженными и строго определенными границами — не более 0.5 мм на плане;

в) наименьшую площадь почвенного контура, подлежащего выделению на карте, — 4 мм².

В тех случаях, когда встречаются пятна почв менее 4 мм² (на карте), которые являются важными в производственном и теоретическом отношениях, эти пятна необходимо наносить на карту без проведения границ, условными значками в утрированном размере.

Установленные выше величины для составления почвенных карт в зависимости от масштаба карт (планов), будут на местности иметь следующие размеры и площади (см. табл. 3).

Указанную точность почвенных карт и планов (минимальные почвенные контуры в 4 мм² на плане и максимальная погрешность в нанесении почвенных контуров в 0.5 мм на плане) можно получить лишь в тех случаях, когда почвы одного контура (участка) очень резко отличаются от почв другого контура (участка), [1] например: болота, солончаки, солонцы, разбитые бугристые пески и т. п. среди пашни; резко выраженные контуры блюдец, подов, озер среди ценных угодий (пашни, сенокосы). Такие участки обычно бывают уже нанесены на топографических картах, и почвовед должен лишь расшифровать контуры топографической карты, вложив в них почвенное содержание.

В тех случаях, когда такие участки (контуры) не выделены топографом на картах, необходимо (при съемках в крупных масштабах) эти участки инструментально заснять по указаниям почвоведа. В крайнем случае, если нет возможности инструментально выделить такие участки, почвовед должен их заснять и нанести на карту глазомерно (промеряя шагами).

Значительно чаще распространены почвы, не столь резко отличающиеся между собою. Границы на почвенных картах в таких случаях проводятся достаточно условно.

В зависимости от возможности провести с той или иной точностью почвенные границы, можно установить следующую точность выделения почвенных контуров (табл. 4).

[1] Обычно такая резкая смена почв связана с резкой сменой рельефа.

ТАБЛИЦА 3

Размеры максимальных погрешностей в нанесении почвенных контуров и размеры минимальных площадей и минимальных диаметров почвенных контуров, подлежащих выделению на карте

Масштаб карт (планов)	1:500 000 (или около 10 верст в дюйме)	1:200 000 (или около 5 верст в дюйме)	1:150 000 (или около 3 верст в дюйме)	1:100 000 (или около 2 верст в дюйме)	1:50 000 (или около 1 версты в дюйме)	1:25 000	1:10 000	1:5 000	1:2 000	1:1 000	1:500	1:250
Максимальная погрешность в нанесении почвенных контуров с ясно выраженными и строго определенными границами, в м	250	100	75	50	25	12	5	2.5	1	0.5	0.25	0.12
Минимальная площадь почвенных контуров, подлежащих выделению на плане (карте), в га . . .	100	16	9	4	1	0.25	0.04	—	—	—	—	—
в м²	—	—	—	—	—	—	—	100	16	4	1	0.25
Минимальный диаметр почвенных контуров, подлежащих выделению на плане (карте), в м . . .	1000	400	300	200	100	50	20	10	4	2	1	0.5

ТАБЛИЦА 4

Точность выделения почвенных контуров, в зависимости от ясности (резкости) почвенных границ, для карт всех масштабов

Категории контуров (выделов)	Размер минимального контура на карте	Максимальная погрешность в нанесении границ почвенных контуров
1. Участки, в почвенном отношении очень резко отличающиеся от смежных участков (например, неудобные земли — болота, солончаки, разбитые или бугристые пески среди пашни и т. п.). Такие контуры наносятся на карту топографами. Почвоведы лишь расшифровывают контуры на топокартах	4 мм²	0.5 мм
2. Участки, достаточно ясно отличающиеся в почвенном отношении от смежных участков (например, солонцы среди среднесолонцеватых почв, супесчаные почвы среди легкосуглинистых почв и т. п.). Контуры наносятся на карту почвоведами	0.6 см²	3 мм
3. Участки, которые в почвенном отношении достаточно трудно отделимы от смежных; границы контуров могут быть проведены лишь условно (например, среднеподзолистые почвы среди слабоподзолистых, легкосуглинистые среди среднесуглинистых и т. п.) Контуры наносятся на карту почвоведами	1 см²	5 мм

Размеры минимального контура на почвенной карте и максимальной погрешности в нанесении границ почвенных контуров для резко отличных участков были обоснованы нами выше. Обосновать эти предельные величины для участков, различающихся менее резко, и для участков, границы между которыми проводятся лишь условно, в настоящее время трудно. Здесь нужно провести специальные методические картографические работы. Поэтому предлагаемые нами величины можно временно принять лишь как придержку. Необходимо отметить, что и согласно инструкции к комплексным геологическим исследованиям[1] на геологическую карту должны обязательно наноситься все площади больше 1 см² (на карте); при хорошей же обнаженности эта инструкция требует наносить и меньшие площади.

