

6
А45

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ
И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

На правах рукописи

Л. К. ГОССУ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ
ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА И СПОСОБОВ
ИХ УЧЕТА ПРИ ЕГО РАСЧЕТАХ И
ПРОЕКТИРОВАНИИ**

(на примере северо-западной части
Чуйской впадины)

(06.531 — мелиорация и орошаемое земледелие)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ташкент — 1970

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ
И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

На правах рукописи

Л. К. ГОССУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ
ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА И СПОСОБОВ
ИХ УЧЕТА ПРИ ЕГО РАСЧЕТАХ И
ПРОЕКТИРОВАНИИ

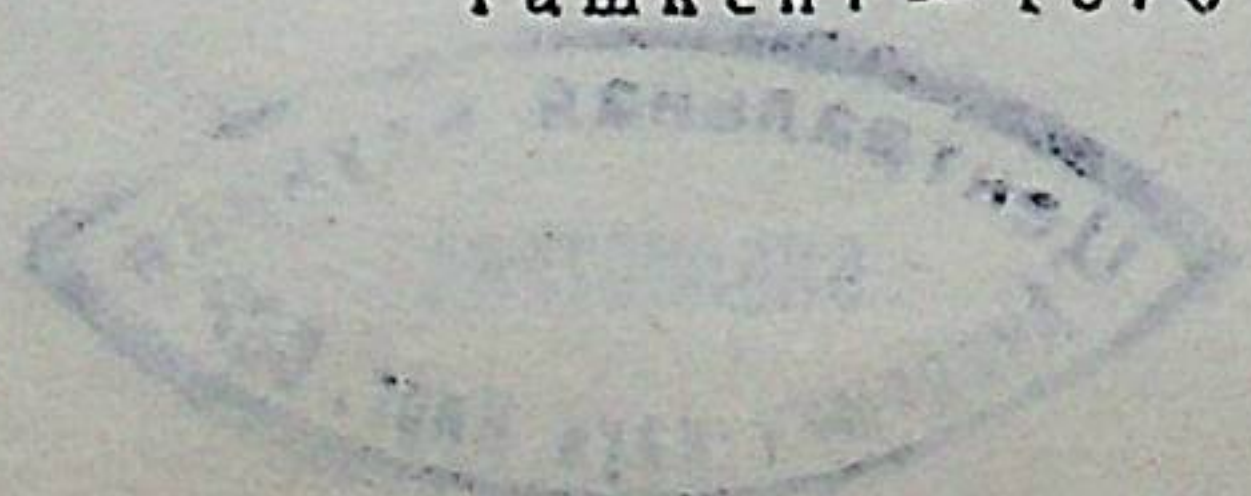
(на примере северо-западной части
Чуйской впадины)

(06.531 — мелиорация и орошаемое земледелие)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ташкент — 1970



Директивами XIII съезда КПСС предусматривается к 1980 году расширить площадь орошаемых земель до 25 млн. гектаров.

Большинство вновь осваиваемых земель являются мелиоративно-неблагополучными. Поэтому предусматривается строительство коллекторно-дренажной сети, большей частью закрытой. Строительство закрытой коллекторно-дренажной сети потребует значительных капиталовложений и для более эффективного их использования необходимо надежно обосновать параметры дренажных сооружений.

Теоретические расчеты дренажа даны советскими учеными и исследователями Н. Е. Жуковским, В. В. Ведерниковым, Н. Н. Павловским, А. Н. Костяковым, С. Ф. Аверьяновым, С. Н. Нумеровым, В. И. Аравиным и др.

Вопросами изучения эффективности горизонтального дренажа занимались Н. А. Беседнов, А. К. Ахундов в Азербайджане, В. С. Малыгин, А. П. Вавилов, Э. И. Гринев, А. А. Рачинский, М. Баженов и др. в Узбекистане, В. В. Егоров, Г. С. Ефимов, О. Бердыев, Э. Г. Ваксман, О. Назармамедов и др. в Туркмении. В Киргизии этими вопросами занимались А. С. Эзафович, И. К. Дуюнов, М. И. Каплицкий, А. А. Межов.

Если теория расчета дренажа разработана достаточно полно, то вопросы оценки эффективности дренажа, включая получение достоверных исходных данных и обоснование выбора теоретических формул в различных природных условиях, разработаны еще недостаточно. Кроме того решение указанных вопросов в различных природных условиях имеет свои особенности.

Целью настоящей работы является установление расчетных схем дренажа и выявление исходных данных, а также выяснение теоретических и эмпирических формул, наиболее пригод-

ных для расчета дренажа (соотношение глубин дрен и междудреней) в условиях северо-западной части Чуйской впадины, где предстоит освоить десятки тысяч гектаров засоленных земель.

Полевые исследования проводились в течение 1964-1967 гг. в колхозах «Победа», им. Ярославского и совхозе «Чалдовар» Калининского района Киргизской ССР. Они выполнялись силами сотрудников отдела регулирования водного и солевого баланса орошаемых территорий КиргНИИВХ, в том числе и автора данной работы под руководством кандидатов технических наук М. И. Каплинского и И. К. Дуюнова по разработанной ими программе. Последняя включала в себя обширный комплекс вопросов, часть из которых легла в основу диссертационной работы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, включает 163 страницы текста, 37 таблиц, 58 рисунков.

В главе I дается краткая характеристика природных условий Чуйской долины и обосновываются задачи исследований. Ранее исследования горизонтального дренажа в Чуйской долине проводились, в основном, в подзоне интенсивного выклинивания и неглубокого залегания грунтовых вод. Нами проведены исследования в других условиях (северо-западная часть впадины). В гидрогеологическом отношении северо-западная часть Чуйской впадины размещена в подзоне слабого выклинивания грунтовых вод. Глубина залегания уровня грунтовых вод на большей части территории колеблется от 0,5 до 2,0 м. Почво-грунты и грунтовые воды засолены: имеются значительные площади с засолением почво-грунтов до 2—3% и минерализацией грунтовых вод до 10—20 г/л и более. По характеру засоления они относятся к гидрокарбонатному, сульфатному и хлоридно-сульфатному типам с преобладанием сульфатного. В большинстве случаев на рассматриваемой территории требуется устройство дренажа.

В главе II анализируются применяемые в Чуйской долине методы расчета горизонтального дренажа, основанные на водном балансе. Обращается внимание на трудоемкость получения отдельных составляющих водного баланса (суммарное испарение, подземный приток-отток). Определение соотношений между глубинами дрен и междудреней с помощью расчетных формул требует знания точных исходных данных. При этом возможность применения их может быть установлена или полевыми исследованиями, или по аналогии, если природные условия проектируемого массива полностью совпадают с усло-

виями аналога. Следовательно, получение исходных данных при расчете дренажа является необходимым условием, обеспечивающим надежность и правильность расчетов.

