

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И  
ИННОВАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ТАШКЕНСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И  
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**

**БЕГМАТОВ ИЛХОМ АБДУРАИМОВИЧ**

**“ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ”**

**ПРАКТИКУМ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

**Учебник для студентов образовательного направления бакалавриата  
60812300 - «Водное хозяйство и мелиорация»**

**Ташкент – 2024**

## АННОТАЦИЯ

Дарслик “Сув хўжалиги ва мелиорация” бакалаврият таълим йўналиши талабалари учун мўлжалланган бўлиб, у “Ирригация ва мелиорация” фани намунавий ва ишчи дастурларига мувофиқ тузилган.

Ушбу дарсликда “Сув хўжалиги ва мелиорация” бакалаврият таълим йўналишининг малакавий фаолиятлари, объектлари, фаолиятлари турлари, Ўзбекистонда суғорма деҳқончилик тарихи, Ўзбекистондаги қадимги гидротехник иншоотлар, Ўзбекистоннинг табиий шароитлари, ер фонди, Орол денгизи ҳавзаси ва унинг сув ресурслари, Ўзбекистон кишлок хўжалиги, ирригация ва мелиорациясининг ҳозирги ҳолати, истиқболлари, сув хўжалиги ва мелиорация соҳасига оид қонунлар ва меъёрий ҳужжатлар, Ўзбекистонда сув ресурсларини бошқаришнинг ҳавза тизими ва бошқалар келтирилган.

Шунингдек, дарсликдан бакалавратура ва магистратура талабалари, докторантлар, сув хўжалиги ва мелиорация соҳасидаги мутахассислар ҳам фойдаланишлари мумкин.

## АННОТАЦИЯ

Учебник предназначен для студентов бакалавров образовательного направления «Водное хозяйство и мелиорация» и составлен в соответствии с типовой и рабочей программами дисциплины «Ирригация и мелиорация».

В учебнике освещены следующие темы: профессиональная деятельность, объекты и виды деятельности бакалавров направления "Водное хозяйство и мелиорация"; орошение и осушение в странах мира; история возникновения и развития ирригации в Узбекистане в различные периоды; древнейшие и современные водные объекты и гидротехнические сооружения; физико-географическое положение и общая характеристика Центральной Азии; природные условия; земельный фонд Узбекистана; бассейн Аральского моря и его водные ресурсы; современное состояние и перспективы развития сельского хозяйства, ирригации и мелиорации; законы и нормативные документы по водному хозяйству и мелиорации; бассейновая система управления водными ресурсами Узбекистана; функции и задачи Министерства водного хозяйства Узбекистана и др.

Учебник также может быть использован студентами бакалавратуры и магистратуры, докторантами и специалистами в области водного хозяйства и мелиорации.

## ABSTRACT

“Water Management and Melioration” and “Water Engineering Constructions” and is designed in accordance with the standard teaching plan of the “Introduction to Water Resources and Melioration” and “History of Irrigation” disciplines.

The Manual describes principles and concepts of the “Water Management and Melioration” discipline, irrigation and drainage in different countries around the World, history of agriculture in Uzbekistan in different time periods, ancient and modern water engineering constructions, natural conditions and land reserves of Uzbekistan, watersheds and water resources of the Aral Sea, agriculture, current conditions and prospects of irrigation and melioration, laws and regulatory documents in water management and melioration, water resources management on the watershed level in Uzbekistan, functions and duties of the Ministry of Agriculture and Water Management of Uzbekistan, and more.

The textbook can also be used by bachelor's and master's students, doctoral students and specialists in the field of water management and reclamation.

### Рецензенты:

Норкулов У. - ТашГАУ, д.с/х.н., профессор кафедры «Земледелие и мелиорация».

Шеров А.Г. – НИУ «ТИИМСХ», д.т.н., профессор заведующий кафедрой «Эксплуатация гидромелиоративных систем».

Бегматов И.А.

“Ирригация ва мелиорация” практикум. Учебник для высших учебных заведений. – Т.: НИУ «ТИИМСХ», 2024: - 335 стр.

© НИУ «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», 2024 год.

## ГЛАВА 1. УСТАНОВЛЕНИЕ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В понятие «режим орошения» входит определение общего водопотребления, оросительной нормы, сроков и норм поливов. Режим орошения определяют многие факторы, к числу которых относятся:

климатические условия – температура воздуха, количество осадков и распределение их во времени, интенсивность испарения и другие;

почвенно-грунтовые условия – механический состав, водно-физические свойства, степень и характер засоления, агрегатное строение;

гидрогеологические условия – глубина залегания уровня и минерализация грунтовых вод (ГВ), условия притока и оттока, их динамика во времени;

водообеспеченность района;

хозяйственно-экономические условия – применяемая агротехника, плодородие почв, способ и техника орошения;

вид и фаза развития сельскохозяйственных культур.

Проектный режим орошения должен удовлетворять потребность растений во влаге в течение всего вегетационного периода, обеспечить высокий урожай сельскохозяйственных культур, повышать плодородие орошаемых земель, экономно использовать оросительную воду. Режим орошения периодически корректируется, уточняется.

