

Министерство сельского хозяйства СССР
Московский институт инженеров водного хозяйства
имени В. Р. Вильямса

На правах рукописи

Инженер ФИАЛКОВСКИЙ П. Г.

ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Автореферат диссертационной работы, представленной
на соискание ученой степени кандидата технических наук

ВВЕДЕНИЕ

В диссертации рассмотрены исходные положения для проектирования осушительных систем, а именно: анализ водного режима осушаемого объекта, мелиоративное районирование, выбор способа осушения и определение состава изыскательских и проектных материалов. Автор придерживался последовательности, в которой проектировщику приходится решать организационные и технические вопросы в процессе проектно-изыскательских работ.

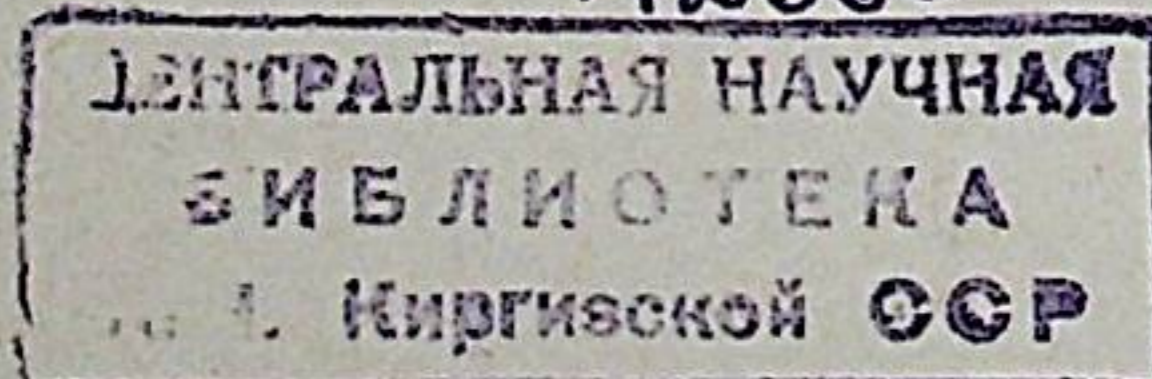
Многолетний опыт проектирования осушительных систем показывает, что в изысканиях и разработке проекта целесообразно соблюдение нижеописанного порядка. Перед началом изысканий проектировщик изучает избыточно-увлажненный объект по имеющимся материалам и путем непосредственного осмотра. На основании анализа природных условий объекта и целей освоения устанавливается стадийность проектирования, разрабатывается предварительная схема осушительной системы и соответственно программа изыскательских работ. По мере выполнения изысканий проектировщик развивает и детализирует свои первоначальные соображения по осушению объекта, корректируя одновременно и ход самих изысканий. По окончании изысканий уточняется схема осушительной системы и определяется состав проекта. Далее при разработке отдельных частей проекта по мере необходимости производятся дополнительные исследования.

Таким образом, изыскания и проектирование являются единым процессом, который от начала до конца направляется составителем проекта.

Необходимо отметить и другое принципиальное положение, принятое автором как исходное при изложении ряда разделов.

В современных условиях ведения сельского хозяйства в климатических зонах с периодическим избытком влаги грань между осушительными и оросительными мелиорациями все в большей мере стирается. Здесь для устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур требуется не только отвод воды с полей в периоды ее избытка, но и подача воды на поля в периоды ее недостатка. С этой

172665



позиции произведен анализ водного режима осушаемого объекта и изложены вопросы выбора метода и способа осушения.

В автореферате кратко изложены только основные положения диссертации в связи с чем некоторые разделы диссертации опущены.

1. Анализ водного режима осушаемого объекта

Избыточное увлажнение корнеобитаемого или обрабатываемого почвенного горизонта возникает при наличии достаточно обильного источника водного питания и условий, затрудняющих сток воды из переувлажненного слоя.

С учетом практических мер борьбы с различными проявлениями избыточного увлажнения целесообразно разделить источники водного питания на две основные группы: 1) воды, поступающие на избыточно-увлажненный объект с периферии и 2) воды, поступающие непосредственно на площадь объекта.

К первой группе относятся: намывные, речные (паводковые), грунтовые и грунтово-напорные воды (в случае возникновения последних на периферии объекта).

Особенностью этого типа водного питания является возможность перехвата водного потока на периферии объекта или за его пределами, а также деятельное влияние внешних вод на плодородие и солевой состав корнеобитаемого слоя.

Ко второй группе относятся: атмосферные воды, выпадающие непосредственно на объекте и грунтово-напорные, питающие корнеобитаемый слой восходящими токами из нижерасположенного водоносного горизонта.

Борьба с этими водами возможна только в пределах объекта. Атмосферные воды, в зависимости от литологического строения объекта, могут задерживаться на поверхности (поверхностные воды) или просачиваться в грунт (инфильтрационные воды).

В естественных условиях количество влаги в почве и на поверхности осушаемого объекта колеблется во времени как в многолетнем, так и в годовом разрезе. Периоды избыточного увлажнения могут чередоваться с периодами дефицита влаги в корнеобитаемом слое.

Влияние различных факторов избыточного увлажнения на развитие культурных растений и обработку почвы наиболее точно определяется количественным анализом водного режима осушаемого объекта.

Такой анализ должен включать в себя: определение водных ресурсов объекта в естественных условиях водного питания; установление избытка или недостатка влаги при современных водных ресурсах и намечаемом расчетном водопотреблении и наконец — про-

гноз водного режима объекта после осуществления проектируемых мелиораций.

В общем виде баланс воды в корнеобитаемом слое и на поверхности объекта за расчетный период (Т) может быть выражен следующим уравнением:

$$W = \left[P + \frac{S_1 - S_2}{10\omega} + \frac{(q_1 - q_2) T}{10\omega} + Z + D + \frac{h_k \beta A}{10} - E' \right] 10\omega \quad (1)$$

где: W — запас воды к концу периода в м³;

P — суммарный слой осадков в мм;

S₁ — объем притока поверхностных вод с водосбора в м³;

S₂ — объем стока поверхностных вод с участка в м³;

q₁ — приток грунтовых вод (в том числе и за счет капиллярного поднятия в м³/сут.);

q₂ — отток грунтовых вод с участка в м³/сут;

Z — конденсация водных паров в мм;

E' — расчетное водопотребление в мм;

D — слой воды на поверхности к началу периода в мм;

величину D следует учитывать как отдельный компонент только при осушении тяжелых малопроницаемых почв; в условиях проницаемого покрова образование слоя воды на поверхности при длительности расчетного периода более 5 дней — мало вероятно.

h_k — мощность корнеобитаемого слоя в м;

A — полная влагоемкость почво-грунта в % от объема;

β — влажность корнеобитаемого слоя к началу периода в % от A; для первого расчетного периода начальная влажность (β) определяется экспериментальным путем послойно (ниже уровня грунтовых вод β = A); для последующих периодов значение β может быть вычислено из запаса воды, образовавшегося к концу предыдущего периода.

ω — площадь балансового участка в гектарах.

Пренебрегая величинами D (для рыхлых почв) и Z (ввиду незначительной величины конденсации):

$$W = \left[P + \frac{S_1 - S_2}{10\omega} + \frac{(q_1 - q_2) T}{10\omega} + \frac{h_k \beta A}{10} - E' \right] 10\omega \quad (2)$$

Избыток или недостаток влаги в корнеобитаемом слое за расчетный период ($\pm \Delta W$) может быть определен как разность между наличным и потребным для развития растений запасом воды:

$$\pm \Delta W = W - h_k \beta_{оп} A \omega \quad (3)$$

где: $\beta_{оп}$ — оптимальная влажность корнеобитаемого слоя в % от А.

Пользуясь уравнениями (1), (2) и (3) можно вычислить колебание водных ресурсов корнеобитаемого слоя по периодам сельскохозяйственного сезона, и, в соответствии с этим, определить задачи регулирования водного режима осушаемого объекта.

В целях упрощения расчетов может быть применен иной метод определения конечного запаса воды, основанный на том, что изменение уровня грунтовых вод в известной мере результирует накопление или убыль влаги за расчетный период.