Принимая указанные в табл. 4 размеры минимальных контуров на почвенной карте и максимальных погрешностей в нанесении границ почвенных контуров, необходимо следить, чтобы при проведении почвенных исследований на карты любого масштаба наносились все площади больше 1 см² (на карте), занятые одной и той же почвой или почвенным комплексом. Масштаб же и точность почвенной съемки нужно определять не той топографической основой, по которой ведется почвенная съемка, а точностью окончательной почвенной карты, т. е. детальностью легенды и самой карты, размерами отдельных почвенных контуров (пятен), точностью проведения границ почвенных контуров.

Чтобы достигнуть требуемой точности почвенных карт (планов), необходимо соблюдение ряда условий, а именно: 1) масштаб топографических карт, на основе которых будет проводиться почвенная съемка, должен быть более крупным, чем заданный масштаб окончательной почвенной карты. Почвенные исследования ни в коем случае не должны проводиться на топографических картах более мелкого масштаба, чем заданный масштаб окончательной почвенной карты; 2) на топографической карте должно быть достаточно опорных точек — ориентиров, т. е. предметов, контуров (курганы, ямы, указатели дорог, перекрестки дорог, отдельные дворы, сады, огороды, сараи, развалины, памятники, могилы, ветряные и водяные мельницы, группы и отдельно стоящие деревья, мосты, канавы, резкие повороты реки, разветвления оврагов и т. п.), дающих возможность легко разбираться на местности, правильно определять свое местонахождение, привязывать к этим ориентирам почвенные разрезы и границы и правильно переносить их на почвенную карту.

Все топографические карты и планы по их качеству можно разбить на следующие категории:

I категория карт — хорошо выполненные планшеты аэро-фотосъемок требуемого масштаба с хорошо переданным рельефом и доста-

[1] «Методы и организация комплексной геологической съемки». Всесоюзное геологоразведочное управление, 1933 г. Инструкция утверждена в качестве обязательного руководства для всех учреждений НКТП, ведущих геологосъемочные работы.

точным количеством ориентиров для привязки почвенных шурфов и ориентировки на местности.

II категория карт — гипсометрические карты (планы) требуемого масштаба с хорошо переданным рельефом и достаточным количеством ориентиров для привязки почвенных шурфов и ориентировки на местности.

III категория карт — такие же планшеты аэро-фотосъемки и гипсометрические карты (планы) требуемого масштаба, но с недостаточным количеством ориентиров. Почвоведу при такой топоснове для достижения необходимой точности приходится тратить много времени на привязку почвенных шурфов, на ориентировку на местности и на закладку дополнительных шурфов. Но все же, если не будет разбита на местности вспомогательная опорная сеть профилей для ориентировки и привязки почвенных шурфов, то почвенная карта, составленная на такой топоснове, будет весьма схематична и не удовлетворит приведенным выше требованиям к точности карты.

IV категория карт — к этой категории относятся карты и планы без рельефа, т. е. составленные лишь в результате горизонтальной топографической съемки. Почвенную съемку при такой топоснове, в случае крайней необходимости, можно провести, если имеется достаточно подробная ситуация, или если на местности топографами разбита вспомогательная опорная сеть профилей. На дополнительную работу по уточнению карты и глазомерному нанесению контуров почвовед затрачивает очень много времени; почвенная карта получается весьма неточная — грубосхематичная, поэтому, как правило, нельзя разрешать проводить почвенную съемку при такой топоснове.

В тех случаях, когда на топографической карте недостаточно ориентиров (III и IV категория карт), необходимо закладывать сеть профилей (визиров, поперечников). Профили прокладываются с расчетом, чтобы они пересекали основные элементы рельефа (например, перпендикулярно к долине реки, чтобы профили пересекали все террасы реки и т. п.). По профилям через каждые 50—100 м забиваются колышки-пикеты, к которым во время съемки привязываются почвенные разрезы.

Расстояния между профилями, в зависимости от категорий местности (см. ниже), ориентировочно можно наметить следующие (табл. 5).

ТАБЛИЦА 5

Расстояние между профилями в зависимости от категории местности

Категория местности	I	II	III	IV
Расстояния между профилями на карте в см	3.0	2.5	2.0	1.5

В зависимости от детальности топосновы и густоты опорных ориентировочных пунктов, расстояния между профилями необходимо соответственно изменять.

Сеть профилей наносится в поле на топокарты и фотопланшеты, передаваемые топографами почвоведу.