В практике орошаемого земледелия существуют несколько методов определения водопотребления сельскохозяйственных культур:

1. **теоретический**, основанный на физических законах испарения влаги и энергии;

2. **метеорологический**, когда водопотребление функционально связывают с температурой и относительной влажностью воздуха;

3. **эмперический**, когда величина водопотребления определяется по эмперическим зависимостям.

## 1.1. Расчёт режима орошения хлопчатника

Прежде чем приступить к выполнению задания необходимо ознакомиться с биологическими особенностями развития хлопчатника, с предложениями и рекомендациями по установлению режима орошения научно-исследовательских, проектных и производственных организаций (УзНИИХ, ООО УзГИП и др.).

Ниже приводятся некоторые сведения о биологии растений и предложения по режиму орошения хлопчатника, которые будут полезны при выполнении задания.

**Ф а з ы р а з в и т и я х л о п ч а т н и к а.** Сев хлопчатника обычно проводится, когда почва прогреется до 12-16<sup>0</sup>С. Оптимальные сроки сева для северных областей Центральной Азии с 10 по 25 апреля, для южных – с 25 марта по 10 апреля. В зависимости от температуры почвы через 5-13 дней появляются всходы, а еще через 7-14 дней – первый лист.

Прорастание длится до начала бутонизации. Первые бутоны появляются через 20-35 дней – конец мая, начало июня. Раскрытие бутонов и появление первых цветов наблюдается в период с 27 июня по 9 июля, т.е. спустя 25-58 дней. Начало коробочек отмечается с 10 августа до 10 сентября. Примерно 1-20 октября, когда начинаются осенние заморозки, вегетация хлопчатника прекращается. Таким образом, в зависимости от природно-хозяйственных факторов и сорта хлопчатника основные фазы развития наблюдаются в следующие сроки:

сев – с 20/III по 10/V;

всходы – с 14/IV по 22/V;

начало бутонизации – с 11/V по 25/VI;

начало цветения – с 14/VI по 30/VII;

начало раскрытия коробочек – с 25/VII по 30/IX.

**Ч и с л о п о л и в о в.** В начальный период развития хлопчатника до фазы цветения, когда корневая система проросла неглубоко, не требуются частые поливы и большие поливные нормы. В этот период дается 0-3 полива.

В период цветения, когда идёт формирование плодоземелентов и увеличивается глубина распространения корневой системы, производится 2-5 поливов, большая часть из них повышенными нормами.

В период созревания – с августа нормы полива снова уменьшают и сокращают число поливов с тем, чтобы не затянуть созревание хлопчатника. Число поливов 0-2. При назначении числа поливов и их норм следует иметь ввиду, что на первую фазу развития хлопчатника приходится (до цветения) 15-20%, на период цветения – 60-70% и на период созревания – 15-20% воды от общего водопотребления.

**Таблица 1.1.1. Глубина расчётного слоя почвы для хлопчатника, м**

Глубина ГВ, м	Глубина расчётного слоя для периода.		
	до цветения	цветение и плодo- образование	созревание
≥ 3	0,7	0,8-1,2	0,7
2-3	0,7	1,0	0,7
1-2	0,5-0,7	0,8	0,5-0,7
< 1	0,4	0,5	0,4

**Таблица 1.1.2. Коэффициент водопотребления в зависимости от урожайности хлопчатника (по УзНИИХ)**

Урожайность, ц/га	30	40	45	50
Коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /га	200-220	160-200	150	140-160

**Н о р м а п о л и в а.** Оптимальной величиной поливных норм при поверхностном способе полива следует считать 700-1200 м<sup>3</sup>/га. При поверхностном способе полива нормами менее 700 м<sup>3</sup>/га не достигается равномерность увлажнения поля.

Нормами более 1200 м<sup>3</sup>/га увлажняется слой почвы больше расчётного, что приводит к потерям оросительной воды. На засоленных или подверженных засолению землях применяют промывной режим орошения, когда нормы полива превышают их оптимальные значения до 20% и достигают 1500 м<sup>3</sup>/га и более.

**Г л у б и н а р а с ч ё т н о г о с л о я п о ч в ы.** Слой почвы, в котором поливами должна поддерживаться оптимальная влажность, зависит от глубины залегания грунтовых вод (ГВ) и фаз развития хлопчатника. По данным УзНИИХ, глубина расчётного слоя почвы «Н» следует принимать согласно табл. 1.1.1.

**О п т и м а л ь н а я в л а ж н о с т ь п о ч в ы.** Поливные нормы даются для создания в расчётном слое почвы оптимальной для растений влажности в течении всего периода вегетации. Установлено, что для хлопчатника влажность около 70 % от наименьшей влагоёмкости (НВ) является оптимальной для периода от всходов до созревания и 60 % - в период созревания. На засоленных землях влажность повышается до 75-80 %. К концу периода вегетации влажность следует доводить до минимально допустимой нормы с тем, чтобы создать хорошие условия для работы уборочной техники и экономии оросительной воды.

**Таблица 1.1.3. Величина осадков в период вегетации в зоне хлопкосеяния, мм**

Месяцы	IV	V	VI	VII	VIII
Осадки	10-80	8-50	1-30	0-12	0-3

**Таблица 1.1.4. Водно-физические свойства почв**

Показатели	Почвы		
	глинистые	суглинистые	супесчаные
Скважность, % от объёма	50-64	40-55	35-45
НВ, % от скважности	75-85	50-75	40-50
ММВ, % от скважности	35-45	25-35	20-25

**С р о к и п о л и в о в.** Как показала практика, рекомендуются следующие предельные сроки поливов: начало поливов 16/V-26/VI, завершение – 15/VIII-30/IX.