При этом целесообразно рассматривать водный баланс толщи, соответствующей норме осушения, т. е. глубине стояния уровня грунтовых вод от поверхности земли, при которой возможно производство сельскохозяйственных работ и нормальное развитие культивируемых растений.

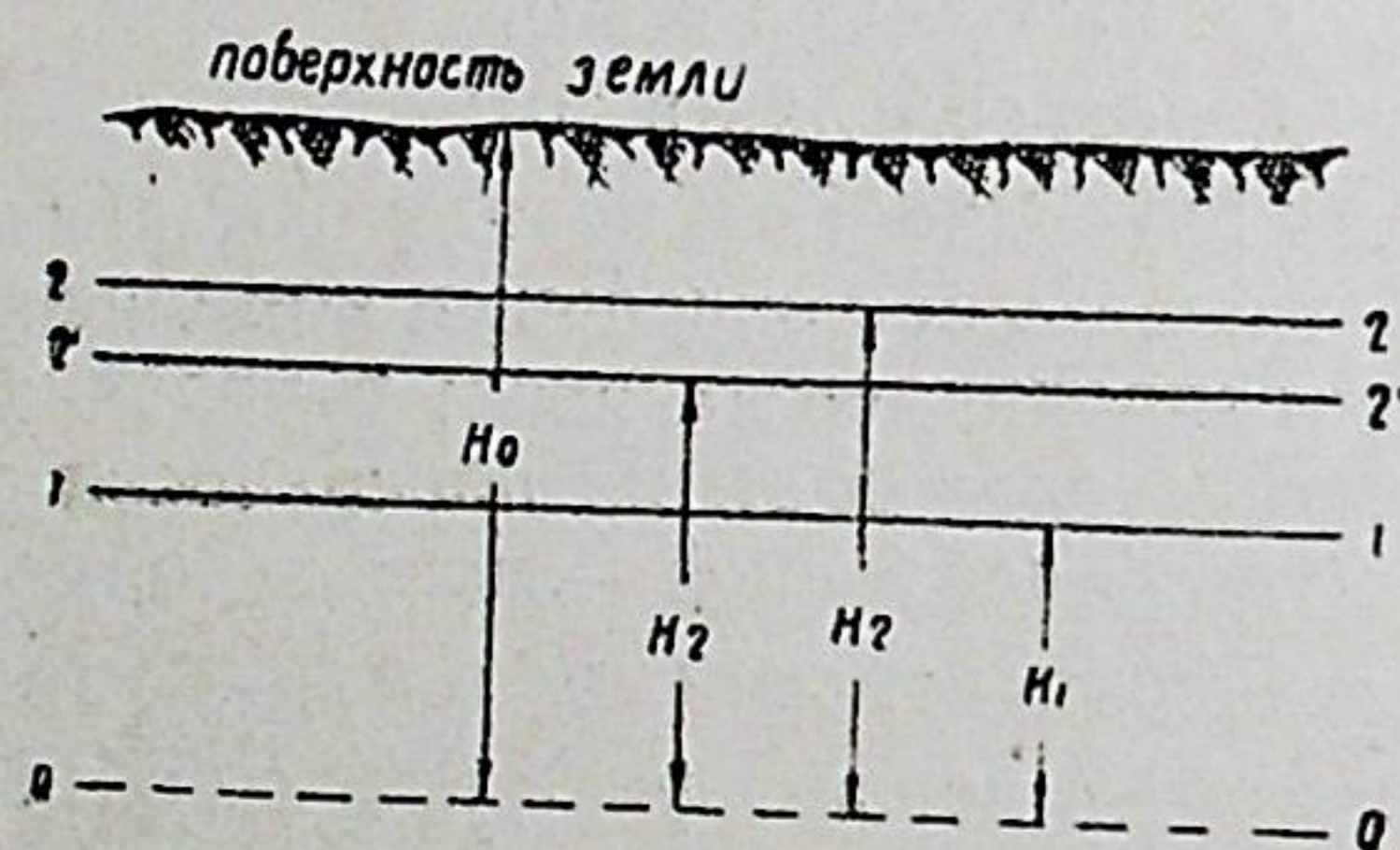


Рис 1. Насыщение расчетного слоя при повышении уровня грунтовых вод

0-0 - плоскость сравнения на глубине соответствующей норме осушения H_0 ; 1-1 - уровень грунтовых вод в начале периода соответствующий слою H_1 ; 2-2 - уровень грунтовых вод в конце периода соответствующий слою H_2 ; 2'-2' - условный уровень грунтовых вод в конце периода, который установился бы при расчетном водопотреблении

Допустив, что изменения в объемах водопотребления сказываются на соответствующих колебаниях уровня грунтовых вод при постоянстве прочих составляющих водного баланса (рис. 1), получим запас воды к концу периода при расчетном водопотреблении (W) из следующего уравнения:

$$W = \left[H_2' + (H_0 - H_2) \frac{\beta_1}{100} \right] \omega A / 10 \quad (4)$$

где: $H_2' = H_2 \pm \frac{E - E'}{\mu}$; Значения H_2 , H_1 и H_0 в мм — указаны на рисунке 1,

β_1 — влажность слоя выше уровня грунтовых вод в конце периода в % от А, μ — водоотдача или недостаток насыщения.

Таким образом, для расчета водного баланса по уравнению (4) можно ограничиться: наблюдениями за колебанием уровня грунтовых вод, измерением влажности и испарения и определением коэффициента водоотдачи.

Водобалансовые расчеты для объектов с слабоводопроницаемыми грунтами, при отсутствии грунтового питания, могут быть также несколько упрощены за счет исключения притока поверхностных вод с водосбора. Такое исключение возможно в предположении, что сток с водосбора перехвачен нагорным каналом, устройство которого является, как известно, первоочередной мерой при осушении минеральных временно избыточно-увлажненных земель.

При этом условии, целью водобалансовых расчетов является установление необходимости дополнительных мероприятий непосредственно на объекте как для осушения, так и для искусственного увлажнения.

Уравнение (1) для рассматриваемого случая будет иметь вид:

$$W = \left(P + \frac{h_k A \beta}{10} - S_2 / 10 \omega - E' + D \right) 10 \omega \quad (5)$$

Слой воды на поверхности (D) в начале первого расчетного периода (от таяния снега до открытия сельскохозяйственных работ) приближенно может быть приравнен к запасу воды в снеге.

Для каждого последующего периода объем воды, оставшейся на поверхности входит в общий запас влаги, исчисленный к концу предыдущего периода, в связи с чем уравнение (5) для периода n может быть заменено:

$$W_n = \left(\frac{W_{n-1}}{10 \omega} - S_2 / 10 \omega - E' + P \right) 10 \omega \quad (6)$$

где: W_{n-1} — запас влаги к концу периода n-1; для первого периода после предпосевного $W_{n-1} = W$, определенному по уравнению (5).

Объем стока атмосферных осадков, выпавших на объект (S_2) может быть теоретически исчислен по методу А. Н. Костякова или Л. Т. Абрамова; последний относительно не сложен, но имеет ряд ограничительных условий.

Автором предложен приближенный способ определения объема стока, основанный на допуске, что интенсивность выпадения дождя во времени и пространстве постоянна, а нарастание и убывание слоя стока протекает равномерно. При этих условиях эпюра изме-

нений слоя стока во времени близка к треугольнику, вершина которого соответствует моменту окончания дождя.

Максимальный слой стока (h) за время от начала выпадения дождя до окончания стока определится выражением:

$$h = p - kt_{\phi} - v_{\text{вп}}t_{\text{вп}} - (h/2)^{1.67}l^{0.5}t/nl \quad (7)$$

где: p — суммарный слой дождя в м;
 k — коэффициент фильтрации в м/сек;
 $v_{\text{вп}}$ — скорость впитывания в м/сек;
 t_{ϕ} — продолжительность фильтрации за время выпадения дождя в секундах;
 $t_{\text{вп}}$ — то же, впитывания в сек;
 t — продолжительность выпадения дождя в сек;
 l — длина склона в м;
 I — уклон склона;
 n — коэффициент шероховатости поверхности.

Коэффициент фильтрации, скорость и время впитывания определяются полевыми исследованиями, h и $(h/2)$ — подбором при решении уравнения (7).

