

А.А. Черкасов

Гидротехническая мелиорация

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 631
ББК 4
А11

А11 **А.А. Черкасов**
Гидротехническая мелиорация / А.А. Черкасов – М.: Книга по Требованию, 2021. – 346 с.

ISBN 978-5-458-60996-8

ISBN 978-5-458-60996-8

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ГЛАВА ПЕРВАЯ ВВЕДЕНИЕ

Среди основных факторов жизни растения — свет, тепло, вода, воздух и питательные вещества — вода и воздух равнозначимы остальным факторам и незаменимы.

Для жизнедеятельности растения в порах корнеобитаемого слоя почвы нужно наличие воды, необходимой как составная часть самого тела растения, как растворитель питательных для растений минеральных солей почвы, как материал транспирационного тока, вносящего раствор солей из почвы в растение. Поэтому, если в порах почвы воды нет, растение гибнет¹. Однако, если эти поры сплошь заполнены водой и воздуха в них нет, то почти все растения тоже гибнут, так как для жизни растения нужен в почве и воздух — для дыхания корней и почвенных бактерий², для процессов окисления и т. д.

Таким образом, для развития растения в порах корнеобитаемого слоя должны быть и вода и воздух, почва должна быть умеренно влажной. Но влажность может быть весьма различной, в зависимости от наличного соотношения воды и воздуха. Из множества возможных степеней влажности почвы для каждого растения в данной стадии и при данных условиях (климат, почва, агротехника, хозяйственные задания) его развития есть влажность, при которой растение растет лучше всего, оптимально, т. е. дает наибольший и наилучший продукт (зерно, корни, цветы и т. д., в зависимости от цели выращивания этого растения). Эту влажность называют оптимальной (лат. optimum — наилучшее). Ее

¹ Вода поступает в растения почти исключительно из почвы через корни. Через надземные органы вода поступает редко и в незначительном количестве, покрывая лишь малую долю испарения (см. Е. Г. Лоске, „С.-х. метеорология“, 1913, стр. 255—256). По С. П. Костычеву, „Физиология растений“, 1933, ч. 2, стр. 101, поступление воды через надземные части растения может покрыть даже у вянущих растений не больше 5—10% общей потери воды на испарение (см. также О. Kessler, „Die Feldberechnung“ zweite Folge, 1933, 111—119).

² Так, корни пшеницы поглощают в сутки около 70 см³ кислорода на каждый грамм сухого вещества, *Bacillus mesentericus vulgaris* около 1164 см³ на грамм сухого вещества (см. акад. С. П. Костычев, „Физиология растений“, 1933, ч. 1, стр. 426). Нормально каждый кв. метр почвы выделяет в сутки 7 л СО₂ (см. Б. А. Кин, „Физические свойства почвы“, 1933, стр. 236).

По Стокласа, дыхание корней злаков в лугах давало 0,25 г СО₂ в час на 1 м²; по Люндегарду, оно в поле дает от 0,06 до 0,131 г в час. Общее выделение СО₂ полем Люндегард оценивает в 0,4 г/м²/час. Из всего отделения СО₂ 40—66% идет за счет микроорганизмов почвы.

обычно выражают в процентах заполнения пор водою (объемная влажность), реже — в процентном отношении веса воды к весу сухой почвы (весовая влажность). Числовое значение оптимальной влажности весьма изменчиво. Оно зависит от вида растения, фазы его развития, свойств почвы, климатических условий, удобрения, агротехнических приемов, от требований, предъявляемых к количеству и качеству ожидаемой продукции. Если мы определим числовое значение оптимальной влажности для данного растения на каждый день его жизни и отложим эти значения в качестве ординат на чертеже, где абсциссами будут календарные даты, то получим кривую оптимальной влажности почвы или кривую оптимального водно-воздушного режима почвы для этого растения.