Количество шурфов, полуям и прикопок, закладываемых на единицу площади, для составления карт изменяется, главным образом, в зависимости от сложности почвенного покрова и от качества топосновы.

В зависимости от сложности почвенного покрова, территория лесостепи и степи Европейской части СССР может быть разбита на четыре категории:

I категория. Местности с равнинным рельефом. Мезорельеф и микрорельеф не развиты. Почвенный покров однообразен и прост. К этой категории относятся преимущественно черноземная степь и частично черноземные участки плато лесостепи.

II категория. Местности с развитым эрозионным мезорельефом. Микрорельеф не развит. Почвенный покров осложнен, благодаря наличию мезокомплекса почв (мезо-сочетаний). Кроме плакорных почв, необходимо изучать почвы на склонах и в тальвегах оврагов, закладывая мезопрофили. К этой категории относятся преимущественно лесостепь, а также степь на эродированных участках.

III категория. Местности с развитым микрорельефом. Почвенный покров сложен, благодаря развитию сложного микрокомплекса почв. Так как почвенный микрокомплекс состоит обычно из трех или даже пяти членов (двучленный почвенный комплекс очень мало распространен), то при изучении почвенного покрова, вместо единичных разрезов, приходится закладывать группы разрезов в виде микропрофилей (или в отдельных случаях даже закладывать по микрорельефу траншеи). Все это сильно осложняет работу.

К этой категории относятся преимущественно районы каштановой и бурой зон, с развитым комплексом солонцов и засоленных почв, суглинистые террасы рек степи и лесостепи, с развитым микрорельефом и комплексом солонцов и засоленных почв, песчаные террасы и дельты с развитым микрорельефом, а также с эоловым мезорельефом (но не покрытые лесом) и легкопроходимые болота.

IV категория. Местности, по рельефу и по сложности почвенного покрова аналогичные описанной выше III категории, но покрытые лесом. Так как из-за лесной растительности исследователь не может окинуть взором большие пространства, то здесь трудно интерполировать, распространяя установленные закономерности на смежные участки. Приходится для составления точных почвенных карт закладывать много дополнительных, проверочных шурфов, что очень сильно осложняет работу. К этой категории относятся облесенные песчаные террасы рек и облесенные поймы, а также лесные и труднопроходимые болота.

Если количество шурфов и время, затрачиваемое почвоведом на единицу площади для составления почвенной карты в местности I категории, принять за 1.00, то эти же величины для II категории, учитывая необходимость закладки дополнительных шурфов для изучения почв на отдельных элементах мезорельефа, можно выразить 1.25 (т. е. на 25% больше); для III категории, учитывая необходимость большого количества шурфов для изучения почв микрокомплексов, — как 1.50 (т. е. на 50% больше) и для IV категории, где работа крайне осложнена и требует большого количества шурфов,— как 2.00 (т. е. вдвое больше, чем для I категории). Эти величины являются лишь ориентировочными; они выведены на основании имеющегося опыта съемочных почвенных, а также геодезических (мензульная съемка) работ и требуют уточнения путем проведения специальных методических исследований.

Для составления почвенных карт указанной выше точности необходимо на каждый квадратный дециметр карты (независимо от масштаба) в местностях первой категории закладывать около 5 основных разрезов (глубиною 2 м и более), 10 полуям (глубиною 1—2 м) и до 30 прикопок. Учитывая, что на описание одного основного разреза почвовед затрачивает столько же времени, сколько затрачивается на две полуямы или на шесть прикопок, на составление одного кв. дециметра почвенной карты в местности I категории почвовед обычно затрачивает столько времени, сколько требуется для описания 15 основных шурфов (10 полуям=5 основным шурфам и 30 прикопок=5 основным шурфам) и для передвижения от шурфа к шурфу. Для составления 1 дм² почвенной карты в местности II категории требуется заложить шурфов, полуям, прикопок и затратить времени на 25% больше, чем для I категории; в местности III категории соответственно на 50% больше, а в местности IV категории на 100% больше, чем для I категории. Соответственно с этим увеличиваются и потребность в рабочей силе и средствах передвижения.

Приведенные цифры могут служить лишь для общей ориентировки и требуют специальной опытной проверки.

Необходимо отметить, что время, затрачиваемое на почвенную съемку, можно сократить, проводя работы на хорошей топографической основе (карты I категории), широко применяя (особенно при мелкомасштабной съемке) автотранспорт, повышая квалификацию почвоведов и внедряя в практику экспедиционных работ социалистические методы труда. Заблаговременная выкопка шурфов при крупномасштабных съемках также экономит время почвоведа, так как не приходится затрачивать времени на ожидание, пока рабочие выкопают шурфы.