При известном значении $h/2$ объем стока может быть вычислен по формуле

$$S_2 = a (h/2)^{1.67}l^{0.5}t_c/nl \quad (8)$$

где: a — ширина балансового участка в м;
 t_c — полное время стока:

$$t_c = \frac{p - v_{\text{вп}}t_{\text{вп}}}{k + \frac{hv}{2l}} \text{ в секундах}$$

V — средняя скорость поверхностного стока в м/сек.

Испарение с поверхности почвы объекта до его освоения (E) определяется по данным полевых измерений непосредственно на объекте, или вне его в аналогичных условиях. Имеется также ряд эмпирических формул для определения (E); из них для приближенных расчетов можно рекомендовать формулу В. В. Александряна.

Величина расчетного водопотребления (E^1) может определяться методами, разработанными А. Н. Костяковым, А. А. Черкасовым, А. М. Алпатьевым и другими учеными для условий орошаемого земледелия. При приближенных расчетах удобен метод А. М. Алпатьева, позволяющий определять водопотребление в зависимости от испаряемости и видов сельскохозяйственных культур в различных географических районах.

Водный режим объекта определяется соотношениями потребного и наличного количества воды по периодам развития сельскохо-

зяйственных культур и производства полевых работ; для его характеристики необходимо иметь расчеты водного баланса по основным фазам предпосевного, посевного, вегетационного и уборочного периодов. Исходные метеорологические и гидрогеологические данные для водобалансовых расчетов должны относиться к одному и тому же реальному году.

Удобным критерием для выбора расчетного года является запас воды в снеге к моменту снеготаяния и сумма осадков за период от начала весенних полевых работ и до окончания уборки урожая.

Целесообразно вести расчеты для двух типичных лет: влажного года с суммой осадков и запасом воды в снеге, близкими к 10% или 25% обеспеченности, и сухого года — с суммой осадков и запасом воды в снеге, близкими к 75% или 90% обеспеченности.

Расчет водного режима производится по мелниротивным районам в порядке, изложенном ниже.

1. Исходя из перспективного плана использования осушаемого объекта устанавливаются: процентный состав культур и сроки расчетных периодов. По опытным данным или расчетами для каждого периода определяется водопотребление проектируемых культур.

2. По формулам (2), (4) или (5) подсчитываются запасы воды к концу каждого периода; для этих же сроков определяются предельные запасы воды: максимальный и минимальный. Предельный максимальный запас воды в корнеобитаемом слое принимается равным потенциальной влагоемкости, минимальный — влажности увядания.

3. По результатам водобалансовых расчетов вычерчивается график режима водных ресурсов корнеобитаемого слоя до осушения (с учетом расчетного водопотребления); на оси абсцис откладываются расчетные периоды в календарном порядке, по оси ординат — наличные и предельные запасы воды, выраженные в м³/сут.

$(W/T; \frac{W_{\text{max}}}{T}; \frac{W_{\text{min}}}{T})$. Избыток или недостаток влаги определяется

графически по площадям прямоугольников, образованных пересечением линий наличного и предельных запасов (рис. 2).

4. Для выяснения условий водообмена после осушения вычисляются значения компонентов: S_1 S_2 q_1 q_2 и W , соответствующие принятым в проекте расстояниям между каналами и их расчетным расходам.

При рационально запроектированной осушительной сети запасы воды в корнеобитаемом слое не должны выходить за пределы минимальных и максимальных значений. В противном случае следует пересмотреть принятые расстояния между каналами и их глубины и при необходимости запроектировать мероприятия по искусственному увлажнению.

$W/T \text{ м}^3/\text{сут}$

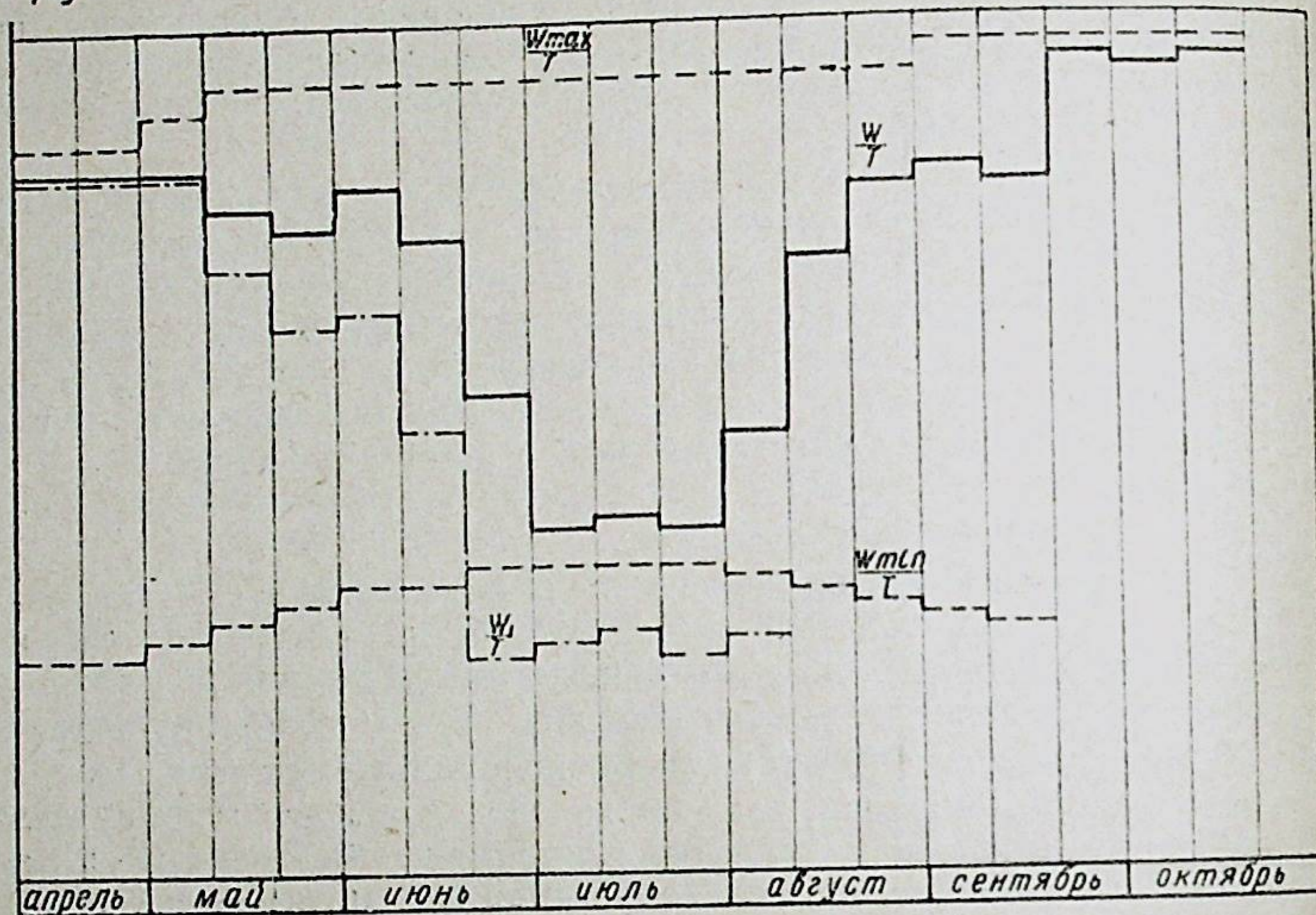


Рис. 2 График водных ресурсов осушаемого объекта

W — запасы воды при рационально запроектированной осушительной системе в м³
 W_1 — то же при нерациональной осушительной системе
 W_{max} — запасы воды соответствующие потенциальной влагоемкости в м³
 W_{min} — запасы воды соответствующие влажности увядания в м³
 t — время расчетного периода в сутках

II. Мелиоративное районирование

Оценка избыточно-увлажненной территории с точки зрения предстоящих осушительных работ производится при мелиоративном районировании, в процессе которого исследуемый объект разделяется на районы с различными условиями мелиорации.

За основу мелиоративного районирования целесообразно принимать методы осушения — принципы воздействия на водный режим объекта в данных природных условиях.