Водно-воздушный режим почвы важен не только для питания растения водой. Он одновременно является и важнейшим фактором почвообразования и в значительной степени определяет физические, химические и биологические свойства почвы и одноименные процессы в ней. Так, при избытке воды почва холодна, связна, бедна бактериями, а иногда и грибами, распад органических соединений в ней замедляется, аэробные процессы вытесняются анаэробными, постепенно накапливается гумус, иногда даже торф. Мало увлажняемая почва, наоборот, быстро нагревается и быстро охлаждается, бактериальный мир преобладает перед грибами и безотносительно развивается сильно, органические соединения распадаются быстро и до конца, восходящие токи воды выносят с глубин воднорастворимые соли и обогащают ими поверхностные слои, воды поверхностного стока легко размывают поверхность почвы и ветры развевают ее. В обоих крайних состояниях избытка и недостатка влажности почва становится неплодородной, „неудобной“ или „бросовой“ землей, пока не устранены эти избыток или недостаток.

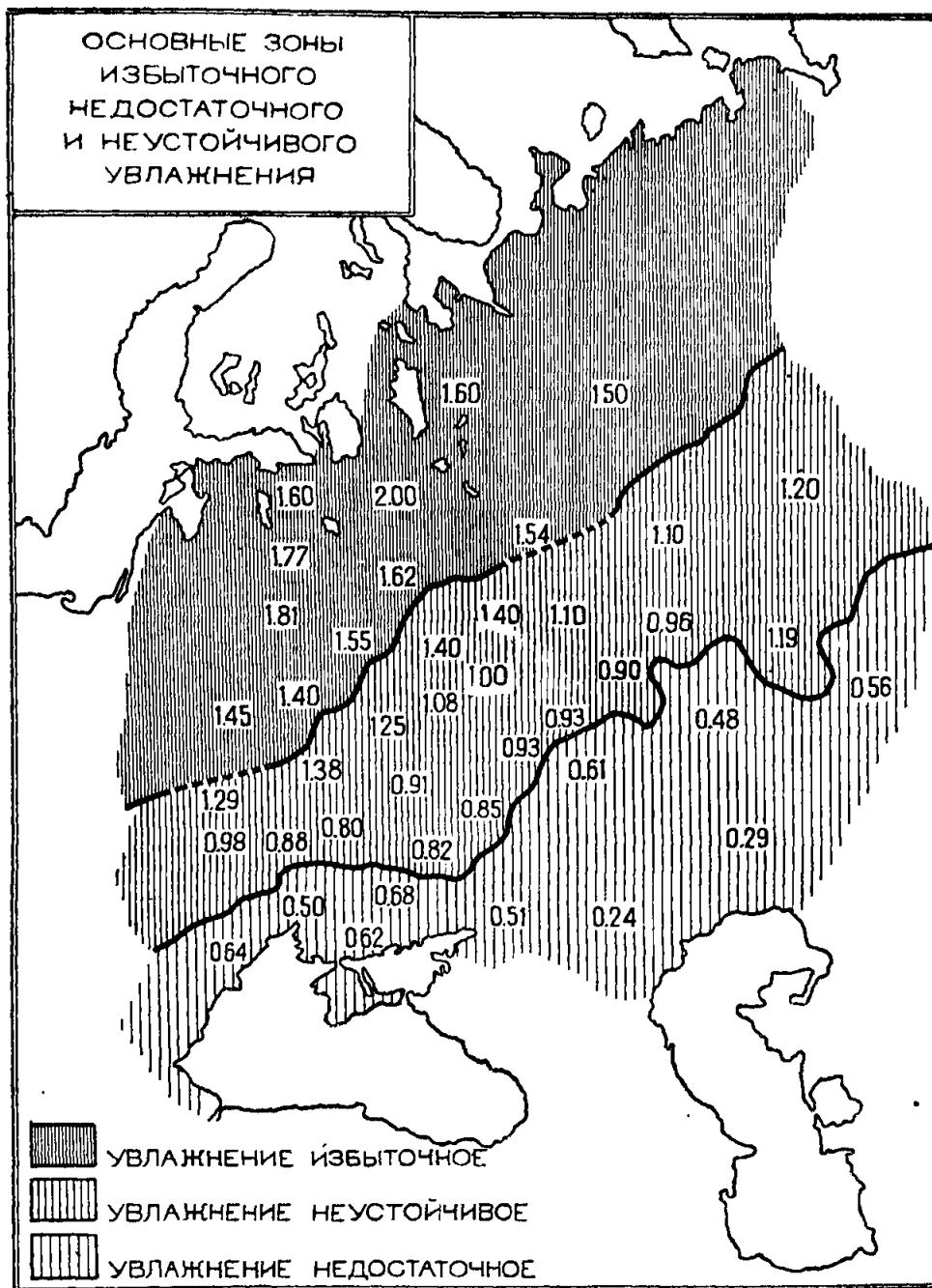
Оптимальный водно-воздушный режим в природе встречается очень редко, и поэтому „неудобных“ земель много. Так, по неполным еще данным¹, в СССР насчитывается земель, совсем не возделываемых из-за их временного неплодородия:

Болот и заболоченных сенокосов	до 267 млн. га
Сыпучих песков	5—6 „ „
Оврагов	4,5—6 „ „
Солонцов и солончаков	4—5 „ „
Пустынь	до 300 „ „

Кроме того, имеется много миллионов гектаров, которые, хотя и возделываются, но из-за плохого водно-воздушного режима дают урожай, недостаточный по количеству, качеству и себестоимости. Причины избытка или недостатка влажности могут быть географически широко распространенные, зональные, и местные, интразональные.

¹ См. А. С. Карасев, „Лесные мелиорации“, 1934, стр. 6; А. Д. Дубяк, „Осушение лесов“, 1934, стр. 27—30; неопубликованные дачные Всесоюзного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации; И. В. Ларин и др. „Сенокосы и пастбища СССР etc“, 1.36, стр. 29.

Пусть в данной географической зоне выпадает атмосферных осадков A куб. метров на гектар, и из них попадает воды в почву μA куб. метров в год на гектар, где $\mu = 1 - \sigma$ и σ — коэффициент поверхностного стока атмосферных осадков, или μ — коэффи-



Черт. 1. Зоны увлажнения.

циент поглощения атмосферных осадков почвой. Пусть, с другой стороны, в этой зоне расходуется ϵ куб. метров воды в год с гектара. Тогда отношение прихода воды в почву μA к ее расходу из почвы ϵ , т. е. дробь $e = \frac{\mu A}{\epsilon}$, называется коэффициентом вод-

ного баланса почвы,¹ или, лучше, коэффициентом водообеспеченности. Если $e > 1$, т. е. $\mu A > \epsilon$, т. е. приход воды в почву больше ее расхода, то запас воды в почве постепенно, из года в год и из столетия в столетие, накапливается, и получается зона избыточного увлажнения. Если, наоборот, $e < 1$, т. е. $\mu A < \epsilon$, т. е. расход воды из почвы постоянно превышает ее приход, то запас воды в почве уменьшается, и мы имеем зону недостаточного увлажнения. Наконец, может быть, что $e = 1$, т. е. $\mu A = \epsilon$, т. е. в среднем за много лет приход воды в почву равен ее расходу, хотя в отдельные дни, месяцы и годы бывает $\mu A > \epsilon$ и $\mu A < \epsilon$. Здесь мы имеем зону неустойчивого увлажнения. На чертеже 1 показано расположение этих трех зон увлажнения в европейской части СССР.

В пределах зоны могут быть места, которые по увлажнению отличаются от зоны, где они расположены, в силу особых местных условий. Так, в зоне недостаточного увлажнения есть места, избыточно увлажняемые разливами рек, причем вода надолго застаивается (например, плавни у устьев рек Дона, Днепра, болота в Средней Азии,— следствие постоянного сброса воды с орошаемых полей). Наоборот, крутые холмы с хорошими условиями поверхностного стока могут оказываться недостаточно увлажненными даже и в зоне избыточного увлажнения.