К о э ф ф и ц и е н т в о д о п о т р е б л е н и я. В зависимости от урожайности хлопчатника коэффициент водопотребления следует принимать согласно таблице 1.1.2.

О с а д к и. По данным метеорологических станций, величина осадков по месяцам периода вегетации колеблется в пределах, указанных в таблице 1.1.3.

В балансовых расчётах коэффициент использования осадков следует принимать равным 0,5-0,7.

В о д н о – ф и з и ч е с к и е с в о й с т в а п о ч в. В расчётах режима орошения необходимо знать следующие показатели водно-физических свойств почв: скважность, предельно полевую влагоёмкость (ППВ) и максимально молекулярную влагоёмкость (ММВ). В зависимости от почв эти показатели имеют следующие значения (табл.1.1.4.).

У к а з а н и я п о в ы п о л н е н и ю з а д а н и я. Если земли хорошо дренированы и грунтовые воды залегают на глубине более 2,5-3 м, и, если за счёт весенних осадков или предпосевных поливов весь расчётный слой почвы насыщен до наименьшей влагоёмкости, уравнение балансов почвенных вод имеет вид:

$$K \cdot Y = M + P_o + W_o - W + W_1, \quad \text{м}^3/\text{га}$$

где:  $K$  - коэффициент водопотребления, м<sup>3</sup>/ц;

$Y$  - заданный урожай, ц/га;

$M$  - оросительная норма, м<sup>3</sup>/га;

$P_o$  - количество осадков, поступивших в расчётный слой почвы, м<sup>3</sup>/га;

$W_o, W$  - запасы влаги в расчётном слое почвы в начале и конце вегетационного периода, м<sup>3</sup>/га;

$w_1$  - поступление влаги за счёт увеличения расчётного слоя, м<sup>3</sup>/га.

Предварительно по данным пунктов 6 и 7 задания строятся графики зависимости изменения расчётного слоя во времени  $H = f(t)$  (рис. 1.1.1.) и скважности от глубины расчётного слоя  $A = f(H)$  (рис. 1.1.2.). Все балансовые

расчёты сводятся в табл. 1.1.5 с одновременным построением графика запасов влаги в расчётном слое почвы (рис. 1.1.3.).

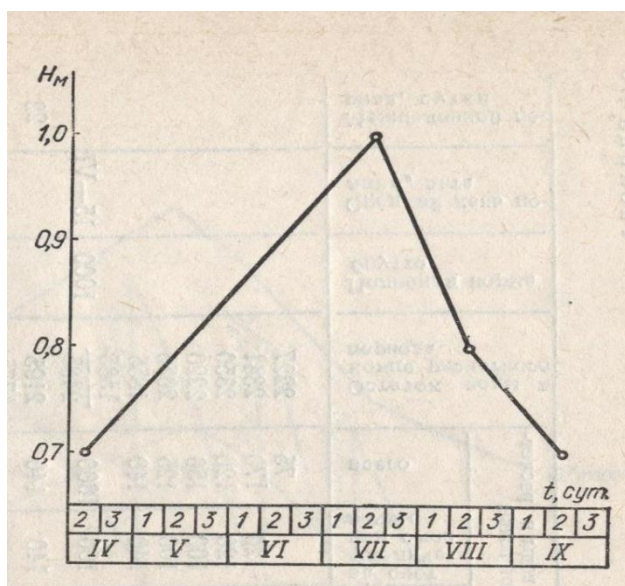


Рис. 1.1.1. График зависимости  $H = f(t)$

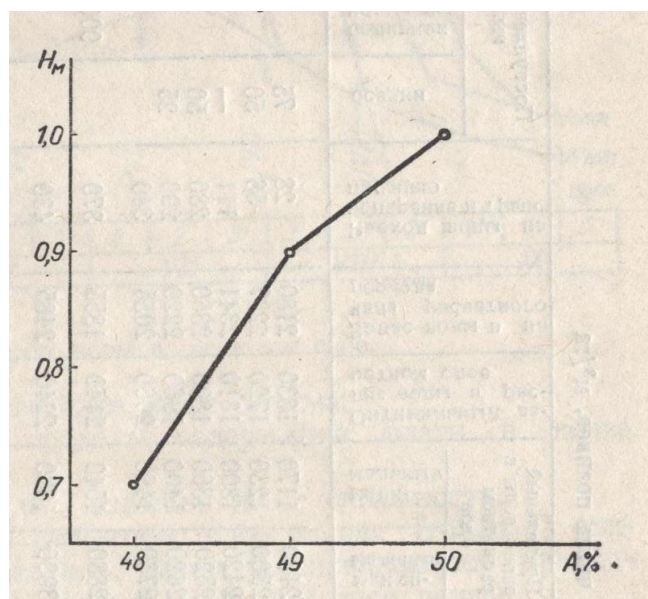


Рис. 1.1.2. График зависимости  $A = f(H)$

Балансовые расчёты производятся по декадам, для чего весь период вегетации разбивается на расчётные декады (графа 1) (табл. 1.1.5). Расчётные декады могут быть и неравными 10 дням. Их продолжительность определяется датой сева, конца вегетации и числом дней в месяце. Суммарное количество дней (графа 2) должно соответствовать продолжительности периода вегетации, указанного в пункте 5 задания. Расчётный слой почвы для каждой расчётной декады (графа 3) определяется по графику зависимости  $H = f(t)$ . Сквозность расчётного слоя (графа 4) определяется по графику зависимости  $A = f(H)$ . Предельные запасы воды в расчётном слое (графы 5,6) определяются по формуле:

$$W_{\frac{\max}{\min}} \cong H \cdot A \cdot \beta_{\frac{\max}{\min}}, \quad \text{м}^3/\text{га}$$