Методы осушения аналогично источникам водного питания разделяются на две основные группы:

I — регулирование притока вод, поступающих на объект с периферии и II — регулирование стока вод, поступающих непосредственно на площадь объекта. К первой группе относятся регулирование стока намывных вод (поверхностных вод, стекающих с водосбора), регулирование водного режима рек и водоемов и перехват грунто-

вого потока; ко второй группе — ускорение стока поверхностных вод, ускорение оттока инфильтрационных вод и понижение уровня грунтовых вод.

Регулирование стока намывных вод применяется в условиях, когда избыточное увлажнение создается за счет накопления этих вод на поверхности объекта. Мелиоративный район, соответствующий этому методу осушения определялся по контурам затопления намывными водами или по данным водобалансовых расчетов там, где затопление явно не выражено.

Регулирование водного режима рек и водоемов необходимо, когда эти водоисточники являются непосредственной причиной заболачивания, а также и в тех случаях, когда неблагоприятный режим их затрудняет борьбу с другими источниками заболачивания.

Мелиоративный район, для осушения которого необходимо регулирование режима водоисточника, определяется контурами затопления и подтопления.

Перехват грунтового потока применим когда водоносный горизонт, являясь основным источником заболачивания, проходит в непосредственной близости от земной поверхности и имеет незначительную мощность. Мелиоративный район, соответствующий этому методу осушения, определяется по данным гидрогеологических разрезов.

Ускорение стока поверхностных вод необходимо на территориях, где источником избыточного увлажнения являются атмосферные воды, накапливающиеся на земной поверхности. Возможность применения этого метода осушения и соответственно контуры мелиоративного района определяются условием:

$$g/k \geq \left(\frac{p-g}{q} \right) \quad (9)$$

где: g — слой допустимого насыщения инфильтрационными водами в м.

$$g = \frac{A (N_1 - N_0 - N_1 \beta + N_0 \beta_{max})}{100} \text{ м, где:}$$

β — начальная влажность в долях от A ;

β_{max} — потенциальная влагоемкость в долях от A ;

N_1 — глубина залегания водоупора или уровня грунтовых вод в м;

N_0 — норма осушения в м;

q — интенсивность поверхностного стока для данного дождя м/сек;

$$q = \frac{h_{cp} V_{cp}}{l} \text{ где:}$$

h_{cp} — средний слой поверхностного потока в м;

V_{cp} — средняя скорость стока в м/сек;

l — длина стоковой площадки в м (не более действующей длины водосбора); величина l может быть задана, например, минимальное расстояние между каналами, при котором возможна механизированная обработка полей.

Ускорение оттока инфильтрационных вод применяется в условиях, когда атмосферные воды, являющиеся источником избыточного увлажнения, успевают профильтровываться в почву и насытить корнеобитаемый слой свыше оптимальной влажности, т. е.

$$g/k < \frac{p-g}{q}$$

Понижение уровня грунтовых вод необходимо в тех случаях, когда грунтовые воды выклиниваются непосредственно на объекте восходящими токами или несколькими водоносными жилами, обнаружение и перехват которых практически невозможен. Сюда же относится и грунтовое питание объекта сплошным мощным водоносным пластом, выклинивающимся широким торцом под всем дном болота.

Для этого района типичны низинные болота с мощным отложением торфа, подстилаемого водоносными песками и минеральные земли с слабопроницаемым верхним слоем, насыщенным напорными водами снизу.

Методы осушения первой группы, направленные на ограждение объекта от источников избыточного увлажнения, должны сочетаться с методами осушения второй группы, когда причины заболачивания не исчерпываются притоком внешних вод. Кроме того, многообразие природных условий не исключает необходимости сочетания различных методов в пределах одной и той же группы.

При мелиоративном районировании следует исходить из значимости того или иного метода осушения в данных условиях. Возможно также выделение отдельных районов, где требуется применение двух равнозначных методов осушения.

III. Выбор способа осушения

Способами осушения принято называть технические средства, с помощью которых осуществляется метод осушения для конкретных целей хозяйственного использования осушаемых земель. Каждый метод осушения может осуществляться различными способами.

При выборе способа осушения следует отдавать предпочтение закрытой осушительной сети, а когда это практически затруднено

стремиться к тому, чтобы протяженность открытой сети была по возможности меньшей и расположение каналов позволяло в дальнейшем перейти к закрытой системе без больших затрат по переустройству.

1. Способы регулирования стока поверхностных вод, стекающих с водосбора

Регулирование стока поверхностных вод, стекающих с водосбора, может осуществляться: агротехническими и лесомелиоративными мероприятиями на водосборе; системой террас или аккумуляционных выемок на склонах водосбора; водохранилищами или водонакопительными районами у подножья склона водосбора; и нагорными каналами.

Могут применяться одновременно и несколько из названных способов, когда целесообразность сочетания их оправдана местными условиями.

а) Замедление стока агротехническими и лесомелиоративными мероприятиями на водосборе целесообразно во всех случаях, когда проведение их возможно по условиям хозяйственного использования водосбора.

б) Террасы и аккумулярующие выемки на склонах водосбора применяются в целях удержания и впитывания в почву ливневых вод. Террасы устраиваются ступенями по длине всего склона шириной от 5 до 30 м, в зависимости от крутизны склона. При очень крутых склонах, где террасирование затруднено, устраиваются «чешуеобразные ямы» или «горизонталы». Чешуеобразные ямы — неглубокие (до 1 м) выемки, шириной до 1,5 м и длиной до 3 м — размещаются по всему склону в шахматном порядке. «Горизонталы» представляют собой мелкие бессточные каналы, шириной 1,5—2 м, врезанные в косогор и проведенные поперек склона через 30—40 м по его длине.

Положительной чертой рассматриваемого способа осушения является максимальная экономия площади и следовательно высокий коэффициент земельного использования, а также автоматическая работа всей системы в период паводков.

К недостаткам следует отнести: высокие эксплуатационные расходы по уходу за террасами и выемками и значительные трудности механизированного выполнения этих мероприятий (особенно чешуеобразных ям).

в) Водоохранилища для регулирования поверхностного стока, в зависимости от местных топографических и геологических условий, размещаются у выхода тальвега на равнину, или в виде каскадов по длине тальвега.