Заметим, что степень увлажнения почвы определяется совокупностью трех факторов (A , μ и ϵ), а не одним из них, например, атмосферными осадками. Так, на Кольском полуострове атмосферных осадков выпадает 200 мм в год, а в Одессе — 400 мм, т. е. вдвое больше. Но на Кольском полуострове коэффициент водного баланса 1,6, а в Одессе — 0,5, так как μ и ϵ тоже различны. Поэтому на Коле почва увлажнена избыточно, а в Одессе недостаточно.

Значения μ , A и ϵ в значительной степени зависят от воздействий человека. Так, например, придавая почве комковатую структуру, увеличивают μ и уменьшают ϵ ; сменяя на поле одну культуру другой, изменяют ϵ и т. д. Следовательно, коэффициент водообеспеченности есть производное не только климатических элементов зоны, но и приемов с.-х. производства. Поэтому даже в узко ограниченной зоне нельзя говорить о каком-либо определенном и постоянном значении коэффициента водообеспеченности, а можно говорить о его значении в конкретном комплексе климатических и производственных условий, относя к последним род культуры, способы обработки почвы, меры снегозадержания и т. д. и т. д. Словом, коэффициент водообеспеченности есть не статистическо-географическое понятие, а выражение водопотребления растений на фоне социальной структуры хозяйства, его плановых заданий, применяемой агротехники и климатических условий зоны.

В целях земледелия нужно регулировать факторы коэффициента водообеспеченности не только в среднем за год, но и за вегетационный период данного растения и особенно — в критические по

¹ См А. Н. Костяков, „Основы мелиорации“, 1933, стр. 4

Т а б л и ц а 1*

Зоны	Природный фактор земледелия, находящийся к минимуму	Основные причины минимума		Меры устранения причин минимума	
		Неуравно- вешенность водного ба- ланса почвы	Неблагоприятное гидро- графическое положение, свойства почвы или рельеф	Зональные	Местные
Зона из- быточного увлажнения	Воздух и тепло в почве	$\mu A > z$		Ускорение стока во- ды с участка путем: 1) регулирования во- доприемников и 2) осу- шения открытыми ка- навами и бороздами и подземным дренажем	↑
		$\mu A \cong z$	Затопление и подтоп- ление. Размыв почвы ме- ханическим действием воды, стекающей по по- верхности. Развевание почвы ветром		
Зона не- устойчивого увлажнения	Воздух и тепло или вода в почве, в зависи- мости от местных усло- вий рельефа и свойств почв	$\mu A < z$		Задержание, регулиро- вание и использование поверхностного стока. Орошение и увлажнение	↓

Обвалование рек. Коль-
матаж. Дренаж тяжелых
почв. Террасирование.
Укрепление оврагов. По-
вышение влагоемкости
почвы. Окислительное
и удобрительное ороше-
ние. Обводнение

* Таблица составлена в основном по А. Н. Костякову, „Основы мелиорации“, стр. 11, с некоторыми изменениями.

водопотреблению моменты его жизни (например, для пшеницы — период кущения).

Таким образом, для получения высоких и устойчивых урожаев почву надо улучшать, мелиорировать (лат. *melior* — лучший), надо создать и поддерживать оптимальный водно-воздушный режим почвы и тем добиться улучшения ее физических, химических и биологических свойств. Подробнее цели мелиорации, ее основные средства и распределение по зонам поясняются таблицей 1 (стр. 9).

По методам осуществления мелиорации могут быть гидротехнические, с одной стороны, и агро- и лесотехнические — с другой (табл. 2).

Таблица 2*

Характер мелиорации по зональности	Методы осуществления	
	Гидротехнические	Агро- и лесотехнические
Зональные	1. Осушение открытыми канавами и бороздами 2. Осушение подземным дренажем 3. Регулирование водоприемников 4. Регулирование поверхностного стока 5. Обводнение 6. Орошение 7. Дренаж заболоченных и засоленных почв	1. Отопительно-вентиляционные работы (культура на грядах, проведение сточных борозд) 2. Увлажнительные работы, снего- и водозадержание, укрепление песков и оврагов растительностью, „сухое земледелие“ 3. Мелиорация засоленных почв
Местные (интразональные)	8. Обвалование рек и другие меры защиты от затопления 9. Дренаж тяжелых почв 10. Кольматаж 11. Борьба с развитием оврагов с помощью валов, канав и гидротехнических сооружений 12. Устройство сети окислительного и удобрительного орошения	4. Повышение влагоемкости почвы 5. Создание прочного почвенного покрова. Залужение и облесение песков и оврагов 6. Заложение защитных лесных полос