где:  $H$  - расчётный слой почвы, м;

$A$  - сквозность расчётного слоя, % от объёма;

$\beta_{\frac{\max}{\min}}$  - верхний и нижний пределы содержания влаги в почве согласно пункта 8

и 9 задания % от сквозности.



**Таблица 1.1.5. Балансовый расчёт норм, сроков и числа поливов, м<sup>3</sup>/га**

Расчётный период (декада)	Количество дней	Расчётный слой почвы, м	Скважность, % от объёма	Предельный запас воды в расчётном слое		Оптимальный запас воды в расчётном слое	Запас воды в начале расчётного периода	Расход воды на испарение и транспирацию	Поступление воды в расчётный слой почвы				Остаток воды в конце расчётного периода	Поливная норма брутто	Средний день полива, дата	Межполивной период, сутки.
				максимальный	минимальный				осадки	поливная норма нетто	за счёт увеличения слоя почвы	всего				
12-20/IV	8	0,70	48,0	2180	1170	1630	2180	28	75			75	2227			
21-30/IV	10	0,73	48,2	2300	1230	1720	2227	56	50		120	170	2341			
1-10/V	10	0,77	48,3	2420	1300	1810	2341	111	-		120	120	2350			
11-20/V	10	0,80	48,5	2520	1360	1890	2350	280	50		100	150	2220			
21-31/V	11	0,83	48,7	2620	1400	1960	2220	290	25		100	125	2055			
1-10/VI	10	0,87	48,8	2760	1490	2060	2055	340			140	140	1855			
11-20/VI	10	0,90	49,0	2860	1540	2140	1855	370		900	100	1000	<u>1585</u> 2485	1000	15-VI	
21-30/VI	10	0,93	49,3	3000	1600	2240	2485	430			140	140	2195			22
1-10/VII	10	0,97	49,6	3140	1690	2360	2195	560		1100	140	1240	<u>1775</u> 2875	1200	7-VII	
11-20/VII	10	1,0	50,0	3260	1750	2440	2875	665			120	120	2330			21
21-31/VII	11	0,94	49,5	3060	1630	2340	2330	705		1200	-100	1100	<u>1525</u> 2725	1300	28-VII	
1-10/VIII	10	0,87	49,0	2780	1500	2080	2725	680			-280	-280	1765			17
11-20/VIII	10	0,80	48,5	2520	1350	1880	1765	560		1100	-260	840	<u>945</u> 2045	1200	14-VIII	
21-31/VIII	11	0,77	48,3	2420	1300	1450	2045	340			-100	-100	1605			
1-10/IX	10	0,73	48,2	2300	1230	1380	1605	140			-120	-120	1345			
11-19/X	9	0,70	48,0	2180	1170	1300	1345	45			-120	-120	1180			
Итого	160							5600	<u>20</u> 0	4300	100					

Проверка:  $K \cdot V = M + P_0 + W_0 + W + W_1 = 140 + 40 = 4300 + 200 + 2180 - 1180 + 100 = 5600 \text{ м}^3/\text{га}$