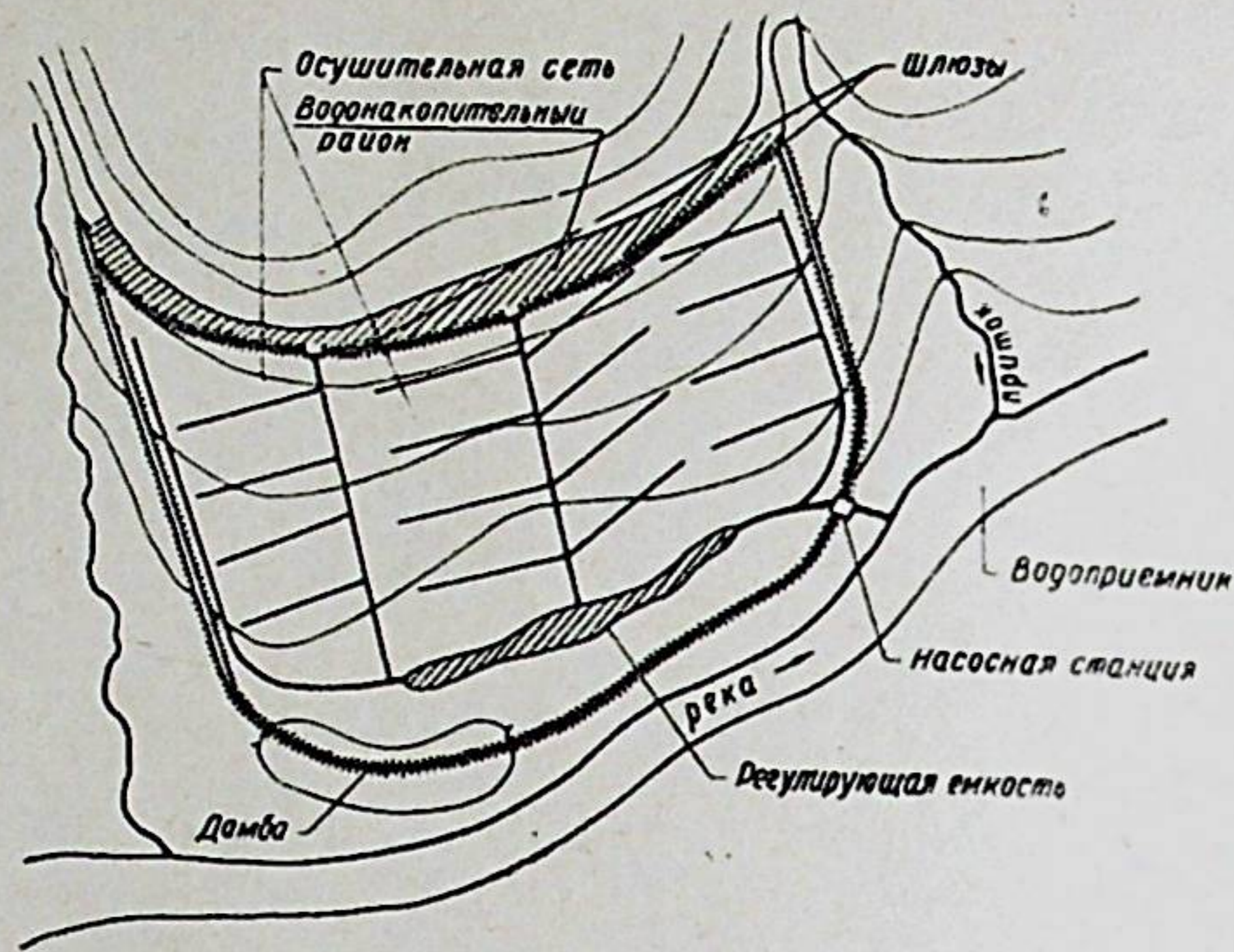


Рис 4 Кольцевой польдер

В целях подачи воды на объект или подпора грунтовых вод в засушливые периоды на отрегулированных руслах устанавливаются подпорные сооружения.

Увеличение пропускной способности русла реки целесообразно, когда одновременно с ликвидацией затопления решаются и другие задачи осушения: самотечный сброс для осушительных систем, снижение уровня грунтовых вод и т. д.

3. Способы перехвата грунтового потока.

Перехват грунтового потока на линии его контакта с осушаемым объектом возможен тремя способами, совершенной горизонтальной дреной, «висячей» горизонтальной дреной и завесой вертикальных дрен.

а) Совершенная открытая или закрытая дрена пересекает всю толщу водоносного пласта и отводит перехваченный поток в водоприемник.

Устройство совершенной дрены возможно при относительно небольшой глубине залегания водоупора. Дрена должна иметь сооружения, позволяющие выключать ее из работы в периоды дефицита влаги. Выше закрытой дрены на 50—100 м по склону водосбора рекомендуется располагать нагорный канал, предупреждающий перегрузку дрены поверхностными водами; выше канала — банкетную дрена для снижения напора грунтовых вод на верхний откос канала.

Закрытая дрена обходится дороже канала, но она надежней в работе и требует меньших эксплуатационных затрат.

б) При глубоком залегании водоупора применяются висячие открытые или закрытые дрены, дно которых располагается в водоносном пласте. Висячие дрены должны снижать напор грунтового потока на величину, обеспечивающую понижение депрессионной кривой на объекте до нормы осушения. Зону влияния висячей дрены рекомендуется определять по методу С. Ф. Аверьянова.

На ловчем канале или дрене должны быть предусмотрены шлюзы, позволяющие регулировать уровень грунтовых вод на объекте и при необходимости подавать коптированную воду из канала на поверхность.

в) Вместо горизонтальных ловчих дрен может применяться завеса из вертикального дренажа. Она состоит из трубчатых колодцев, врезанных в водоносный горизонт и расположенных на определенном расстоянии друг от друга по линии контакта грунтового потока с осушаемым объектом. Вода из колодцев откачивается до заданного снижения уровня и отводится коллектором к пункту водопотребления или в резервный водоем.

Расчет вертикального дренажа, перехватывающего поток грунтовых вод со стороны водосбора, удобно производить по методу А. В. Романова.

Преимуществом описываемого способа является возможность планомерного управления водным режимом объекта; его недостатком — высокая стоимость строительства и эксплуатации. При комплексном использовании дренажных колодцев (осушение, орошение и водоснабжение) этот способ экономичен.

4. Способы ускорения стока поверхностных вод.

Ускорение стока поверхностных вод возможно различными способами, конечная цель которых сводится к сокращению времени движения воды по осушаемой поверхности.

Общими требованиями при всех способах ускорения поверхностного стока являются: надлежащая обработка поверхности полей, снижающая ее шероховатость и создание глубокого аккумуляционного верхнего слоя с обеспеченным стоком.

Расстояния между каналами и дренами определяются по опытным данным и проверяются водобалансовыми расчетами.

В зависимости от хозяйственных целей использования осушаемых земель и экономических возможностей земледельцев применимы описанные ниже способы ускорения поверхностных вод.

а. Осушение пашен.

Радикальной мерой является закрытая систематическая сеть и, в частности, гончарный дренаж. Дрены укладываются поперек направления потока поверхностных вод; траншеи заполняются ниже

пахотного горизонта растительным грунтом или хорошо фильтрующими материалами.

Преимуществом закрытой систематической сети является ее долговечность и минимальные затраты труда на эксплуатацию; недостатком — высокая стоимость.

Некоторое снижение стоимости дренажа может быть достигнуто при применении выборочной закрытой сети. В этом случае дрены прокладываются по всем понижениям поверхности, без соблюдения параллельности в их расположении, чем достигается известная экономия в общей протяженности дренажных линий.

Выборочный дренаж возможен только при благоприятных для этих целей топографических условиях.

В последние годы в СССР и зарубежных странах стали применяться сочетания разреженного закрытого дренажа с различными временными мероприятиями на междренних пространствах. Из таких способов наиболее эффективным является сочетание гончарного дренажа с кротовым.

Кротовые дрены проводятся вдоль уклона местности и сопрягаются с гончарными, уложенными поперек склона; расстояния между гончарными дренами увеличиваются до длины кротовой дрены.

Разряженный гончарный дренаж в сочетании с кротовым обходится в 1,5—2 раза дешевле систематического. Его недостатками являются: необходимость периодического восстановления кротовых дрен и ограниченность применения.

На объектах, где кротовый дренаж неустойчив, увеличение расстояний между постоянными дренами может быть достигнуто системой агромелиоративных мероприятий: продольными разъемными бороздами, продольным гребневанием, кротованием и т. д.

Этот способ осушения дешевле систематической сети, но требует повышенных эксплуатационных затрат.

Наиболее дешевым и простым способом осушения является продольная открытая сеть в сочетании с агромелиоративными мероприятиями. Существенным недостатком этого способа являются трудоемкие работы по нарезке временной сети и по уходу за постоянными каналами. Кроме того, ухудшаются условия механизации сельскохозяйственных работ.

б. Осушение лугов.

Для осушения лугов целесообразно применение открытой сети. Каналы располагаются поперек направления потока поверхностных вод. В целях увеличения расстояний между каналами открытая сеть может дополняться кротовым дренажем или ложбинами.

в. Осушение пастбищ.

На пастбищах преимущественно применяется закрытая сеть тех же типов, что и на пашнях, или открытая сеть в сочетании с

кротдренами, как на лугах. В последнем случае каналы ограждаются колючей проволокой и пастьба производится загонами.

5. Способы ускорения оттока инфильтрационных вод (ускорение внутреннего стока).