В главе III приводятся результаты полевых исследований, анализируются исходные расчетные данные, устанавливаются зависимости между удельным расходом дрен и действующими факторами.

С помощью полевых исследований на опытных участках (характеристика которых приводится в табл. 1) изучен большой круг вопросов, в том числе:

— динамика уровней грунтовых вод и пьезометрических напоров в верхнем водоносном слое (до глубины 8 метров от поверхности земли);

— гидродинамическая картина притока грунтовых вод в дрены при различных схемах питания;

— динамика удельных расходов дрен;

— определение коэффициента фильтрации почво-грунтов.

Таблица 1

Характеристика опытных участков закрытого дренажа и их оборудование

Показатели	Опытные участки		
	колхоз им. Ярославского	совхоз «Чалдовар»	колхоз «Победа»
1	2	3	4
Валовая площадь, га	434	800	653
Уклоны поверхности	0,005	0,0045	0,004
Обеспеченность внутренним оттоком и поверхностным стоком	относительно обеспечен	слабо обеспечены	
Литологический состав пород	Суглинки средние лессовидные с содержанием гл. изв. конкр.	Суглинки средние лессовидные с содержанием глинисто-известковых конкреций с глубины 0,4 м	
Коэффициент фильтрации водосодержащих пород м/сут	1—4	0,5—1,0 0,5—1,0	
Степень засоления почво-грунтов	Незасоленные солонцеватые	Средне- и сильно засоленные	
Тип почвы	Луговые с пятнами лугово-сероземные	Лугово-сероземные и переходные к луговым	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Глубина дрен, м	2	3—3,5	3,2—4
Расстояние между дренами, м	270	270—330	400—500
Протяженность каждой дрены, км	2,4	2,0—2,4	2,4
Диаметр асбоцементных труб, мм (для всех участков одинаково)	141,	189,	235
Толщина фильтровой гравийной обсыпки, см	10—15	10—15	10—15
Режим орошения:			
поливные нормы, м ³ /га	400—600	600—800	600—800
число поливов	3—4	4—5	4—5
Оборудование участков: водосливами, шт.	5	6	14
створами, перпендикулярными оси дрен, шт.	1	1	6
в т. ч. протяженность их, м	693	600	7579
количество кустов, шт.	28	27	270
створами, параллельными оси дрен, шт.	—	1	3
в т. ч. протяженность, м	—	2000	7200
число кустов, шт.	—	9	36

Анализ динамики уровней грунтовых вод и пьезометрических напоров показал, что они взаимосвязаны между собой и изменяются под влиянием совокупного действия ряда факторов, поэтому по площади и во времени наблюдается различное положение глубин залегания грунтовых вод в междуреньях на отдельных участках дрен. При этом наибольшая пестрота в глубинах грунтовых вод имеет место в вегетационный период в связи с неодновременностью поливов, обусловленного значительной площадью междурений (до 100 га) и наличием различных культур (сахарная свекла, озимая пшеница и кукуруза).

Исследования динамики грунтовых вод и пьезометрических напоров также показали, что следует различать динамику грунтовых вод, зависящую:

- 1) от наличия подземного притока и оттока;
- 2) от наличия инфильтрационного питания грунтовых вод за счет поливов завышенными нормами, либо обычными нормами, но при близком залегании грунтовых вод ($<1,0—1,5$);
- 3) от влияния инфильтрационного питания на соседних участках (фильтрация на прилегающих полях, из оросителей, водоемов и т. п.).

Неучет влияющих факторов на динамику грунтовых вод (например, при анализе динамики засоленности почво-грунтов) может привести к грубым ошибкам.

Изучение динамики пьезометрических напоров под дном дрен (на основании данных по створам кустов пьезометров, установленных вдоль оси дрен) показало также значительное различие в величинах этих напоров как на отдельных участках дрены, так и по глубине. Как видно (табл. 2), величина действующего напора по длине дрены может изменяться с 0,171 до 1,451 м. Сопоставление данных по глубинам грунтовых вод в междуреньях и пьезометрических напоров под дном дрены показывает на их взаимную связь.

Таблица 2

Динамика пьезометрических напоров по дрене Д-28-3-5 на 31 мая 1966 года

Действующие напоры на глубине 3,5 м от дна дрены при следующих расстояниях от устья дрены, м											
200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400
0,171	0,185	0,072	0,268	0,226	0,797	1,451	0,597	—	0,627	0,615	0,449

Гидродинамическая картина работы дренажа изучалась как при наличии, так и при отсутствии инфильтрационного питания грунтовых вод. При наличии инфильтрации грунтовый поток в междуреньях движется вниз, а при отсутствии — растекается в стороны по направлению к дренам. Вблизи дрены в обоих случаях наблюдается радиальное движение потока, т. е. с боков и снизу по направлению к дрене.

Динамика удельных расходов дрен изучалась по ряду дрен и показала, что под влиянием поливов происходит резкое изменение расходов и, наоборот, при отсутствии поливов (вневегетационный период) их изменение незначительно (табл. 3).