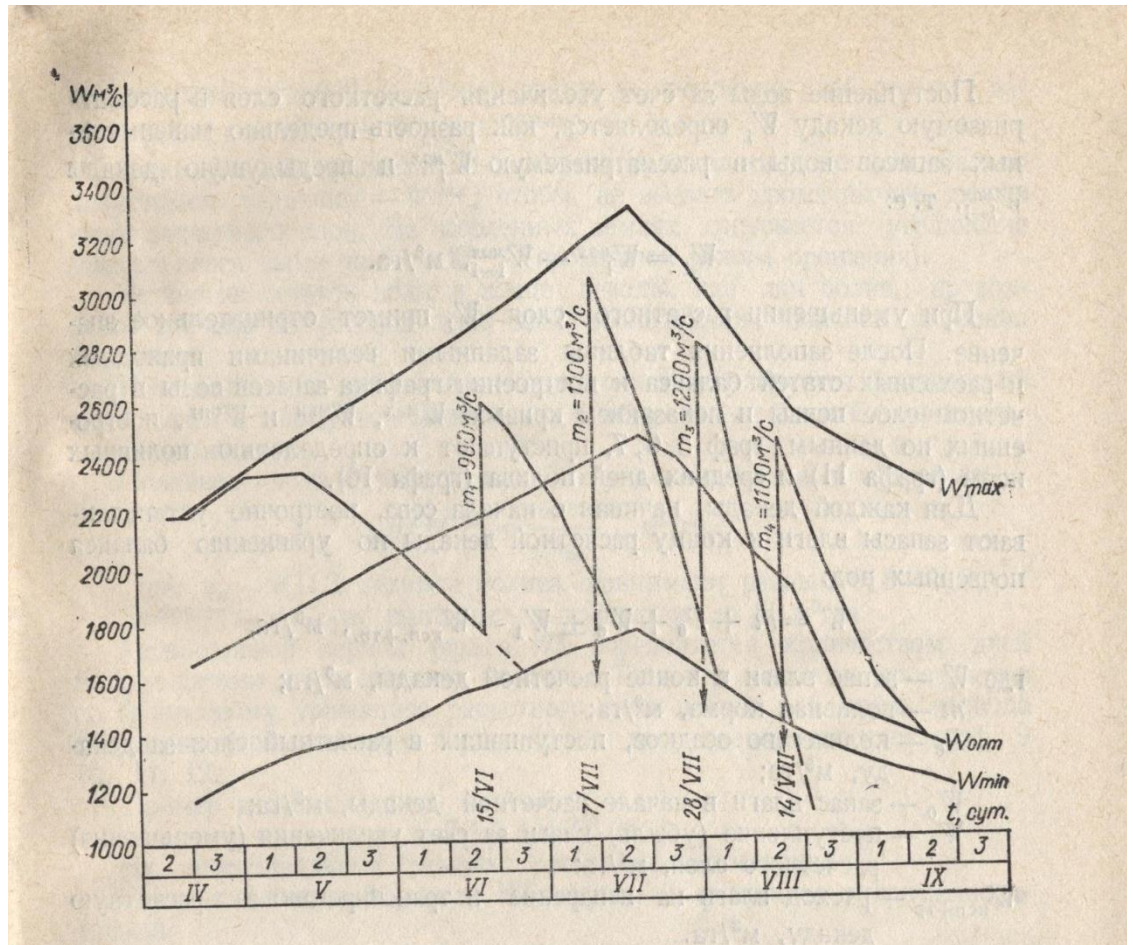


Рис. 1.1.3. Расчёт динамики запасов воды в расчётном слое

Оптимальный запас влаги в расчётном слое почвы (графа 7) принимается согласно пункта 12 задания. Затем устанавливаются приходные и расходные статьи баланса воды в расчётном слое почвы.

Расход воды на испарение и транспирацию (графа 9) определяются по данным пункта 11 задания по формуле:

$$W = \frac{K \cdot Y \cdot L_i}{100}, \quad \text{м}^3/\text{га}$$

$L_i$  - декадное потребление воды в % от общего водопотребления.

Величина осадков (графа 10) определяется по данным пункта 4 задания по формуле:

$$P_0 = 10 \cdot h_{\text{дек}} \cdot K_1, \quad \text{м}^3/\text{га}$$

где:  $h_{\text{дек}}$  - слой осадков, выпавших за декаду, мм;

$K_1$  - коэффициент использования осадков.

Поступление воды за счёт увеличения расчётного слоя в рассматриваемую декаду  $W_i$  определяется, как разность предельно максимальных запасов воды в рассматриваемую  $W_i^{\max}$  и предыдущую декады  $W_{i-1}^{\max}$ , т.е.:

$$W_i = W_i^{\max} - W_{i-1}^{\max}, \quad \text{м}^3/\text{Га}$$

При уменьшении расчётного слоя  $W_i$  примет отрицательное значение. После заполнения таблицы заданными величинами приходных и расходных статей баланса и построения графика запасов воды в расчётном слое почвы и показанием кривых:  $W^{\max}$ ,  $W^{\min}$  и  $W^{\text{онм}}$ , построенных по данным граф 5, 6, 7, приступают к определению поливных норм (графа 11) и средних дней полива (графа 16).

Для каждой декады, начиная с начала сева, построчно устанавливают запасы влаги к концу расчётной декады по уравнению баланса почвенных вод:

$$W = m + P_0 + W_0 \pm W_1 - W_{\text{исп.+\text{тр.}}}, \quad \text{м}^3/\text{Га}$$

где:  $W$  - запас влаги в конце расчётной декады,  $\text{м}^3/\text{Га}$ ;

$m$  - поливная норма,  $\text{м}^3/\text{Га}$ ;

$P_0$  - количество осадков, поступивших в расчётный слой за декаду,  $\text{м}^3/\text{Га}$ ;

$W_0$  - запас влаги в начале расчётной декады,  $\text{м}^3/\text{Га}$

$W_1$  - поступление (убыль) влаги за счёт увеличения (уменьшения) расчётного слоя,  $\text{м}^3/\text{Га}$ ;

$W_{\text{исп.+\text{тр.}}}$  - расход влаги на испарение и транспирацию за расчётную декаду,  $\text{м}^3/\text{Га}$ .

Запас воды  $W_0$  в начале первой расчётной декады (графа 8) принимается равным предельно максимальному значению (графа 5). По уравнению баланса почвенных вод без полива вычисляется остаток воды  $W$  в конце первой декады (графа 14). Фактические запасы воды  $W_0$  и  $W$  первой декады наносятся на график (рис. 1.1.3.) и эти точки соединяются, т.е. начинается построение кривой  $W_{\text{фак}}$ .