Плохая топографическая основа, без достаточного количества ориентиров (карты III и IV категорий), а также работа ранней весной и поздней осенью, когда рабочий день очень короток, а неблагоприятная погода и плохое освещение мешают нормальной работе, — все это очень сильно снижает производительность. Значительно снижается производительность

и при обследовании мелких участков, так как при этом затрачивается очень много времени на организационные работы при развертывании и при ликвидации работ, а также на рекогносцировку и предварительную камеральную обработку.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕСЧАНЫХ ПРОСТРАНСТВ

Исследования песчаных пространств степи и лесостепи Европейской части СССР обычно производятся с целью выяснения возможности освоения этих пространств под лесные или садовые, виноградные и огородные культуры. В условиях степи и лесостепи Европейской части СССР исследования песчаных пространств для целей организации пастбищных хозяйств проводятся редко; кроме того, методы этих исследований достаточно хорошо изложены в существующих руководствах, поэтому в настоящей работе на этом мы не будем останавливаться. В отдельных случаях исследования песчаных пространств проводятся с целью выяснения пригодности их для целей орошения.

При исследовании песчаных пространств для указанных выше целей приходится говорить не только о самых почвах, но и о растительности, почвах, геологии и гидрогеологии во взаимной их связи, т. е. о типах территории или о ландшафтах, так как не отдельные элементы определяют пригодность участка для произрастания той или иной культуры или для проведения тех или иных мелиоративных мероприятий, а вся совокупность естественноисторических условий, измененная и изменяющаяся под воздействием человеческого общества (что особенно ярко проявляется в песках).

При освоении песчаных пространств необходимо провести ряд мероприятий по укреплению песков и борьбе с дефляцией. Лишь после проведения агро-лесомелиоративных мероприятий, прекращающих движение песков, или же применяя мертвые защиты, можно приступить к хозяйственному освоению песков.

При исследовании песчаных пространств для целей ирригации приходится в первую очередь считаться со стратиграфией песчаных отложений и близостью грунтовых вод. Наиболее пригодными для орошения обычно являются пески и песчаные почвы, подстилаемые на глубине от 0.25 до 2 м суглинками, лёссами и глинистыми продуктами выветривания коренных пород. Легкий механический состав верхних горизонтов заставляет применять здесь почти исключительно дождевание. Гравитационная влага, стекающая вниз, будет задерживаться в подстилающих, более глинистых породах на корнедоступной глубине и при правильном орошении не вызовет заболачивания.

При близких грунтовых водах необходимо выяснить происхождение этих вод, направление и скорость их движения, химический состав и годичную амплитуду колебаний их зеркала. В тех случаях, когда вместо разбитых песков с недоразвитыми почвами на поверхности мы имеем сформирован-

ные почвы и, в особенности, почвы супесчаные или глинисто-песчаные, приходится считаться уже с физическими и химическими свойствами этих почв. Особенно внимательно нужно относиться к наличию суглинистых и ортзандовых прослоек, а также погребенных почв и псевдофибр, которые во многих случаях могут вызвать образование верховодки и даже заболачивание.

Исследования песчаных почв для целей орошения мало отличаются от обычных почвенных исследований для этих целей. Здесь необходимо также изучить химический состав и физические свойства почв, но методы их изучения достаточно хорошо известны, поэтому в настоящей работе на этом мы не останавливаемся.

При исследованиях для организации виноградных и плодово-ягодных хозяйств необходимо учитывать, что наиболее пригодными для этой цели являются участки, где распространены песчаные, глинисто-песчаные и супесчаные черноземы или каштановые почвы, подстилаемые на глубине примерно от 0.25 до 2 м глинистыми прослойками, лёссами или глинистыми продуктами выветривания коренных пород. Хороши для этой цели также участки, где под сформировавшимися песчаными и супесчаными черноземами залегают погребенные луговые почвы или черноземы. Пригодны для организации виноградных и плодовых хозяйств также и низкобугристые пески с недоразвитыми почвами, подстилаемыми на глубине от 0.25 до 2 м глинистыми или лёссовыми прослойками и глинистыми продуктами выветривания коренных пород, или хорошо сформированными с мощными гумусовыми горизонтами, погребенными луговыми незасоленными почвами, каштановыми почвами и черноземами. Особенно хороши все описываемые выше участки в тех случаях, когда грунтовые воды залегают на глубине 1.5—2 м. При более высоком стоянии грунтовых вод виноградники на песках часто вымерзают; при более удаленном уровне грунтовых вод, в особенности в сухой степи, виноградники дают более низкий урожай, а иногда требуют даже орошения.