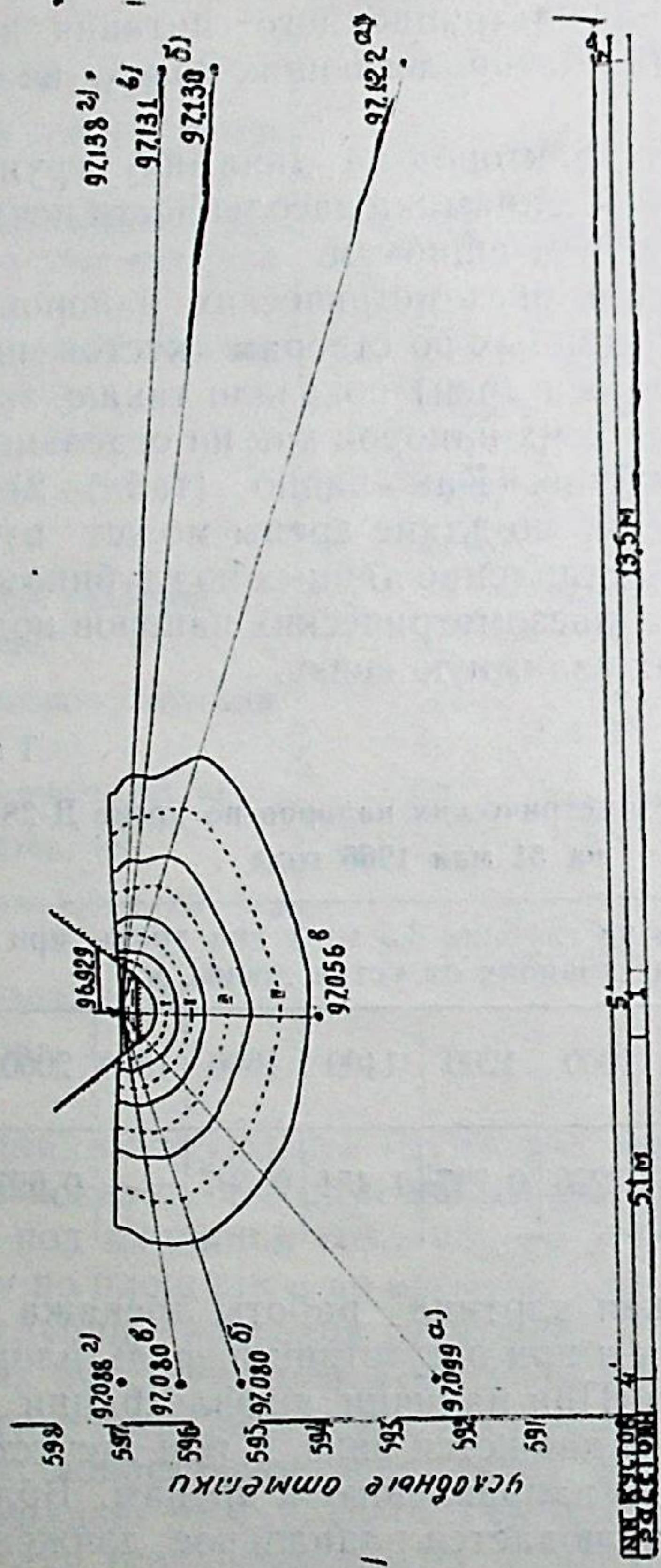


Рис. 1. Линии равных напоров вблизи дрены Д-29-2-3 на 15.IX. 1964 г.
(участок в совхозе «Чалдовар»).

Таблица 3

Динамика удельного расхода и дренажного модуля по дрене Д-28-3-5
за 1967 год

Показатели	Изменение удельного расхода и дренажного модуля по датам												
	17/1	10/11	11/11	11/IV	11/V	21/V	9/VI	10/VII	10/VIII	9/IX	10/X	10/XI	11/XI/9
Удельный расход л/сек на 1 п. км	1,74	1,91	5,87	5,58	4,3	9,58	7,70	7,36	8,46	5,29	3,28	2,16	1,95
Дренажный модуль л/сек с-1 га	0,040	0,044	0,134	0,127	0,098	0,218	0,175	0,167	0,193	0,120	0,074	0,049	0,044

Максимальный удельный расход составляет 9,58 л/сек на 1 п. км., минимальный — 1,74 л/сек, т. е. изменяется в 5,5 раза. Аналогичным образом изменяется и дренажный модуль.

Коэффициент фильтрации почво-грунтов определялся с помощью прибора Нестерова в верхней 1,5-метровой толще грунтов и с помощью показаний пьезометров и скважин (по линиям равных напоров вблизи дрены) на глубинах 1,8 и 3,0—3,5 м (глубина закладки дрены).

Анализ исходных расчетных данных включал изучение таких показателей, как критическая глубина грунтовых вод, расчетный период и расчетный дренажный модуль, расчетные схемы работы дренажа, режим орошения и промывок, коэффициент фильтрации (существующие методы его определения, возможность их применения в Чуйской впадине и предлагаемая методика определения по гидродинамическим сеткам), что позволило выявить фактические значения исходных данных для рассматриваемых условий.

Установление зависимости между удельным расходом дрены и действующими на него факторами дало возможность сопоставить фактические удельные расходы дрены с рассчитанными по различным формулам.

В главе IV показаны особенности природных и хозяйственных условий северо-западной части Чуйской впадины и способы их учета при расчетах горизонтального дренажа. Рассматриваются и рекомендуются приемлемые решения в условиях установившегося и не установившегося движения грунтовых вод по расчету междуренных расстояний, дается оценка влияния исходных данных на результаты расчета дренажа и затраты на его устройство.

Основные результаты работы излагаются ниже.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

а) Определение коэффициента фильтрации почво-грунтов с использованием пьезометрических наблюдений

Коэффициент фильтрации является важнейшим показателем при расчетах дренажа. От точности его определения зависит прежде всего точность определения величины междуренного расстояния. Неправильное определение величины коэффициента фильтрации почво-грунтов приведет к тому, что по-

строенный дренаж не сможет выполнять свои основные функции. В связи с этим предлагается простой и в то же время достаточно точный метод определения коэффициента фильтрации почво-грунтов с использованием пьезометрических наблюдений, заключающийся в следующем.

Для расчета используется формула Дарси, приведенная М. И. Каплинским к виду:

$$K = \frac{q\Omega}{\Delta h L^2}, \quad (1)$$

где: K — коэффициент фильтрации почво-грунтов, м/сут;
 q — приток воды к дрене на единицу длины, м³/сут на 1 п. м.;
 Ω — площадь, заключенная между линиями равных напоров, и определяемая с помощью планиметра, м²;
 L — длина линии напора среднего для рассматриваемой площадки, определяемая с помощью курвиметра, м;
 Δh — потери напора в пределах этой площади, м.

Задача сводится к построению линий равных напоров (эквипотенциалей). Построение их обычным путем с применением прямолинейной интерполяции приводит к значительным искажениям при определении величины коэффициента фильтрации. Предложенный нами метод построения линий равных напоров основан на предложении А. Н. Костякова, заключающемся в том, что линии равных напоров вблизи дрены — суть концентрические окружности. Учет этого предложения позволяет определить расстояние от центра дрены до любой линии равного напора и, следовательно, построить эти линии. Расстояние определяется по зависимости:

$$R_n = \left(\frac{n + \pi}{n - \pi} \right)^n \cdot R_0, \quad (2)$$

где: R_n — расстояние от центра дрены до фильтра пьезометра с показанием напора H , м;

R_0 — радиус дрены, м;

n — число поясов гидродинамической сетки;

$\frac{n + \pi}{n - \pi}$ — коэффициент, определяемый из уравнения (2) при известных R_n , R_0 , H .