Затем остаток воды в конце первой декады переносится на начало следующей – второй расчётной декады (графа 8) и по уравнению баланса без поливной нормы  $m$  определяется остаток влаги в конце второй декады. Одновременно продолжается построение графика  $W_{\text{фак}}$ . Аналогические расчёты с построением графика  $W_{\text{фак}}$  делаются до той расчётной декады, в которой кривая  $W_{\text{фак}}$  отклоняется от оптимальной  $W_{\text{опт}}$  на величину, превышающую 400-600 м<sup>3</sup>/га. В эту декаду даётся полив и остаток воды в конце декады определяется по уравнению баланса уже с учётом поливной нормы  $m$ . Величина поливной нормы (графа 11) и дата полива (графа 16) устанавливаются с учётом приведённых рекомендаций, при этом следует иметь в виду следующее:

а) величина нормы полива ограничивается пределами допустимых запасов влаги в расчетном слое  $W^{\text{max}}$  и  $W^{\text{min}}$ ;

б) кривую фактических запасов влаги  $W_{\text{фак}}$  не следует доводить до пересечения с кривой  $W^{\text{min}}$ . Полив даётся за несколько дней раньше даты пересечения кривых  $W_{\text{фак}}$  и  $W^{\text{min}}$ ;

в) желательно поливами не доводить запас влаги и до максимально допустимой величины -  $W^{\text{max}}$ , чтобы не вызывать промачивание почвы ниже расчётного слоя. На засоленных землях допускается увеличение запасов влаги выше кривой  $W^{\text{max}}$  (промывной режим орошения).

Установив остаток воды в конце декады, где дан полив, продолжают расчёты по установлению всех последующих поливов до конца вегетации.

Изменением дат и величины норм полива регулируется фактический запас влаги к концу вегетации так, чтобы он был близок к минимально допустимому.

Поливная норма брутто (графа 15) устанавливается по формуле:

$$m^{\text{брутто}} = \frac{m^{\text{нетто}}}{\eta_n}, \quad \text{м}^3/\text{га}$$

где:  $\eta_i$  - КПД техники полива, принимают равным 0,8-0,9;

$m^{\text{брутто}}$  - следует вычислять с точностью до 50 м<sup>3</sup>/га.

Межполивной период (графа 17) определяется количеством дней между датами двух соседних поливов. Точность расчётов проверяется по балансовому уравнению расчётного слоя почвы для всего периода вегетации (оросительного периода), для чего подводится итог граф 9, 10, 11, 12.

## ЗАДАНИЕ №

### Расчёт режима орошения хлопчатника

Студенту (ке) \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ группы \_\_\_\_\_ ф-та \_\_\_\_\_

#### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

1. Расчётный урожай для условий среднесухого года  $U = 40$  ц/га
2. Почвы: суглинки средние.
3. Расчётный коэффициент водопотребления  $K = 140$  м<sup>3</sup>/ц
4. Осадки вегетационного периода, мм.

Месяц	III	IV			V			VI			VI		
Декада	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Осадки, мм	-	-	15	10	-	10	5	-	-	-	-	-	-

5. Средний день посева 12/IV. Продолжительность вегетационного периода 160 дней.
6. Расчётный слой почвы «Н», м:

Месяц	III	IV			V			VI			VII			VIII			IX		
Декада	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Расчётный слой, м	-	-	0,7	-	-	0,8	-	-	0,9	-	-	1,0	-	-	0,8	-	-	0,7	-

7. Скважность расчётного слоя в % к объёму (А)

Расчётный слой, м	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
Скважность, %	-	-	-	48,0	48,5	49,0	50,0	-	-

8. Верхний предел влажности почвы: 65% от скважности  $\beta_{MAX}$
9. Нижний предел влажности почвы: 35% от скважности  $\beta_{MIN}$
10. Влажность почвы перед посевом равно НВ.
11. Декадное потребление воды с гектара в % от общего водопотребления:

Месяц	III			IV			V			VI			VII		VIII			IX		
Декада	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
Водопотребление	-	-	0,5	1,0	2,0	5,0	5,2	6,1	6,6	7,7	10,0	11,7	12,6	12,2	10,0	6,1	2,5	0,8		

12. Оптимальный запас влаги в расчётном слое составляет для III-VII месяца 75% от ППВ и для VIII-IX месяца 60% от ППВ. Требуется: дать графическое решение по установлению режима орошения хлопчатника.

## **ГЛАВА 2. Проектирование внутрихозяйственной оросительной сети в увязке с элементами организации территории**

### **2.1. Общая характеристика**

Студент, выполняя курсовой проект, должен получить практические навыки проектирования таких мелиоративных систем, которые обеспечивали бы получение на мелиоративных землях запланированный урожай сельскохозяйственных культур. Решая эту задачу, можно приобрести опыт практического использования знаний, полученных в лекционной части курса, научиться при решении инженерной задачи использованию положений действующих ГОСТов, таблиц, номограмм, типовых проектов, справочников.

Выполненный курсовой проект достигнет поставленной учебной цели, если в нём получит сочетание оригинальное решение предложенной задачи с обоснованными расчётами и нормативами.