Пески с недоразвитыми почвами, песчаные черноземы и каштановые почвы без прослоев глинистых пород и погребенных почв мало пригодны для разведения виноградников; возможно, что при широком применении минеральных удобрений участки с близкими грунтовыми водами будут наилучшими для виноградарства и садоводства (С. Соболев, 1935), но этот вопрос нуждается еще в опытной проверке.

Для организации огородных хозяйств наиболее пригодны луговые почвы с близкими грунтовыми водами. Местное население охотно осваивает эти участки, используя своеобразное «подземное» орошение, где огородные растения растут «на грунтовых водах», используя влагу зоны капиллярного поднятия грунтовых вод. Обычно в условиях степи огородное хозяйство без орошения не выходит за пределы корнедоступной зоны капиллярного поднятия грунтовых вод. Менее пригодны для организации огородных хозяйств недоразвитые луговые почвы, так как эти почвы требуют большого

количества органических и минеральных удобрений для получения удовлетворительных результатов.

При создании лесных культур в условиях лесостепи необходимо учитывать, что для сосны и шелюги вполне пригодны участки с недоразвитыми или с развитыми песчаными, подзолистыми почвами без прослоев глинистых пород. На участках, где имеются прослои глинистых пород на глубине 0.25—2 м, кроме разведения сосны, возможно создание смешанных культур из сосны и дуба, а также введение ряда технических экзотов. Кроме того, на таких участках, как мы указывали выше, вполне возможно создание плодовых хозяйств с преобладанием косточковых пород. В сухой степи участки без прослоев суглинистых пород и отдаленным уровнем грунтовых вод обычно непригодны даже для культур сосны. Сосна в таких условиях может произрастать лишь при наличии близких грунтовых вод (0.5—2 м). На участках с прослоями суглинистых пород, лёссов или глинистых продуктов выветривания коренных пород и погребенных почв на глубине от 0.25 до 2 м хорошо растут сосна обыкновенная и крымская, белая акация, белый тополь, осокорь, дуб и проч.

При создании полезащитных лесных полос на песках, лишенных прослоев суглинка и погребенных почв, но с близкими грунтовыми водами, следовало бы поставить опыты с внесением минеральных удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1) Литература к главе I

1. Высоцкий Г. Н. Почвообразовательные процессы в песках. Изв. Русского географ. общества, вып. 6, 1911.
2. Высоцкий Г. Н. Лесо-водные очерки, I—II. Записки Белорусского госуд. института сельского хозяйства, вып. 3, Минск, 1924.
3. Высоцкий Г. Н. Наши южные арены и проект их культуры. Журн. «Опытное дело», 1927, № 1.
4. Висоцький Ю. М. Курс лісознавства. Наука про лісову пертинеңцію. Додаток до журналу «Український лісовод», Харків, 1929.
5. Прасолов Л. И. Земельный фонд для растениеводства СССР с точки врения географии почв. Сборник «Растениеводство СССР», изд. Всесоюзного ин-та растениеводства («ВИР»), 1933.
7. «Сельское хозяйство СССР». Ежегодник 1935 г. Сельхозгиз, 1936.
8. Соболев С. С. Гидрогеологические и почвенные условия Нижнеднепровских песков и перспективы их освоения. Сбори. «Проблемы растениеводческого освоения пустынь», вып. 3, Всесоюзного институт. растениеводства, 1935 г.
9. Соболев С. С. Опыт применения гидрогеологии к вопросу химизации южных песков. Журн. «Природа», 1935, № 5.
10. Соболев С. С. Пески. Сов. сел.-хоз. энциклопедия, т. III, 2-е изд.

2) Литература к главе II

Главнейшие библиографические указатели.

а) *Общие библиографические указатели* (охватывающие несколько отраслей знаний)

11. Григорьев В. И. Предметный указатель материалов в земско-статистических трудах с 1860-тых годов по 1917 г. Вып. 1—2, М., изд. ЦСУ СССР,

1926—1927 (Из работ кабинета с.-х. статистики им. А. Ф. Фортунатова при Научно-исследовательском институте с.-х. экономики, вып. 16 и 25). Имеется систематический указатель к главнейшим земским изданиям. В разделе «Естественно-историческое описание» приведена литература, охватывающая следующие разделы: геология, почвы, реки, растения, животные.

12. Берг Л. С. Очерк истории русской географической науки (вплоть до 1923 г.) Ленинград, изд. Академии Наук СССР, 1929 г. Автор дает очерк развития географических наук, приводя списки главнейших работ. В частности автор дает список работ по гипсометрии СССР.