Задаваясь величиной падения напора между смежными эквипотенциалами, равной Δh (при $\frac{n + \pi}{n - \pi} = \text{const}$), можно оп-

ределить расстояние до линии равных напоров при изменении напора в Δh , $2\Delta h$, $3\Delta h$ и т. д. Отложив полученные расстояния на график и соединив точки с одинаковыми напорами, получим линии равных напоров, а также депрессионные кривые. После проведения средних линий равного напора и выполнения соответствующих измерений по формуле (1) определяется коэффициент фильтрации. В связи с тем, что пьезометры, установленные на различных глубинах, позволяют отразить фактическую литологию и неоднородность грунтов, построенные по показаниям этих пьезометров линии равных напоров в определенной степени отражают реальные условия, в том числе неоднородность почво-грунтов.

По дрене Д-29-2-3 на основании пьезометрических наблюдений по 7 пьезометрам и 3 скважинам (рис. 1) было сделано 11 определений коэффициента фильтрации рассмотренным методом. Отклонения от среднеарифметического значения не превышают $+12,5$ и $-8,3\%$. Сравнение значений коэффициента фильтрации по отдельным поясам показало, что для получения приемлемых данных достаточно построить только две смежные линии равного напора (один пояс). Это приводит к значительному упрощению и сокращает расчеты по определению коэффициента фильтрации;

б) Установление взаимосвязи между удельным расходом дрены и действующими на него факторами

На основании опытных данных были получены статистические сравнимые величины, позволяющие установить взаимосвязи между:

- 1) действующими напорами в междудреньи и под дном дрен (рис. 2);
- 2) удельным расходом дрены и действующим напором в междудреньи;
- 3) удельным расходом дрены и действующим напором под ее дном (рис. 3);
- 4) удельным расходом дрены, действующими напором под ее дном (или в междудреньи) и коэффициентом фильтрации почвогрунтов (рис. 4).

Необходимость получения этих зависимостей обусловлена рядом причин, к которым относятся:

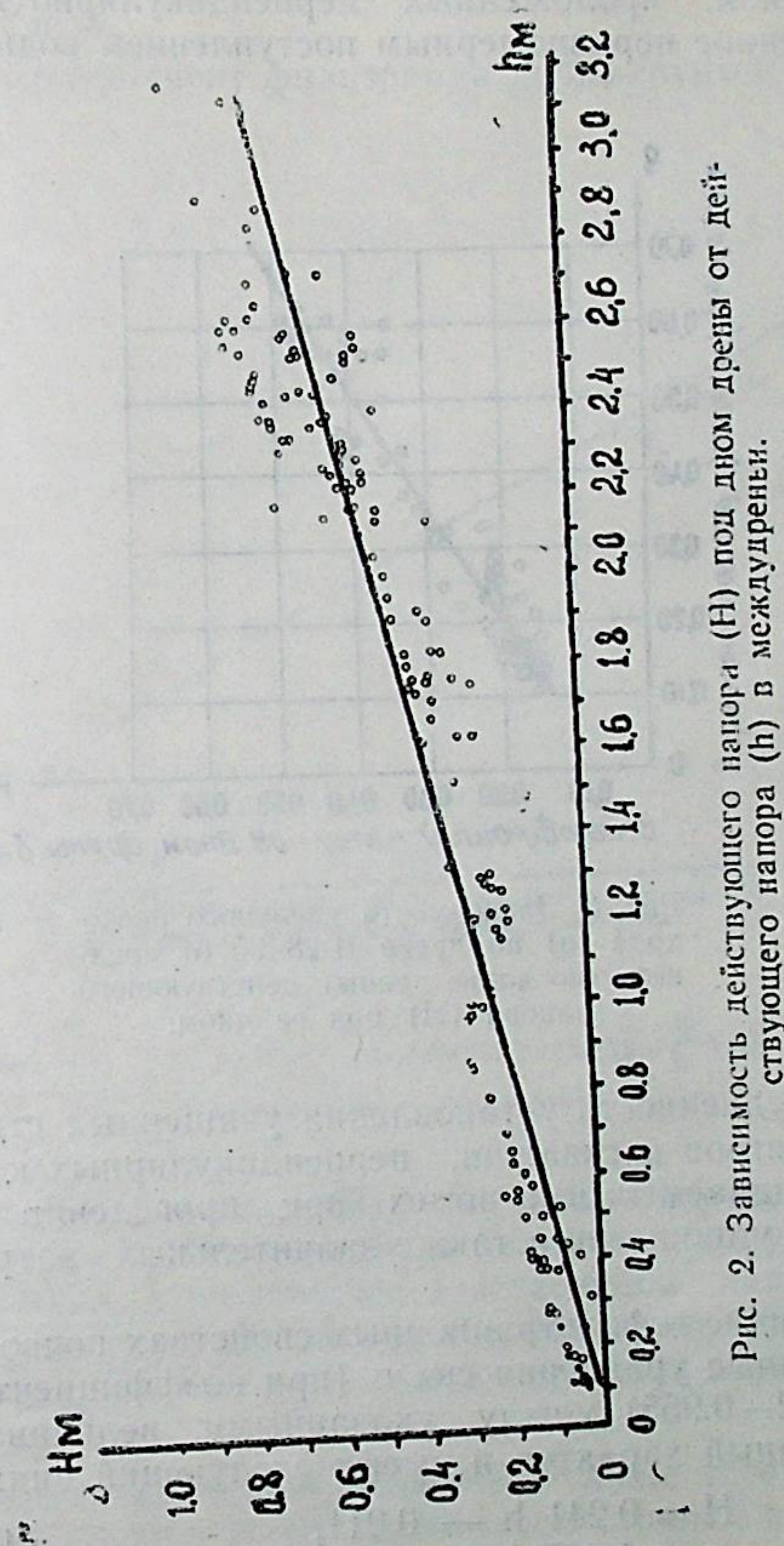


Рис. 2. Зависимость действующего напора (H) под дном дрены от действующего напора (h) в междудреньи.