Как увидим дальше, гидротехнические мелиорации не только не исключают агротехнические и лесотехнические, но непременно сопровождаются ими, и наивысший эффект создается комплексным

* Таблица 2 построена в основном по А. Н. Костякову, „Основы мелиорации“, 1933, стр. 12, с некоторыми изменениями.

применением всех этих видов мелиорации, преследующих различными путями одну и ту же цель.

Ниже мы рассмотрим только гидротехнические мелиорации. Агро- и лесотехнические мелиорации излагаются в соответствующих руководствах, и ниже о них говорится лишь попутно и кратко, для уяснения их связи и взаимоотношения с гидротехническими.

СУЩНОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕЛИОРАЦИЙ

По определению К. Маркса¹, „Так называемые прочные мелиорации,—которые изменяют физические, отчасти и химические свойства почвы посредством операций, стоящих затраты капитала, и могут рассматриваться как приложение капитала к земле,—почти все сводятся к тому, чтобы определенному участку земли, почве в определенном ограниченном месте придать такие свойства, которыми другая почва, в другом месте, зачастую совсем близко, обладает от природы“. Это определение охватывает большой ряд мероприятий², куда входят и такие, которые не имеют непосредственной целью улучшение водно-воздушного режима (например, планировка, очистка пашни от камней и кочек, корчевка пней и т. д.); входит сюда и улучшение водно-воздушного режима методами агро- и лесотехническими (например, полевое травосеяние, залужение и облесение сыпучих песков и оврагов, защитные лесные полосы, „сухое земледелие“ и т. д.). В нашей книге рассматривается лишь часть мелиораций вообще, а именно—гидротехнические мелиорации, которые из всех свойств почвы в первую очередь улучшают водно-воздушный режим, вызывая в качестве следствий радикальные изменения всех без исключения физических, химических и биологических процессов в ней. Они: 1) увеличивают или уменьшают влажность почвы, создавая и поддерживая оптимальный водно-воздушный режим в ней, и 2) устраняют механическое разрушение почвы водой, движущейся по дневной поверхности почвы. Гидротехнические мелиорации (как и другие виды мелиорации) в СССР—одно из средств укрепления социализма. „Орошение больше всего нужно и больше всего пересоздаст край, возродит его, похоронит прошлое, укрепит переход к социализму“—писал В. И. Ленин в письме к закавказским товарищам в 1923 г. Строясь на базе социалистической организации труда, планировании и механизации с.-х. производства, гидротехнические мелиорации в СССР имеют целью повышение и стабилизацию урожая и снижение его себестоимости, повышение производительности с.-х. труда и его облегчение, повышение материального и культурного уровня трудящихся всей страны. В противоположность этому, целью применения мелиорации в капиталистических

¹ К. Маркс, „Капитал“, т. III, изд. 1930 г., стр. 231.

² См. продолжение сделанной цитаты—К. Маркс, „Капитал“, т. III, изд. 1930 г., стр. 231

странах является извлечение предпринимателями нетрудового дохода путем аренды и продажи земли и воды, присвоения прибавочной стоимости труда рабочих и крестьян на мелиорируемых площадях, спекуляции при продаже продукции с этих площадей. Поэтому в капиталистическом строе уровень урожая при мелиорации определяется конъюнктурой рынка и в периоды конъюнктурных кризисов сознательно снижается по сравнению не только с достижимым на данный момент, но даже и с ранее достигнутым.