13. Криштафович Н. И. Указатель литературы (по геологии и соприкасающимся областям знания касательно России за 1896—1913 гг.). «Ежегодник по геологии и минералогии России». Изд. под ред. Н.И. Криштафовича, т. I—XVII. Новая Александрия — Харьков, 1895—1917 гг. В указателе, кроме литературы по геологии, минералогии и кристаллографии, приводится литература по геоботанике, геозоологии, физической географии, гидрологии, почвоведению и пр.

14. Максименко Ф. Ф. Матеріалы до краезнавчої бібліографії України 1847—1929 рр. Список бібліографічних праць, що стосуються до окремих місцевостей УСРР, Басарабії, Дону и Криму. Київ, 1930 р. Укр. Академія Наук. Приведен список 1099 библиографических работ, относящихся к отдельным местностям УССР, Бессарабии, Дона и Крыма с 1847 по 1929 г.

15. Танфильев Г. И. География России, Украины и примыкающих к ним с запада территорий. Часть II, вып. 1, Рельеф Европейской России и Кавказа. УкрГиз, Одесса, 1923. В списках литературы приведено свыше 850 работ по истории исследований, геологии и рельефу отдельных областей.

б) *Библиография по геоморфологии*

Из предыдущих списков №№ 12, 15, а также следующие работы:

16. Добрынин Д. Геоморфологическое районирование Европейской части СССР. Сборн. «Вопросы географии и картографии», изд. Большого Советского атласа мира, 1935 г. В списках литературы приведено 167 работ. Литература приводится по геоморфологическим районам.

в) *Библиография по геологии и гидрогеологии*

Из предыдущих списков №№ 11, 12, 13, 15, 16, а также следующие работы:

17. Архангельский А. Д. Геологическое строение СССР. Геонефтеиздат, 1934. Приведен список основной и новейшей литературы по геологии, 2060 названий.

17а. Васильева Л. П., Земляков Б. Ф., Краснов И. И., Пескова Л. Н., Яковлева С. В. Библиография по четвертичной геологии Европейской части СССР с 1917 г. по 1932 г. «Труды Конференции АИЧПЕ», вып. V, 1934, — свыше 1300 названий.

18. Лебедев Г. А. (руководитель). Указатель литературы по гидрогеологии СССР (региональная гидрогеология). Издание ЦНИГРИ, 1934 г. К указателю приложена карта исследованности СССР в гидрогеологическом отношении на двух листах. Указатель содержит в себе перечень (по алфавиту авторов) опубликованных и рукописных работ, 2654 названия, по вопросам региональной гидрогеологии. В указатель включены издания на русском языке по 1932 г. включительно и отчасти первой четверти 1933 г. В конце указателя приведен список важнейших библиографических справочников и указателей, а также список важнейших материалов и каталогов по буровым на воду скважинам. Приведен также указатель литературы по республикам и областям СССР.

19. Никитин С. Н. Указатель литературы по буровым на воду скважинам, 2-е изд. под ред. А. А. Краснопольского. Ленинград, изд. Геолог. комитета, 1924 г. Литература приведена по губерниям, а в границах губерний — по уездам и отдельным населенным пунктам (по алфавиту). Работа является не только справочником по буровым скважинам, но и указателем районной геологической и гидрогеологической литературы.

20. Ракова Е. Д. Указатель литературы по физико-химическому исследованию питьевых вод России. (Составлен под руководством проф. Г. В. Хлопина и С. И. Добросклонского). Сборник «Гидрохимические материалы», издан. Химической лабораторией Гидрометрической части в Европейской России, т. I, вып. 1—2, Петроград, 1915 г. (Главное упр. земледелия и землеустройства, Отдел земельных улучшений). 73—143. Указатель состоят из 3 частей: часть I — Перечень в алфавитном порядке авторов и заглавий статей, в которых имеются какие-либо данные о химическом составе питьевых вод; часть II — Грунтовые воды Европейской России (по алфавиту губерний и отдельных местностей); часть III — Литература, относящаяся к речным и озерным водам (по водосборам морей и рек).

21. Семихатов А. Н. Подземные воды СССР, ч. I, Подземные воды Европ. части СССР. ОНТИ, 1934 г. Сводка, дающая порайонно сведения о буровых на воду скважинах и о гидрогеологических условиях; приведен очень богатый фактический материал и главнейшая литература, 486 названий.

22. Тутковский П. акад. та проф. Е. Оппоков. Показчик головнішої літератури про підземні води на Україні та почасті на сумежних просторах, в звязку з геологічною літературою взагалі. «Вісті науково-дослідчого Інституту Водн. господарства Україні». Т. III, вип. 2, Київ, 1929 г. В указателе литературы приведено 1503 названий работ, касающихся не только УССР, но и Европейской части СССР. Этот указатель является прекрасным дополнением к указателю С. Никитина (19).