— несоответствие между средним удельным расходом и действующим напором в междуреньи (определяемым на основании замеров по одному, реже двум створам наблюдательных скважин, проложенных перпендикулярно к оси дрен), обусловленное неравномерным поступлением воды в дрена по ее длине;

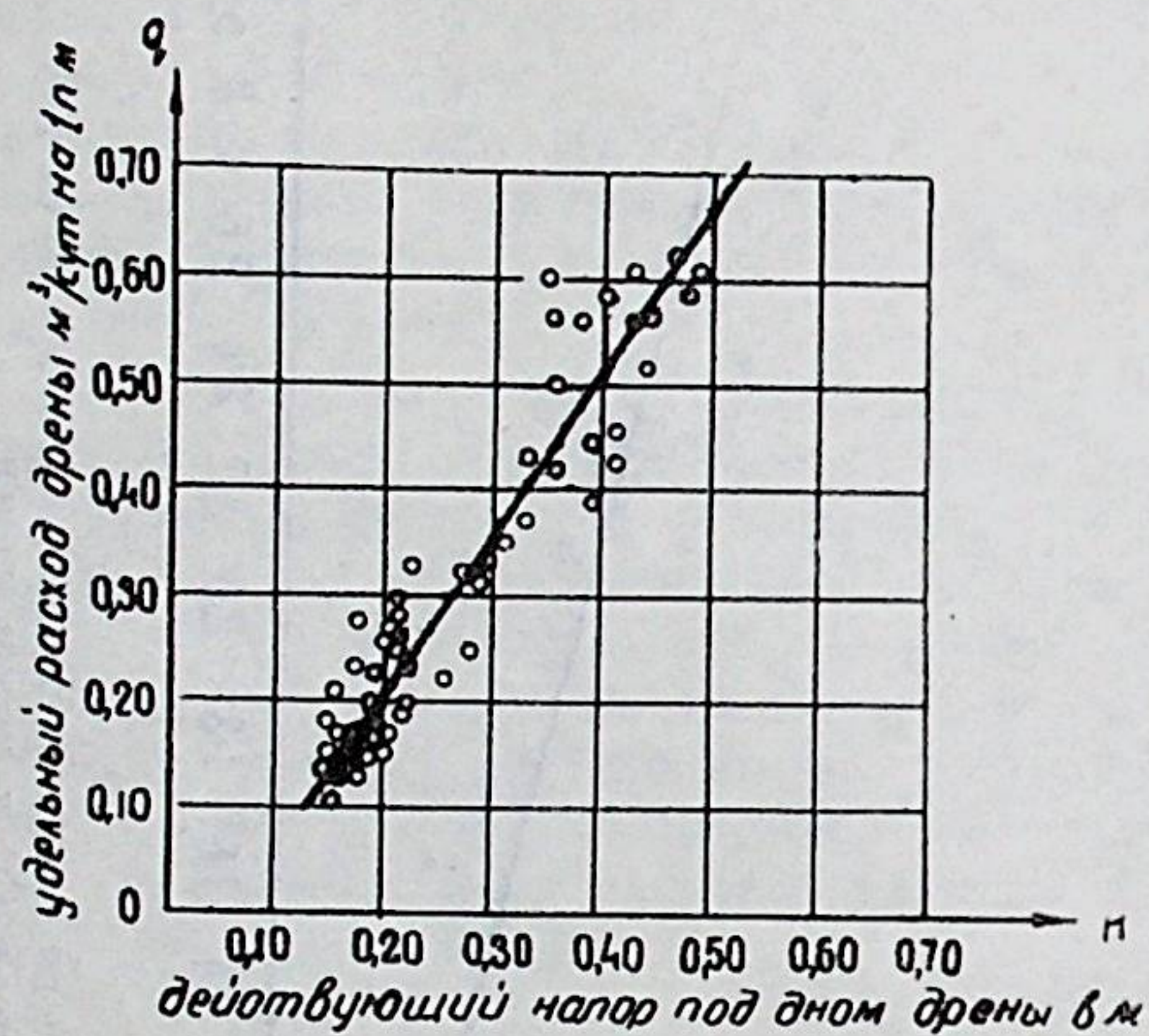


Рис. 3. Зависимость удельного расхода (q) по дрене Д-28-3-5 от среднего (по длине дрены) действующего напора (H) под ее дном.

— затрудненность установления учащенных створов кустов пьезометров и скважин, перпендикулярных к осям дрен, в виду создаваемых ими помех при проведении обработки почвы с.-х. машинами, а также значительных затрат на их устройство;

— различие в фильтрационных свойствах почво-грунтов.

Полученные уравнения связи (при коэффициентах корреляции 0,842—0,955) между указанными величинами носят прямолинейный характер и имеют следующий вид:

$$H = 0,241 h - 0,011, \quad (3)$$

$$q = 1,025 h - 0,001, \quad (4)$$

$$q = 1,53 H - 0,103, \quad (5)$$

$$\frac{q}{k} = 1,9 H - 0,03, \quad (6)$$

где: H — действующий напор под дном дрены, м;
 h — действующий напор в междуреньи, м;
 q — приток воды к дрене на единицу длины, м³/сут на 1 п. м.
 K — коэффициент фильтрации почво-грунтов, м/сут.