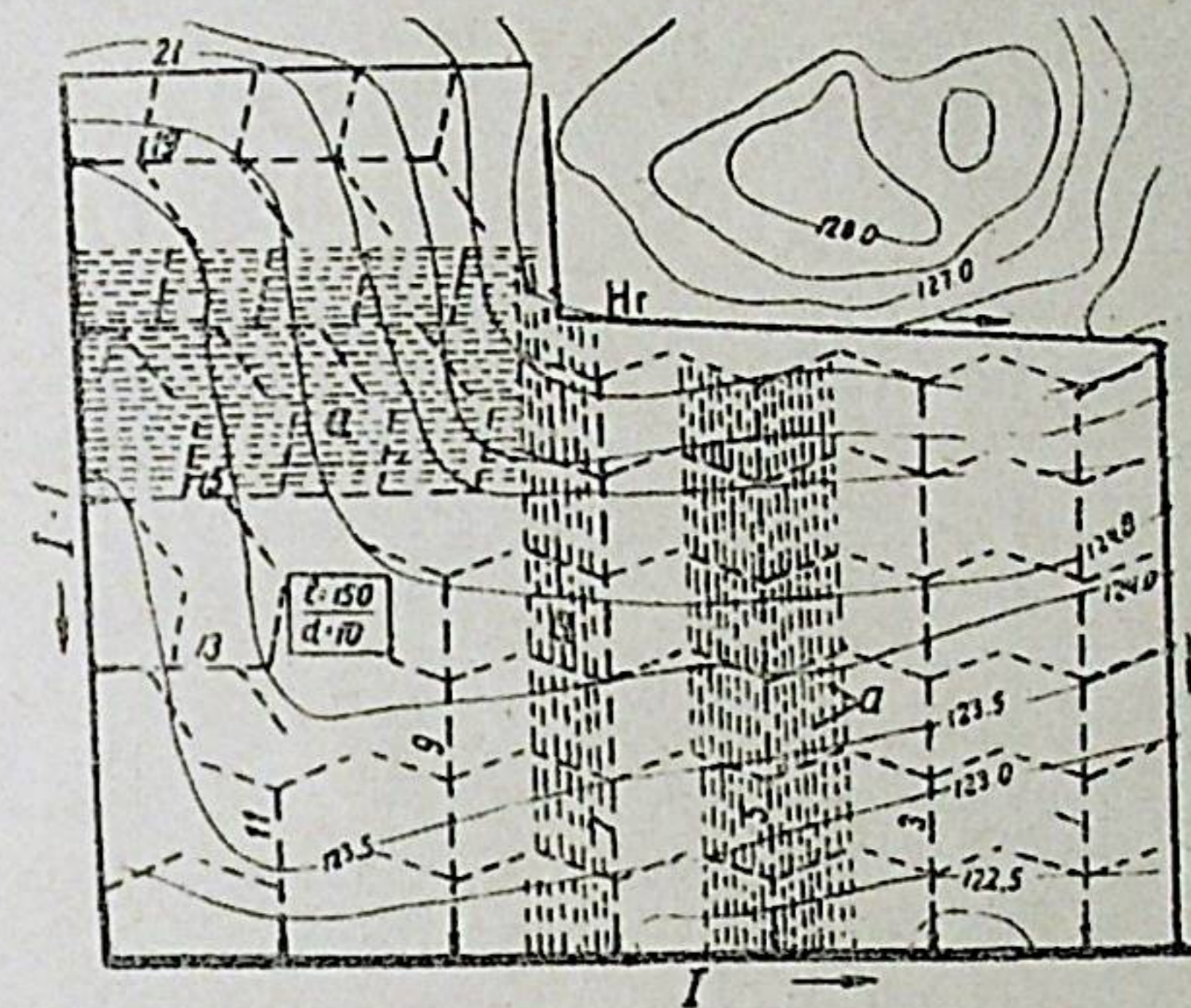


Рис. 5 Схема разреженной закрытой сети в сочетании с продольным кротовым дренажем

I — магистральный канал, Hr — нагорный канал, I-I — собиратель

1, 3, 5 — закрытые коллекторы; O — дрены

$l = 150$ — длина дрен в м
 $d = 10$ — диаметр дрен в см

Общая задача всех способов осушения по ускорению внутреннего стока заключается в создании условий, при которых интенсивность оттока инфильтрационных вод была бы не меньше интенсивности их притока. Расстояния между дренами или каналами определяются расчетом: для дренажа, заложенного на водоупоре, рекомендуется формула Ротэ; для висячих дрен — формула С. Ф. Аверьянова, а также формула Хоогхудта.

а) Осушение пашен и пастбищ.

Ускорение оттока инфильтрационных вод на минеральных избыточно-увлажненных землях осуществляется закрытой систематической сетью, направленной поперек уклона поверхности.

При осушении торфяных болот могут применяться: в торфах неустойчивых для строительства кротового или щелевого дренажа — закрытая систематическая сеть, направленная поперек уклона минерального дна болота;

в торфах устойчивых для строительства кротового и щелевого дренажа — разреженная закрытая сеть в сочетании с продольным кротовым или щелевым дренажем (рис. 5); а при больших уклонах

поверхности (более 0,005)—поперечный кротовый или щелевой дренаж в сочетании с открытой проводящей сетью (рис. 6).

б) Осушение лугов.

На лугах целесообразно применение открытой систематической сети, направленной: на минеральных землях—поперек уклона поверхности, на торфяных болотах—поперек уклона минерального дна; в устойчивых торфах открытая сеть дополняется продольным кротовым или щелевым дренажем.

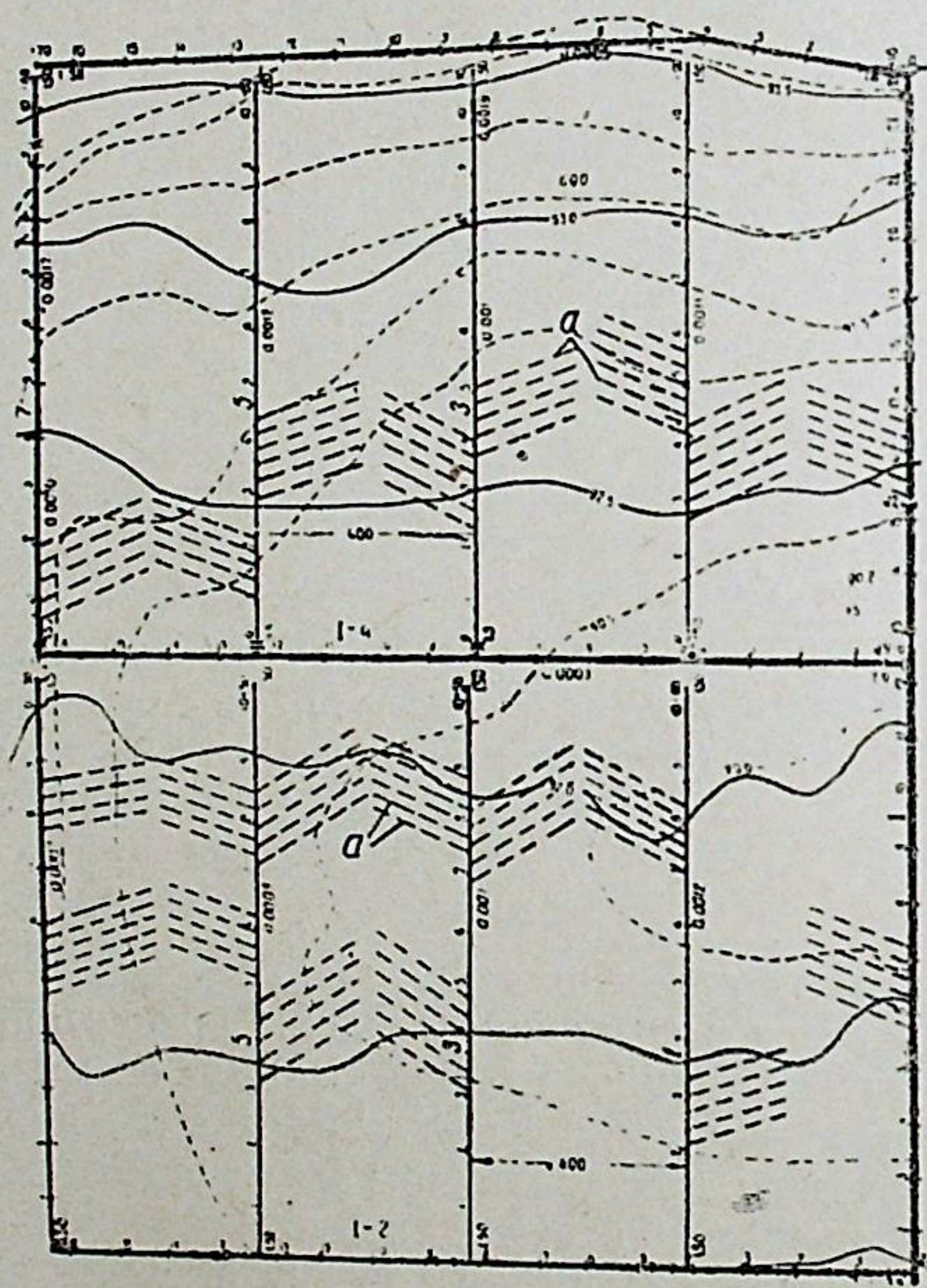


Рис 6 Схема осушения торфяного болота под пашню открытой сетью в сочетании с поперечным щелевым дренажем

I - Магистральный канал ; I-2; I-4 - Сабиратели
1,3,5 - Осушители ; а - щелевые дрены ; - - - - горизонтали минерального дна

6. Способы понижения уровня грунтовых вод. Понижение уровня грунтовых вод может производиться в условиях ненапорного и напорного их движения. Как в том, так и в дру-

гом случае помимо дебита водоносного слоя необходимо учитывать приток инфильтрационных вод, образуемых осадками, выпадающими на объекте.