г) *Библиография по почвам СССР*

Из предыдущих списков №№ 11, 13, а также следующие работы:

23. Глинка К. Д. Почвы России и прилегающих стран. ГИЗ, 1923 г. Сводка о почвах СССР (в целом) и прилегающих стран. Сводка подводит итоги исследованиям дореволюционного периода. Материал и литература (главнейшая) расположены по зонам. В списке литературы приведено 458 названий.

24. (Вилинский Д. Г.) Vilensky D. G. Saline and alkali soils of the USSR, журн. «Почвоведение», 1930, № 4. Приведен список литературы о засоленных почвах СССР и почвах засушливых областей до 1929 г. включительно, всего 445 названий (названия переведены на английский язык).

25. (Вилинский Д. Г.) Vilensky D. G. Bibliography of salty soils of the USSR. Труды Пятой комиссии Международной ассоциации подчвоведов. Советская секция, т. А—1, Москва, 1935. Приведен список литературы (продолжение списка, приведенного в предыдущей работе, № 24) о засоленных почвах СССР и о почвах засушливых областей с 1929 г., всего 330 названий (библиография на русском и на английском языках).

26. Моравчевский В. В. Почвы Европейской России. СПб. Изд. Департамента земледелия, 1907. В разделе V — «Краткие погубернские почвенные обзоры с перечнем литературы».

27. Отоцкий П. В. Литература по русскому почвоведению с 1765 по 1896 г. Изд. Вольн. эк. об-ва, СПб., 1898. В конце — «указатель местностей» по губерниям.

28. Прасолов Л. И. Почвенные исследования в России. Петроград. Изд. «Новая Деревня», 1923. В работе подводятся итоги накопленным в дореволюционный

период материалам и дается список (11 названий) главнейших общих обзоров и указателей литературы.

29. Прасолов Л. И. Обзор новых работ по географии и картографии почв СССР (1930—1934 гг.). «Почвоведение» № 6, 1934. Приведена литература по зонам, 235 названий.

Кроме приведенных работ, необходимо просматривать библиографические отделы в периодических изданиях, например, в журналах «Почвоведение», «Землеведение», «Природа», «Проблемы Советской геологии» и пр.

3) Литература к главе III

а) *Главнейшие инструкции и руководства к производству геоморфологических, геологических и гидрогеологических исследований*

30. Багратуни Е. Г. Инструкция по геолого-разведочной документации горных выработок и буровых скважин. Главное геолого-разведочное управление, 1931.
31. Бутов П. И. К постановке гидрогеологических исследований. Геолого-развед-издат., 1932.
32. Вебер В. Н., проф. Геологическая съемка. Георазведиздат, 1933.
33. Гейки Дж., проф. Руководство к производству полевых наблюдений по общей и прикладной геологии. Гос. н.-т. гор. издат., 1932.
34. Гриппи Э. и Вильямс Х. Методы геологической съемки. Горн. издат., 1933.
35. Коротеев А. П. Спутник гидрогеолога, 1936.
36. Мазарович А. Н. Методика гидрогеологических исследований. Материалы Центральной гидрологической станции НКЗ РСФСР, Москва, 1926.
37. Методы и организация комплексной геологической съемки. Всесоюзное геолого-разведочное объединение, 1933.
38. Обручев В. А., акад. Полевая геология, том I—II, 4-е изд., 1932.
39. Обручев В. А., акад. Памятка геолога в поле. Горное издательство, М.—Л., 1932.
40. Эдельштейн Я. С. Краткая инструкция для производства геоморфологических наблюдений в поле. Центр. н.-и. геолого-разведочный ин-тут, 1935.

б) *Прочая литература, на которую имеются ссылки в тексте*

Из предыдущих списков №№ 1, 2, 3, 4, 8, 9, 35, 37, 39, а также след. работы:

41. Гаель А. Г. Руководство к исследованию песков, Сельхозгиз, 1930.
42. Гаель А. Г. Пески Нижнего Дона. Труды по лесному опытному делу. 1930.
43. Гаель А. Г. Пески Верхнего Дона. Изв. Госуд. географ. общ., 1932.
44. Гаель А. Г. К вопросу о генезисе и эволюции песков СССР. Труды I Всесоюзного географического съезда, вып. 3.
45. Гаель А. Г. К вопросу о методах приближенного картирования при географических исследованиях. Там же, вып. 4.
46. Гожев А. Д. Типы песков области Среднего Дона и их хозяйственное использование. Труды по лесному опытному делу, изд. ЛОС, вып. 3, М.—Л., 1929.
49. Мушкетов И. В. Физическая геология, том II. Изд. 3-е, ГИЗ, 1926.
50. Соболев С. С. Геоморфологія, четвертинні поклади, грунтові води долини р. Самари-Дніпрянської. «Четвертинний період», вып. 7, Київ, 1934 р.
51. Соболев С. С. Учение о пойме как основа для изучения геоморфологии речн. долин и стратиграфии речных террас. Журн. «Почвоведение», 1935, № 5—6.
52. Соболев С. С. Террасы р. С. Донца и его притоков (геоморфологический очерк), статья в монографии «Геологический очерк бассейна р. Донца», кн. I. Н.-и. институт геологии при Харьковском гос. университете, 1936.
53. Соболев С. С. Карта глубины эрозии УССР и некоторые вытекающие отсюда вопросы. «Проблемы Советского почвоведения», сб. I, изд. Акад. НаукСССР, 1936.

54. Щукин И. С., проф. Общая морфология суши. Горн.-гео-нефт. изд. 193 .
55. Эдельштейн Я. С. Введение в геоморфологию. Л., Кубуч, 1932.

4) Литература к главе IV

Из предыдущих списков №№ 8, 10, 15, 38, 40, 41, 42, 43, 49, 50, 51, 54, 55, а также следующие работы:

56. Берг Л. Классификация форм рельефа. Журн. «Природа», № 6, 1929.
57. Великанов М. А., проф. Гидрология суши. 2-е изд., М.—Л., 1932.
58. Вильямс В. Р. Почвоведение, ч. II, Госиздат, М.—Л., 1926.
59. Касаткин В. Г. и Красюк А. А. Указания к производству полевых почвенных исследований. Под ред. проф. П. С. Коссовича. Петроград, 1917.
60. Лебедев А. Ф. Почвенные и грунтовые воды. М.—Л., 1930.
61. Неуструев С. С., проф. Элементы географии почв. Сельхозгиз, Москва, 1930.
62. Семенов-Тян-Шанский В. П. Район и страна. Госиздат, М.—Л., 1928.
63. Соболев С. С. Опыт генетической классификации форм мезорельефа речных долин сухой степи. Журн. «Землеведение», вып. 4, 1935.
64. Советов С. А., проф. Курс общей гидрологии. М.—Л., 1931.
65. Харциев А. В. Прошлое и перспективы сельского хозяйства на Алешковских песках. Журн. «Пути сельского хозяйства», № 4 (22), М., 1927.

5) Литература к главе V

а) *Главнейшие инструкции и руководства к производству почвенных исследований*

Из предыдущих списков №№ 41, 59, а также следующие работы:

66. Сборник методических материалов по составлению почвенно-агрохимических карт и планов химизации колхозов свекловичных МТС, Изд. Всесоюзного ин-та удобрений, агротехники и агропочвоведения (ВИУАА), 1934.
67. Глинка В. Д., проф. Простейшие приемы исследов. почв в поле. Ленинград, 1925.
68. «Задачи и методы почвенных исследований» (сборник). Труды Советск. секции Международной ассоциации почвоведов, том II, № 1, 1933.
69. Захаров С. А. Краткий курс практических занятий по почвоведению. Госиздат, 1925.
70. Качинский Н. А., проф. Программа и методы исследования физических свойств почвы в целях орошения. Опыт агромелиоративной характеристики почв. Часть I. Труды Советской секции Международной ассоциации почвоведов, том III, Москва, 1934.
71. Красюк А. А., проф. Почвы и их исследование в природе. 3-е изд., Сельхозгиз, 1931.
72. Материалы к инструкции для исследования сыпучих песков России: I. Почвообразовательные процессы в песках, Г. Н. Высоцкий. II. О почвообразовательных процессах в сыпучих песках, С. С. Неуструев. Известия Русского географ. об-ва, том XLVII, вып. VI, 1911.
73. Неуструев С. С., проф. Как изучать почвы своего края. Сборн. «Как изучать свой край», изд. 2-е, Ленинград, 1926.
74. Сукачев В. Руководство к исследованию типов лесов. 3-е изд. с приложением статьи проф. И. В. Тюрина.—Краткие указания к изучению почв в природе в связи с лесотипологическими исследованиями, ГИЗ, 1931.

б) *Прочая литература, на которую имеются ссылки в тексте*

Из предыдущих списков №№ 1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 41, 42, 43, 45, 60, 61, 72, а также следующая работа:

75. Высоцкий Г. Н. Глей. Журн. «Почвоведение», 1905.