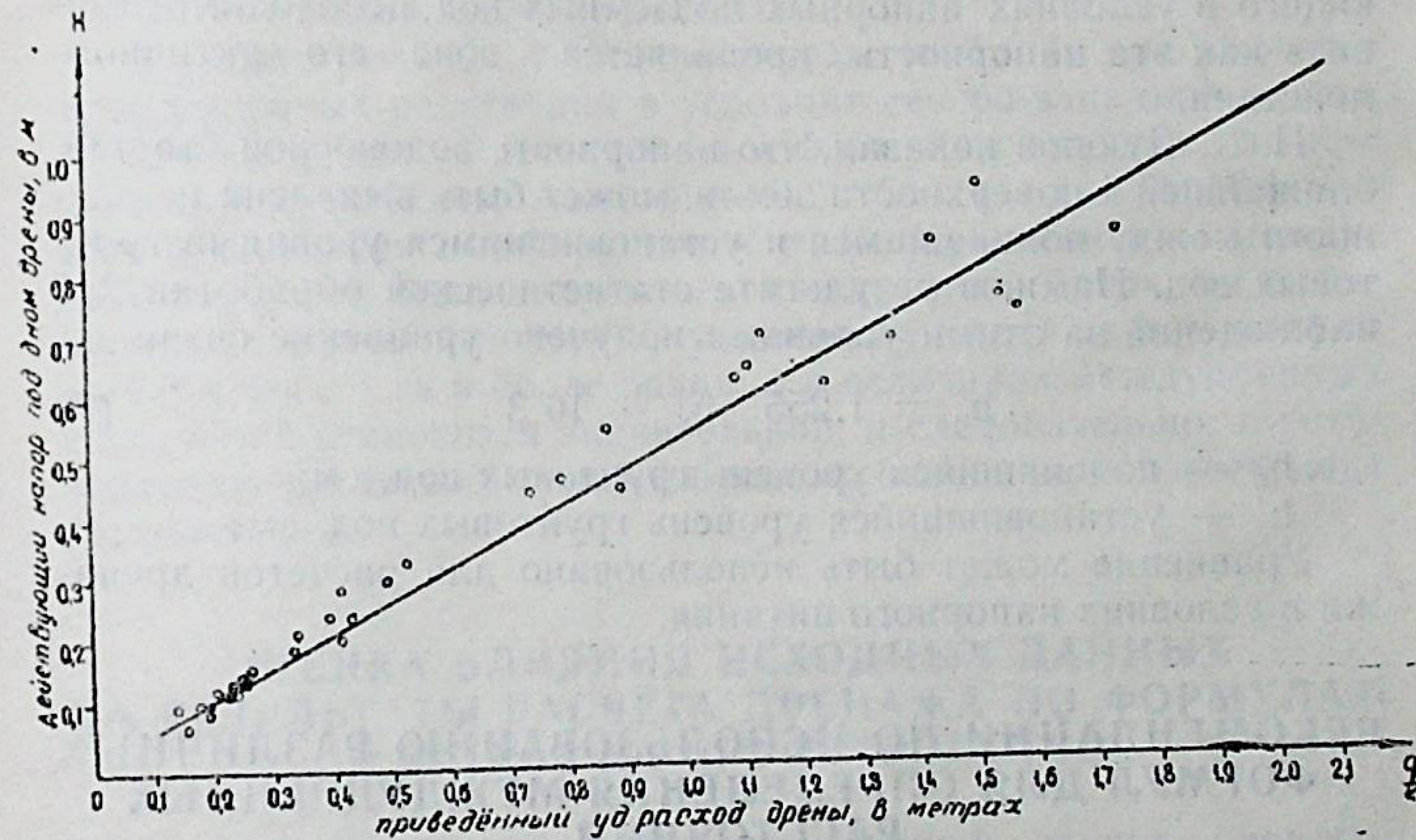


Рис. 4. Зависимость приведенного удельного расхода ($\frac{q}{k}$) от действующего напора (H) под ее дном.

С помощью уравнений (3)—(6) можно определить приток воды к дрене на любом отрезке ее длины и действующий напор под дном дрены, если известен действующий напор в междуреньи. Кроме этого уравнение (6) связывает между собой три величины, что дает возможность при двух известных найти третью.

Полученные уравнения позволили также установить зависимость для расчета междуренных расстояний в виде уравнения:

$$B = (0,458 h - 0,051) \frac{K}{q}$$

в) Выяснение зависимости между появившимся и установившимся уровнями грунтовых вод

В северо-западной части Чуйской впадины в 100-метровой толще почво-грунтов встречаются до 10—13 напорных водоносных горизонтов, причем, чем глубже они расположены, тем напор в них больше. Для горизонтального дренажа, работающего в условиях напорных подземных вод, необходимо выявить как эта напорность проявляется в зоне его активного действия.

И. К. Дуюнов показал, что напорность водоносной толщи, ближайшей к поверхности земли, может быть выявлена по разности между появившимся и установившимся уровнями грунтовых вод. Нами, в результате статистической обработки 247 наблюдений за этими уровнями получено уравнение связи:

$$h_n = 1,255 h_y - 16,3 \quad (7)$$

где: h_n — появившийся уровень грунтовых вод, см;

h_y — установившийся уровень грунтовых вод, см.

Уравнение может быть использовано для расчетов дренажа в условиях напорного питания.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМУЛ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕЖДУДРЕННЫХ РАССТОЯНИЙ

В северо-западной части Чуйской впадины по условиям работы дрен можно выделить следующие расчетные схемы:

- 1) однородный грунт при глубоком залегании водоупора;
- 2) однородный грунт при конечном залегании водоупора;
- 3) однородный грунт, подстилаемый напорным пластом;
- 4) однородный грунт, подстилаемый прослойкой с низким коэффициентом фильтрации и напорным пластом.

Для всех этих схем с учетом установившегося и неустановившегося движения грунтовых вод как в эксплуатационный, так и мелиоративный периоды его работы дается анализ приемлемых решений при определении междуренных расстояний. В результате этого анализа:

а) показана возможность применения существующих решений ряда авторов и даны примеры расчета;

б) дан ряд решений с учетом существующих формул А. Н. Костякова, С. Ф. Аверьянова, М. И. Каплинского;

в) дано решение на основании опытных данных как для установившегося, так и неустановившегося движения грунтовых вод, причем для последнего использован метод А. Н. Костякова;

г) для ряда существующих и полученных решений с целью исключения подбора по ним даны графические зависимости, что значительно упрощает расчеты.

В работе рекомендуются формулы (табл. 4) для расчетов междуренных расстояний в условиях северо-западной части Чуйской впадины. Расчет по этим формулам показал, что при величине дренажного модуля $q=0,2$ л/сек с 1 га и коэффициенте фильтрации почвогрунтов $k = 1$ м/сут величины междуренных расстояний получились между собой близкими, независимо от расчетных схем. С увеличением дренажного модуля до 0,4 л/сек с 1 га и более разница в величинах междуренных расстояний становится значительной, и следовательно, к установлению расчетных схем необходимо относиться со всей тщательностью.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ НА РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ДРЕНАЖА ПО ФОРМУЛАМ И ЗАТРАТ НА ЕГО УСТРОЙСТВО

Определение междуренных расстояний может производиться по определенным формулам, соответствующим расчетной схеме работы дренажа. Трудность при этом заключается в отсутствии достаточно точных исходных данных. Сложные гидрогеологические условия не всегда позволяют схематизировать условия работы дренажа и выбрать расчетную схему, поэтому непосредственные наблюдения в этих условиях являются необходимыми. На примере опытного участка в колхозе «Победа» показано, что из рассмотренных расчетных схем и теоретических формул наиболее подходящими являются формулы (8) и (11), соответствующие условию глубокого залегания водоупора. По этим формулам и эмпирической зависимости (18) получены наиболее близкие между собой результаты. При значениях $q=0,2$ л/сек с 1 га, $K=0,86$ м/сут., $h = 1,5$ м и глубине заложения дрен $t = 3,5$ м величина междуренного расстояния по этим формулам составляет 318—335 м, т. е. расхождение не превышает 5%. Фактически дрены на опытном участке в колхозе «Победа» выполнены с междуренными в 400—500 м, и как показали исследования, этот