**Тематика, содержание и состав курсового проекта (КП).** Проектирование внутрихозяйственной оросительной сети в увязке с элементами организации территории является первым курсовым проектом студента по предмету «Ирригация и мелиорация». Он выполняется на основе индивидуальных заданий и плана хозяйственного массива вновь орошаемых земель.

Содержание его охватывает круг вопросов, с решением которых связано орошение земель в границах отдельного хозяйства (фермерского хозяйства или ассоциации потребителей воды), имеющего заданный хозяйственный профиль (направление хозяйства). Студент на основании исходных данных, состоящих из плана с горизонталями массива перспективного орошения и описания особенностей природной и хозяйственной обстановки, изложенных в задании для проектирования и дополненных сведениями из рекомендуемых ему источников, создает проект, в состав которого входят:



1. Общая записка с пояснительным текстом, расчётами и таблицами в объёме 25-30 рукописных страниц.

2. План в масштабе 1:10000 или 1:5000 с изображением трассы МХР, из которого получает необходимые расходы воды запроектированная оросительная система; границы хозяйства, в пределах которых заключена определенная заданием площадь земельного фонда хозяйства; элементы организации территории (массивы чередования сельскохозяйственных культур, хозяйственный центр (ХЦ) с приусадебными участками; другие угодья, определенные составом хозяйственного задания, неудобные и неорошаемые по различным причинам земли). Границы единиц водопользования, полей чередования сельскохозяйственных культур и поливные участки; запроектированная сеть постоянных каналов внутрихозяйственной оросительной системы и необходимая арматура гидротехнические сооружения (ГТС) для управления и нормальной работы элементов этой системы; сеть водосборных и сбросных каналов отводящих неиспользованную воду за границы хозяйства; сеть внутрихозяйственных дорог и мостов, с выходом на трассу межхозяйственной дороги; полевые защитные лесные полосы.

3. План типового поливного участка (ПУ) площадью 10-30 га в масштабе 1:2000 с изображением постоянной оросительной сети и элементов техники полива соответственно принятому способу орошения.

4. Продольные и поперечные профили типовых каналов внутрихозяйственной сети, для которых были выполнены гидравлический расчёт и конструирование их, согласно действующим ТУ и СНиП. Объём технического проектирования: 4-ВО или распределительных поливных трубопроводов; 2-УР (в форме земляных русел, лотковых каналов или трубопроводов), 1-ВХР.

5. Схемы полос отчуждения под каналы оросительной, сбросной сети, дороги и лесополосы.

6. Укомплектованный график приведённого гидромодуля, положенный в основу водохозяйственных расчётов.

7. Ведомость типовых проектов сооружений, использованных в проекте, с указанием источника заимствования типового проекта. Сводная ведомость сооружений.

8. Ведомость объёмов земляных работ по проектированным каналам. Удельные и суммарные объёмы работ по проекту.

9. Сметные расчёты по укрупненным показателям и технико-экономические показатели проекта.

**Задание к проекту и организация работы по его выполнению.** Проект выполняется на основе индивидуального задания каждому студенту.

В состав задания входят:

а) план с горизонталями массива земель, намечаемых к орошению в масштабе 1:10000-1:5000; сечение горизонталей через 0,25-0,5 м. На плане задана точка А на трассе МХР, через которую в соответствии с заданным уклоном намечается его трасса в границах плана;

б) исходные данные, определяющие географо-административное положение массива орошения и основные природные и хозяйственно-экономические характеристики его в границах проектируемого хозяйства;

в) состав вопросов, решаемых в проекте, и состав материала проекта (пояснительная записка, план организации территории с запроектированной сбросной, дорожной сетями и необходимой арматурой, продольные профили и поперечные сечения типовых каналов, схема и чертежи элементов расчёта и конструктивных решений);

г) информационная литература для освещения особенностей объекта проектирования, определяющих технические решения;

д) методические указания, определяющие порядок действий и мотивировки принятых инженерно-мелиоративных решений, требования по оформлению материалов, справочная литература.

Руководитель проекта задаёт отметки горизонталей, трассу (или необходимые данные для её изображения на плане) МХР, которые обеспечивают

водозабор необходимых расходов для орошения территории объекта проектирования.

**Исходные данные для составления проекта и их систематизация в «пояснительной записке».** Общая часть «Пояснительной записки» представляет собой краткий очерк естественно-исторических и хозяйственных особенностей объекта проектирования. В определённой последовательности здесь даётся описание географического и административного положения объекта проектирования, указывается площадь, даётся описание границ, особенности рельефа (характер поверхности и уклоны), геолого-литологические условия (типовой разрез), гидрогеологическая характеристика (особенности режима ГВ), почвы на территории объекта. Это описание делается на основании исходных данных, содержащихся в бланке-задании с дополнениями из литературных источников. Характеристика рельефа производится на основании анализа плана с горизонталями той территории, где находится объект проектирования.

Все остальные характеристики особенностей природной обстановки даются в строгой привязке к территории объекта, который трактуется как типовой для определенного района орошения. В связи с этим необходимо, чтобы исходные данные задания соответствовали некоторым средним величинам того района, с которым связано местоположение объекта.

Описание хозяйственных особенностей объекта проектирования даётся на основании задания.