а) В условиях заболачивания объекта ненапорными грунтовыми водами возможны два пути борьбы с ними: отвод притока грунтовых и инфильтрационных вод на уровне нормы осушения и аккумуляция притока инфильтрационных вод в слое ниже нормы осушения за счет глубокого снижения уровня грунтовых вод.

Для решения первой задачи действительны те же расчетные зависимости и способы осушения, что и при ускорении внутреннего стока, но с учетом дебита грунтовых вод.

При глубоком снижении уровня грунтовых вод применяется система редких глубоких каналов, направленных поперек потока грунтовых вод; для определения расстояний между каналами можно рекомендовать формулу С. Ф. Аверьянова для условий бассейна грунтовых вод. На каналах обязательно устройство шлюзов для выключения системы в засушливые периоды, а в районах неустойчивого увлажнения необходимо предусматривать поверхностное орошение.

Такая система целесообразна при осушении мощных торфяников с использованием их под пашни и пастбища. Опыт показывает, что в поймах, затапливаемых большим слоем паводковых вод, редкие каналы работают неэффективно.

б) При осушении объектов грунто-напорного питания, предназначенных для пашен и пастбищ, применяются: мелкий горизонтальный дренаж, глубокий горизонтальный дренаж и вертикальный дренаж.

Мелкий горизонтальный дренаж употребляется при осушении минеральных почво-грунтов в виде систематической закрытой сети, дополненной, там, где это возможно, кротовым и щелевым дренажем; расстояния между дренами определяются по формуле С. Ф. Аверьянова (применяемой для расчета дренажа при орошении в случае наличия напорных вод). Рекомендуется сгущать дрены в местах наибольших напоров.

Мелкий горизонтальный дренаж обеспечивает равномерное осушение, однако, он очень дорог и требует большого расхода дренажных труб.

Глубокий горизонтальный дренаж состоит из системы ловчих каналов, прокладываемых по ясно выраженным очагам выклинивая напорных вод. Наиболее благоприятны для применения этого типа дренажа низинные болота с большой залежью торфа—где очаги выклинивания хорошо прослеживаются по рельефу минерального дна и поперечные профили глубоких каналов относительно устойчивы.

Для отвода из торфа инфильтрационных вод ловчие каналы дополняются закрытой или открытой сетью. Система оборудуется шлюзами.

Этот способ осушения дешевле мелкого дренажа, но осушительный эффект его хуже—территория осушается неравномерно.

Вертикальный дренаж может применяться в различных условиях грунтового и грунтово-напорного питания, но наиболее целесообразен при наличии мощных водоносных пластов, сложенных из хорошо фильтрующих пород—галечников, крупнозернистых песков и т. д. Дренажные колодцы закладываются в одну или несколько линий поперек потока грунтовых вод; глубина колодцев и расстояние между ними рассчитываются по методу А. В. Романа.

Этот способ осушения позволяет не только понизить напорный уровень грунтовых вод, но и эффективно использовать откачиваемую воду для различных хозяйственных целей. Размещение дренажей в рублях

Способ осушения	Ускорение стока поверхностных вод		Понижение уровня грунтовых вод и отвод инфильтрационных вод	
	строительство	эксплуатация	строительство	эксплуатация
I. Осушение пашен и пастбищ				
1. Систематический гончарный дренаж	3050	80	3200 3480*	90 95*
2. Разреженный гончарный дренаж в сочетании с продольным кротовым дренажем	2010	85	2130 3109*	90 100*
3. Разреженный гончарный дренаж в сочетании с агро-мелиоративными мероприятиями	2130	110	—	—
4. Открытая осушительная сеть в сочетании с агро-мелиоративными мероприятиями	540	115	—	—
5. Система глубоких каналов	—	—	1250	90
II. Осушение лугов				
1. Систематическая открытая сеть	670	110	1000	115
2. Разреженная открытая сеть в сочетании с продольным кротовым дренажем	620	115	1000*	125*

*) При грунтово-напорном питании.

важных колодцев не обязательно приурочивать к местам выхода грунтовых вод, выявление которых крайне сложно.

Ввиду высокой стоимости вертикального дренажа применение его наиболее целесообразно при осушении небольших участков, предназначенных для интенсивного использования в условиях, когда необходимо искусственное орошение выращиваемых культур.

Осушение лугов осуществляется открытой сетью в различных сочетаниях с грунтовым дренажем и с соответствующим сгущением каналов. На болотах целесообразно регулируемую сеть чередовать через 5—6 осушителей ловчими каналами, служащими одновременно магистралями.

Средние стоимости строительства и эксплуатации 1 гектара осушения наиболее распространенными способами показаны в приведенной выше таблице.

IV. Состав проектно-изыскательских материалов

Проектирование осушительных систем целесообразно вести по следующим стадиям: 1) проектное задание с сокращенным объемом проектно-изыскательских работ—рабочие чертежи с расширенным объемом; 2) проектное задание с расширенным объемом, проектно-изыскательских работ—рабочие чертежи с сокращенным и 3) проект в одну стадию.

В проектном задании с сокращенным объемом наибольшее внимание уделяется крупным элементам осушительных систем—регулируемым водоприемникам, большим магистральным и нагорным каналам, защитным валам, водохранилищам и т. д. Остальная проводящая и регулирующая сеть прорабатывается только на типовых участках, с различными природными условиями и способами осушения.

Состав сокращенного проектного задания позволяет избежать крупномасштабных съемок на большей части осушаемого объекта и трудоемкого проектирования мелкой сети, что значительно сокращает стоимость проектно-изыскательских работ на этой стадии и срок их исполнения.

Такой порядок наиболее целесообразен при проектировании крупных объектов осушения, с площадью в несколько десятков тысяч гектаров и более, строительство которых обычно ведется несколько лет, что позволяет изготавливать рабочие чертежи ежегодно по мере необходимости.

Частным случаем применения стадии сокращенного проектного задания является проектирование регулировочных работ по большим рекам, когда регулируемый водоприемник рассматривается как первоочередной объект строительства. Здесь в проектном задании прорабатываются различные варианты регулирования и дают-

ся конструктивные решения, объемы и стоимость регулировочных работ. Решения по заболоченной территории ограничиваются соображениями о характере и очередности ее освоения после осушения.

Проектное задание с расширенным объемом включает в себя, как правило, подробное проектирование всей осушительной сети. В рабочих чертежах в этом случае производится уточнение трасс водоприемников и крупных каналов обычно только в вертикальной плоскости.

Расширенное проектное задание обеспечивает высокую точность проектирования и быстрое выполнение рабочих чертежей. Разработка его целесообразна, когда строительство должно производиться на широком фронте в сжатые сроки.

Проект в одну стадию включает в себя все технические решения, проработанные с подробностью, требуемой для строительства. Вопросы сельскохозяйственного использования осушаемых земель и их организационного устройства в этом случае должны быть полностью решены заказчиком в задании на проектирование.

Проектирование в одной стадии возможно в двух случаях: когда природные условия позволяют разбить трассы осушительных каналов непосредственно в поле, без предварительных изысканий, или когда предварительные изыскания выполнены с точностью, позволяющей запроектировать осушительную систему во всех деталях без дополнительных полевых работ.