Фамилия автора формулы	Характер движения грунтовых вод		
	установившийся	неустановившийся	
1	А. Н. Костяков	$B = \frac{\pi kh}{q \ln \frac{B}{d}}, \quad (8)$	$B = \frac{\pi kt}{\varphi \delta \ln \frac{B}{d} \ln \frac{h_1}{h_2}}, \quad (19)$
	А. Н. Костяков	$B = \frac{\pi kh}{q(\ln \frac{B}{d} - 1)},$	$B = \frac{\pi kt}{\varphi \delta (\ln \frac{B}{d} - 1) \ln \frac{h_1}{h_2}}, \quad (20)$
	В. В. Ведерников	$B = \frac{\pi h (\frac{k}{q} - 1)}{\ln \frac{k}{q}}, \quad (10)$	
2	М. И. Капалникий	$B = \sqrt{\frac{k D h (0.312 \frac{B}{\lg B/d} - h)}{q}}, \quad (11)$	$B = \frac{Akt}{\varphi \delta (\ln \frac{h_1}{h_2} - \ln \frac{A - \frac{B}{d}}{A - \frac{B}{d}})}, \quad A = \frac{1,368}{\lg \frac{B}{d}}, \quad (21)$
	А. Н. Костяков	$B = \sqrt{\frac{2 \pi k T}{q} \cdot \sqrt{\frac{h}{T} + \frac{1 + 0,8 \ln \frac{B}{2T}}{\ln \frac{B}{d} - 1}}}, \quad (12)$	$B = \sqrt{\frac{2 \pi k (1 + 0,8 \ln \frac{B}{2T}) T}{\varphi \delta (\ln \frac{B}{d} - 1) \left(\ln \frac{h_1}{h_2} - \ln \frac{c + h_1}{c + h_2} \right)}}, \quad C = \frac{B}{\ln \frac{B}{d} - 1}, \quad (22)$
3	С. Ф. Аверьянов	$B = T \left[2 \sqrt{\frac{2kh}{qT} \left(1 + \frac{h}{2T} \right) + 4B^2 - 2B} \right], \quad (13)$	$B = 2 \sqrt{\frac{K \Gamma_{\text{ср}}}{\delta}}, \quad (23)$
4	А. Н. Костяков	$B = \frac{2\pi (1 - \Delta H) (S - \Delta H)}{(H + \Delta H) (\ln \frac{B}{d} - 1)}, \quad (14)$	
	С. Ф. Аверьянов	$B = \frac{\pi kh}{q \ln \frac{8T}{\pi d^*}}, \quad (15)$	
4	Использованы формулы (8) и (15) с учетом опытных данных	$B = \frac{\pi kh}{k_2 i_{\text{восх}} \ln B/d}, \quad (16)$	$i_{\text{восх}} = 0,106 \frac{T}{3000},$
		$B = \frac{\pi kh}{(q_0 + k_2 i_{\text{восх}}) \ln \frac{8T}{\pi d^*}}, \quad (17)$	
	Эмпирическая зависимость, установленная автором	$B = (0,458 h - 0,051) \frac{k}{q}, \quad (18)$	$B = \frac{0,458 kt}{\varphi \delta \ln \frac{0,458 h_1 - 0,051}{0,458 h_2 - 0,051}}, \quad (24)$

Условные обозначения к табл. 4

- B — расстояние между дренами, м;
 K — коэффициент фильтрации почво-грунтов, м/сут.;
 K_2 — коэффициент фильтрации водоупорной прослойки, м/сут.;
 h — действующий напор в середине междуренья, м;
 h_1 — то же в начальный момент времени $t=0$, м;
 h_2 — то же в конечный момент времени $t=t$, м;
 d — диаметр дрены, м;
 q — дренажный модуль, м/сут.;
 q_0 — модуль инфильтрационного питания, м/сут.;
 T — глубина залегания поверхности водоупора относительно глубины заложения дрена;
 S — глубина залегания поверхности водоупора относительно поверхности земли $S=T+t$, где t — глубина заложения дрена;
 D — коэффициент, учитывающий влияние типа (сосредоточенное, сплошное, смешанное) и эпюры питания;
 H — величина непониженного напора относительно поверхности земли, м;
 ΔH — глубина залегания уровня грунтовых вод в середине междуренья относительно поверхности земли, м;
 $i_{во.х}$ — гидравлический уклон восходящего потока под дном дрены;
 φ — коэффициент, учитывающий форму депрессионной кривой;
 δ — коэффициент водоотдачи;
 τ — время стабилизации;
 α — коэффициент вязкости;
 $d^* = \sqrt{2d(h+d)}$;
 $B = \frac{2}{\pi} \ln \frac{1}{\sin \frac{\pi d}{2T}}$

дренаж не выполняет своих функций. Для повышения эффективности его работы необходимо уменьшить междуренные расстояния, но при уже выполненном дренаже. Это можно осуществить путем его устройства посредине междурений. Тем самым междуренные расстояния должны составить 200—250 м. Это приведет к перерасходу материалов и средств.