Для повышения влажности почвы производится орошение, т. е. искусственное приведение воды на поверхность почвы и в ее поры. С этой целью из водосточника забирают воду в виде большого водного потока, приводят к орошаемому полю, разводят по полю системой каналов и канав мелкими струями, превращают эти струи в мельчайшие струйки и распределяют воду по порам активного слоя почвы, превращая ее в состояние влажности почвы, стремясь получить оптимальную для данных условий влажность почвы. Для уменьшения влажности почву осушают, т. е. отводят из пор почвы и с ее поверхности избыточную для растения воду, отсасывая ее дренами и канавами до получения оптимальной влажности почвы, собирают эту воду в струи, отводят системой постепенно укрупняющихся каналов с осушаемого поля и сбрасывают в водоприемник. В обоих этих главных видах гидротехнической мелиорации вода сложным путем переводится из состояния струи в состояние почвенной влажности (или обратно) и проводится к мелиорируемому участку (или от него), причем все операции и их результат строго нормируются. Для осуществления этих операций служат мелиоративные системы¹.

Опишем вкратце мелиоративную систему для главнейших видов мелиорации: орошения, осушения и борьбы с размывом почвы.

Оросительная система состоит из нижеследующих 7 частей (черт. 2а).

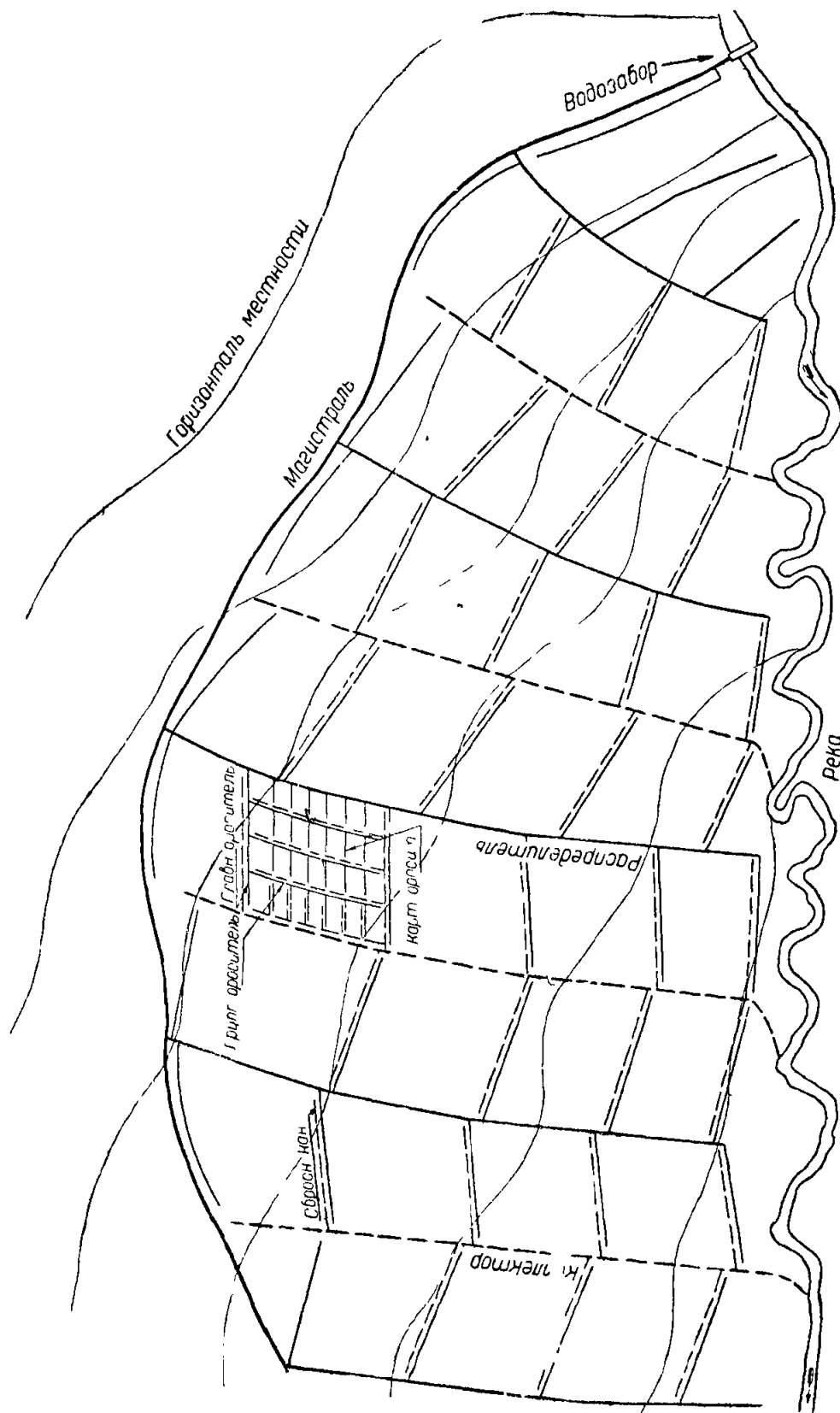
1. Водосточник (река, озеро, пруд, колодец, кяриз, ручьи), дающий воду для орошения.