Непосредственно трассирование каналов в поле является самым дешевым и быстрым способом проектирования. Однако оно может применяться только на легко обозримой местности с хорошо выраженным рельефом при условии, что все строительные работы будут выполнены в один сезон. Серьезным недостатком его является неизбежная субъективность решений, правильность которых всецело зависит от опыта и квалификации исполнителя.

Проектирование в одну стадию с предварительными точными изысканиями может применяться как на открытых, так и закрытых местностях с более или менее спокойным рельефом при осушении открытой сетью; перед строительством запроектированные трассы каналов должны быть разбиты в натуре в плановом отношении.

Проект осушительной системы в любой стадии состоит из чертежей и расчетов, которые должны освещать условия проектирования и все принятые решения. Обоснование запроектированных мероприятий в той мере, в какой это необходимо для пояснения чертежей и расчетов, приводится в пояснительной записке, прилагаемой к проекту.

Состав и объем проектно-изыскательских материалов зависит от сложности технических решений и стадии проектирования.

а. Состав проектного задания при расширенном объеме проектно-изыскательских работ.

1. Обзорная карта или план района строительства; служит для демонстрации основных технических решений, принятых в проектном задании. Масштаб карты произвольный. На карте показываются административные границы, основные каналы и сооружения запроектированной системы.

2. Генеральный план строительства; является исходной плановой основой для последующих трассировок под рабочие чертежи; составляется на топографическом плане в масштабе: для объектов свыше 1000 га — 1 : 10 000; для объектов менее 1000 га — 1 : 5000; сечение рельефа в обоих случаях через 0,5 м. На генеральном плане показываются трассы и местоположение всех запроектированных каналов, дрен, дорог и сооружений.

3. Планы участков с закрытой осушительной сетью в масштабе 1 : 2000—1 : 5000 с сечением рельефа через 0,5 м; служат для детализации проекта закрытой сети (смена диаметров труб, арматура, привязка трасс и т. д.).

4. Карта водосборных площадей водоприемника и магистральных каналов в масштабе от 1 : 100 000 до 1 : 200 000.

5. Инженерно-гидрогеологическая карта—в масштабе генерального плана, составленная по данным гидрогеологических и инженерно-геологических съемок масштабов: в сложных геологических условиях 1 : 25 000, в простых—1 : 50 000; служит для обоснования инженерных решений при проектировании осушительной системы; содержит необходимые данные о гидрогеологических, инженерно-геологических и мелиоративных условиях.

6. Почвенно-мелиоративная карта в масштабе генерального плана при точности съемки, соответствующей масштабу 1 : 10 000—1 : 25 000, служит для обоснования агротехнических решений при проектировании мероприятий по использованию осушаемых земель. Содержит необходимые данные о почвах, растительности и степени увлажненности территории.

7. План культуртехнических работ в масштабе 1 : 25 000; на плане показываются: контуры различных видов культуртехнических работ и их площади.

8. Чертежи и ведомости по гидрологическим и водобалансовым расчетам: графики, кривые и расчетные ведомости, характеризующие уровень и стоковый режим рек при заданной обеспеченности, по опорным створам водоприемника.

9. Продольные и поперечные профили всех проводящих и ограждающих каналов осушительной и оросительной сети и типичных регулирующих каналов в масштабах: для продольного профиля—горизонтальный 1 : 10 000 и вертикальный 1 : 100 и для поперечных профилей—1 : 100.

10. Ведомость сооружений на проводящей и оградительной сети.
11. План регулируемого водоприемника в масштабе 1 : 2000—1 : 5000, при точности съемки не менее 1 : 10 000.

12. Продольный профиль регулируемого водоприемника по проектной динамической оси на каждый вариант регулирования в масштабах: горизонтальный 1 : 10 000, вертикальный 1 : 100.

13. Сокращенный продольный профиль регулируемого водоприемника в произвольном масштабе.

14. Поперечные профили регулируемого водоприемника в масштабе 1 : 100—1 : 200 через 200 м по длине реки.

15. Продольные и поперечные профили дамб в масштабах: вертикальный 1 : 100, горизонтальный—для продольного профиля—1 : 10 000, для поперечных профилей—1 : 100.

16. Ведомости гидравлических расчетов и типовых сооружений.

17. Чертежи и расчетные ведомости по водохранилищам, насосным станциям и индивидуальным гидротехническим сооружениям.

Состав материалов определяется в зависимости от вида и мощности сооружения.

18. Чертежи и ведомости по дорожной сети: поперечные профили межхозяйственных дорог в масштабе 1 : 100 и ведомость дорожных сооружений (по типовым проектам).

19. Ведомости по технической эксплуатации системы: расчет ежегодных эксплуатационных затрат и капиталовложений для организации эксплуатационной службы.

20. Ведомости агроэкономических расчетов: трансформация земельных угодий, продукция растениеводства и животноводства, освоение, баланс кормов и трудовых затрат, эффективность мелиорации.

21. Ведомости по организации и производству строительства: объемы работ и строительных материалов, способы производства, движение механизмов, транспорта и рабочей силы, подсобно-вспомогательное строительство, план выполнения и финансирования работ, сметно-финансовые расчеты.

22. Пояснительная записка содержит в себе следующие разделы или главы: характеристику объекта; строительные мероприятия; эксплуатационные мероприятия; мероприятия по сельскохозяйственному использованию и освоению осушаемых земель; организацию строительства и освоения; стоимость работ и технико-экономические показатели.

б) Состав проектного задания при сокращенном объеме проектно-изыскательских работ.

Состав сокращенного проектного задания отличается от предыдущего содержанием генерального плана, способами подсчета объемов работ по мелкой сети и точностью инженерно-гидрогеоло-

ческих и почвенно-мелиоративных съемок; остальные проектные материалы те же, что и ранее описанные.

Генеральный план строительства составляется на топографическом плане масштаба 1 : 25 000 с сечением рельефа не реже чем через 2—5 м, дополненном полевыми трассировками основных магистральных и проводящих каналов.

На плане показываются только основные элементы осушительной системы: трассы магистральных и проводящих каналов длиной более 5 км, контуры участков с различными типами регулирующей сети, крупные сооружения и т. д.

Мелкая проводящая и регулирующая сеть показывается на планах типовых участков, составленных в масштабах: для открытой сети—1 : 5000—1 : 10 000, для закрытой—1 : 5000—1 : 2000.

Объемы работ по мелкой проводящей и регулирующей сети подсчитывают по данным профилей, составленных для типовых участков.

Инженерно-гидрогеологические, почвенно-мелиоративные карты и план культуртехнических работ составляются в масштабе генерального плана по данным съемок следующих масштабов: инженерно-гидрогеологической 1 : 50 000, почвенно-мелиоративной и культуртехнической—1 : 25 000—1 : 50 000.

в) Состав проекта в одну стадию.

1. Генеральный план строительства в масштабе 1 : 5000 с сечением рельефа через 0,5 м*). На плане показываются: трассы всех запроектированных каналов и дорог; сооружения; выработки (шурфы и скважины); контуры технических свойств поверхности.

2. Мелиоративная почвенно-литологическая карта в масштабе 1 : 5000**).

3. Карта водосборных площадей магистральных и оградительных каналов.

4. Продольные профили всех осушительных каналов в масштабах: горизонтальный 1 : 5000, вертикальный — 1 : 100; поперечные профили — 1 : 100.

5. Профиль поперечного сечения водоприемника в створе впадения магистрального канала в масштабе 1 : 100.

6. Типовые поперечные сечения дорог в масштабе 1 : 100.

7. Ведомость привязки типовых проектов сооружений и ведомость земляных работ по сети.

8. Сметы и краткая пояснительная записка к проекту.

*) При непосредственном трассировании каналов в поле генеральный план составляется без горизонталей.

**) При непосредственном трассировании каналов в поле данные мелиоративной почвенно-литологической карты наносятся на генплан.

Т 12686. Подп. в печать 16/ХІІ 1959 г. Заказ 2600. Тираж 300.

Типография Издательства МСХ РСФСР. Москва, Садово-Самотечная, 1