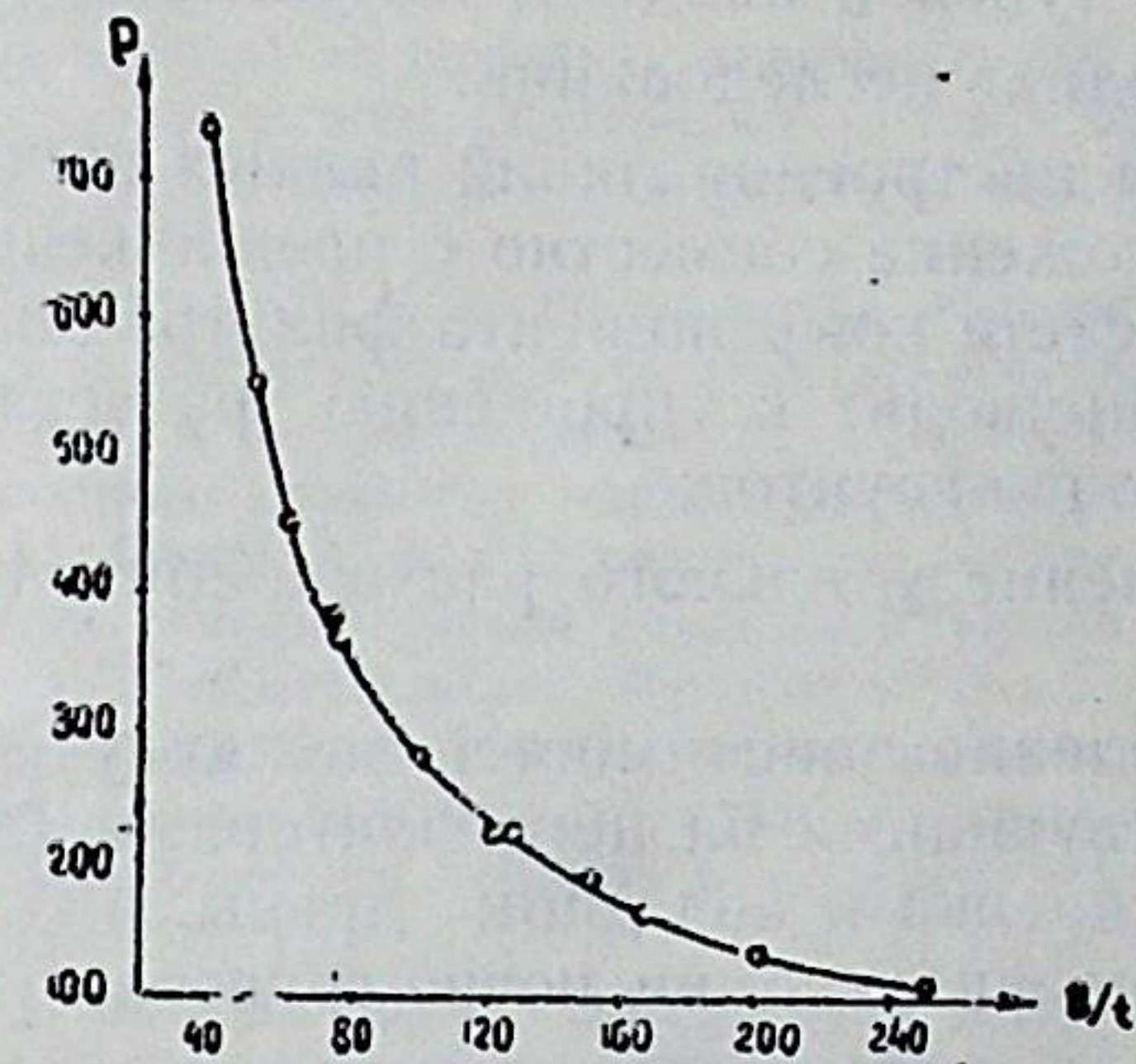


Рис. 5. Зависимость стоимости закрытого дренажа (P руб. на 1 га) от соотношения глубин дрена и междурений ($\frac{B}{t}$).

Полученная нами зависимость между стоимостью устройства дренажа и соотношениями между глубинами дрена и междурений (рис. 5) позволяет оценить величину перерасхода на каждый гектар дренируемых земель.

$$P = \frac{2,73 \cdot 10^4}{B/t} \quad (24)$$

где: P — стоимость горизонтального закрытого дренажа, выполненного из асбоцементных труб диаметром 141, 189 и 235 мм с устройством гравийной обсыпки с соломенной выстилкой, руб/га;

B — междуренные расстояния, м;

t — глубина заложения дрена, м.

При междуреньях 318—335 м стоимость дренажа составила 286—300 руб/га, при междуреньях в 400—500 м соответ-

ственно 191—239 руб/га и при междуреньях в 200—250 м — 382—478 руб/га. Это означает, что в результате строительства дренажа с междуреньями до 400—500 м и дальнейшего его загущения вдвое перерасход на каждый гектар дренируемых земель составит 96—178 руб.

Таким образом, в результате изучения особенностей работы горизонтального дренажа в природных условиях северо-западной части Чуйской впадины получены следующие данные.

1. По методике исследований:

а) способы построения линий равных напоров вблизи дрены. Это предложение совместно с предложением М. И. Каплинского о расчете коэффициента фильтрации по линиям равных напоров приводит к упрощению расчета коэффициента фильтрации почво-грунтов;

б) определение удельного расхода дрен на отдельных их участках;

в) установление зависимостей между удельным расходом дрены и действующими на него факторами (действующие напоры в междуреньях и под дном дрены, а также их связи с коэффициентом фильтрации почво-грунтов).

2. В результате полевых исследований получены данные по динамике уровней грунтовых вод и пьезометрических напоров, удельного расхода дрен, гидродинамической картине работы дренажа, коэффициенту фильтрации почво-грунтов.

3. Анализ исходных данных для проектирования дренажа дал возможность установить их значения для рассматриваемых условий.

4. Статистическая обработка материалов полевых исследований позволила получить ряд эмпирических зависимостей к расчету дренажа.

5. Анализ существующих и применяемых в Чуйской впадине методов расчета горизонтального дренажа дал возможность рекомендовать приемлемые теоретические решения (из числа существующих формул и методов) для расчетов дренажа при установившемся и неустановившемся движении грунтовых вод. Некоторые решения с целью их упрощения (исключения подбора) приведены к графическому виду.

6. Полученная зависимость стоимости закрытого дренажа от соотношения глубин дрен и междурений позволила оценить ущерб от неправильного выбора расчетных схем и соответствующих им формул.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Госсу Л. К. Использование результатов пьезометрических наблюдений для выяснения дебита и определения коэффициента фильтрации почво-грунтов. Тезисы докладов научно-производственной конференции молодых специалистов водного хозяйства, посвященной 50-летию Ленинского комсомола. «ФАН», Ташкент, 1968 г.

2. Госсу Л. К. К вопросу определения коэффициента фильтрации грунтов по гидродинамическим сеткам. Материалы к республиканской научной конференции по вопросам мелнирации и водного хозяйства, часть I, Фрунзе, 1968 г.

3. Дуюнов И. К., Госсу Л. К. Использование пьезометрических наблюдений для определения расчетного напора и установления его влияния на дебит дрены. Материалы к республиканской научной конференции по вопросам мелнирации и водного хозяйства, часть I, Фрунзе, 1968 г.

4. Дуюнов И. К., Госсу Л. К. О расчете междуренных расстояний в условиях засоленных земель Чуйской впадины. Сборник «Вопросы водного хозяйства», вып. VII, «Кыргызстан», Фрунзе, 1968 г.

5. Дуюнов И. К., Госсу Л. К. Некоторые соображения о методах расчета проектирования горизонтального дренажа в условиях засоленных земель Чуйской впадины. Сборник «Вопросы водного хозяйства», вып. VII, «Кыргызстан», Фрунзе, 1968 г.

6. Госсу Л. К. О выборе формул для расчета междуренных расстояний в условиях северо-западной части Чуйской впадины. Сборник «Вопросы водного хозяйства», вып. XIII, «Кыргызстан», Фрунзе, 1970 г.

7. Госсу Л. К. О взаимосвязи между удельным дебитом дрен и действующими на него факторами. Там же.

8. Рекомендации по эксплуатации коллекторно-дренажной сети в Чуйской долине. «Кыргызстан», Фрунзе, 1967 г. Разработаны Шеслером Е. Г., Госсу Л. К., Ивасышиной А. С.

Результаты исследований доложены:

1. На научно-производственной конференции молодых специалистов водного хозяйства, посвященной 50-летию Ленинского комсомола, Ташкент, сентябрь 1968 г.

2. На республиканской научной конференции по вопросам мелнирации и водного хозяйства. Фрунзе, март 1969 г.

3. В проектном институте «Киргизгипроводхоз». Фрунзе, октябрь 1969 г.