2. Водозаборное сооружение (система регуляторов потока, движущегося самотеком, насосная станция, водоподъемные механизмы), забирающее воду из водосточника в магистральный канал системы.

3. Магистральный канал, приводящий воду к орошаемой территории обычно большим потоком (например, магистральный канал в Суккуре (Индия) несет 350 м³/сек).

4. Сеть проводящих каналов (распределители разного порядка, групповые и картовые оросители), постепенно дробящая поток магистрального канала на меньшие и меньшие струи, разводящие воду по орошаемой территории и подводящие ее (в определенном количестве и в намеченные сроки) к местам полива (поливная карта).

¹ См. подробнее А. Н. Костяков, „Основы мелиорации“, 1933, стр. 12 — 24



Черт. 2а Схема оросительной системы.

5. Поливная сеть (борозды, чеки, подземные трубы, дождевальные аппараты и т. д.), разводящая воду по каждой поливной карте и способствующая размещению ее в порах активного слоя почвы.

6. Водосбросная сеть, убирающая избыток воды из пор почвы и с ее поверхности, из каналов и элементов регулирующей сети и отводящая его с орошаемой территории в водоприемник.

7. Сооружения на сети (регуляторы, акведуки, перепады, песколовители и пр.), регулирующие движение воды (ее расход, скорость, нивелирную отметку зеркала), помогающие преодолевать препятствия этому движению и очищающие воду от избытка наносов.

Осушительная система состоит из аналогичных частей (черт. 26).

1. Сеть, регулирующая влажность почвы (подземные дрены, маленькие собирающие канавки, борозды), убирающая избыток воды в почве и на ее поверхности и превращающая ее из состояния почвенной влажности в форму струй.

2. Сеть отводящая (трубы-коллекторы, каналы), принимающая воду, собранную регулирующей сетью, и отдающая ее в магистральный канал.

3. Магистральный канал, отводящий воду с осушаемой территории к водоприемнику в виде большого потока (в Голландии часть таких каналов судоходна); в конце канала может быть насосная станция для перекачки.

4. Водоприемник (море, озеро, река, пруд, овраг и т. д.), куда сбрасывается приведенная вода.

5. Сооружения на сети, регулирующие движение воды (расход, скорость, высотное положение зеркала).

6. Часто устраивается и сеть оросительных каналов с сооружениями на них.

Система для борьбы с размывом почвы состоит из:

1) сети валиков и канавок, улавливающих и задерживающих воду, стекающую по поверхности, и регулирующих расход и скорость этого потока;

2) сети каналов, принимающей воду из вышеназванных уловителей и отводящей ее в

3) водоприемник;

4) сооружений на сети (главным образом, быстротоки, перепады, подпорные стенки), регулирующие скорость потока и предотвращающие обвалы и размывы берегов оврагов.

Как видно из предыдущего, мелиоративный механизм, как правило, является механизмом двустороннего действия, способным и увеличить и уменьшить запас воды на одной и той же мелиорируемой территории, и оросить и осушить ее.

КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК МЕЛИОРАЦИИ

Значение мелиорации как фактора повышения и стабилизации урожая (а часто — и необходимого условия для получения его вообще) было осознано весьма давно. Она применяется с древней-