Текст «Общей части» желательно разбить на подзаголовки, соответствующие отдельным чертам природной и хозяйственной обстановки, и завершить выводами, определяющими необходимость и характер мелиоративных мероприятий, основания к выбору способа орошения, необходимость антифильтрационных мероприятий; факторы, которые необходимо учитывать при создании схемы организации территории, плановой схемы территории и оросительной сети, рекомендации по размещению отдельных угодий на территории хозяйства.

Содержание «Общей части» излагается на 3-4 страницах, включая таблицы, небольшие схемы и чертежи. В начале текста должна быть сделана ссылка на источники информации (задание, литературные источники), использованные при её написании.

В составе задания названы хозяйственные и экономические характеристики, которые являются исходными данными при расчётах организации территории объекта проектирования. Они используются при решении организационно-хозяйственных вопросов. В задании назван источник орошения для проектируемой хозяйственной системы и определён технический уровень её (через величину КПД этих систем). Исходные данные в сочетании с природно-хозяйственными особенностями объекта определяют решения студента, связанные с выбором схемы внутрихозяйственных «одежд» с применением лотковых каналов, сети в трубопроводах и способа орошения, т.е. будут использованы в соответствующих разделах технического проектирования.

Все остальные качественные и количественные характеристики, которые относятся к исходным данным, студент в соответствии с методическими указаниями получает из действующих норм и справочной литературы.

**Требования по оформлению проекта.** Все географические приложения (план, профиль каналов) выполняются с использованием масштабов, принятых и обозначений. Таблицы в тексте, записка заполняются аккуратно. Графики вычерчиваются карандашом по обозначенным точкам, оси графиков размечаются согласно принятым масштабам, с указанием размерности величин.

Подпись графика должна правильно отражать его содержание. В «Пояснительной записке» освещаются (с указанием примерного объёма в страницах изложения) следующие вопросы:

краткое содержание природных и хозяйственных (естественно-исторических условий) особенностей объекта проектирования (3-4 страницы текста), где сообщаются местоположение, границы, площадь объекта проектирования; особенности рельефа (характер и уклон) на основе изучения

плана с горизонталями, климатические характеристики с указанием метеостанции;

геолого-литологические и гидрогеологические особенности, почвенные условия (вид почвенных разностей с их водно-физическими характеристиками).

Описание природной обстановки в назначенной последовательности строится на изучении плана, сведений, содержащихся в задании, в приложении к настоящим методическим пособиям.

Изложение сопровождается ссылками на использованные источники информации и завершается выводами, определяющими принципиальные основы проекта.

Плановое (хозяйственное) задание для проектируемого объекта. Оно включает:

тип хозяйства;

его хозяйственную направленность;

схему чередования и состав сельскохозяйственных культур;

плановую урожайность культур;

нагрузку на одного трубочпособного;

общие сведения по уровню механизации сельскохозяйственного производства и принятой агротехники.

Принципы организации территории хозяйства и расчёт земельного фонда с изложением:

состав угодий, определённого хозяйственным заданием, расчётов по определению площади отдельных сельскохозяйственных угодий;

установления общего числа трудоспособных в хозяйстве;

размеры хозяйственного центра (поселок и приусадебные участки);

площади и число севооборотных массивов в хозяйстве, размеры бригадных участков, полей севооборота;

схемы размещения отдельных угодий на территории хозяйства, ориентировочного значения КЗИ (коэффициент земельного использования).

Принятых в проекте режимов орошения сельскохозяйственных культур, методики гидромодульного районирования, способов орошения и техники полива, приведённого гидромодуля и его расчётных значений.

При этом излагаются:

принятая в проекте методика гидромодульного районирования в соответствующие условия объекта проектирования режимов орошения сельскохозяйственных культур;

обоснование способа орошения и техники полива для сельскохозяйственных культур хозяйства;

расчёты гидромодуля, составление графика приведенного гидромодуля, его комплектование и определение расчётных ординат.

Проектная схема внутрихозяйственной распределительной сети в увязке с организацией территории. Излагаются основания и принятые решения по вопросам:

определение числа точек водозабора в хозяйстве из МХР и необходимость объединителей хозяйственного значения;

обоснование и состав внутрихозяйственной распределительной сети постоянных каналов, обеспечивающих подвод воды к границам орошаемых сельскохозяйственных угодий и распределяющих воду по их территории соответственно принятому способу орошения, техники полива и организации труда в хозяйстве.

Плановая схема временной оросительной сети на площадях типовых ПУ с обоснованием их формы и размеров, отвечающих требованиям техники полива для выбранного способа орошения.

Продольные и поперечные профили типовых каналов внутрихозяйственной сети, по которой были произведены гидравлические расчёты. Профили типовых каналов исполняются на миллиметровой бумаге.

Сведённые в таблице подсчёты объёмов земляных работ по типовым каналам с выводом значений удельных объёмов и всех работ по хозяйству.

Проведённые по установленной методике сметно-финансовые расчёты и технико-экономические показатели.

Схемы сооружений, используемых в качестве арматуры запроектированной внутрихозяйственной оросительной системы. Схемы типовых полос отчуждений.

Уточнение значений КЗИ объекта проектирования с использованием кюрвиметра для обмера протяжённости полос отчуждений.

## **2.2. Организационно-хозяйственные и мелиоративные основы проекта и методика их решения**

### **2.2.1. Установление границ и формы землепользования объектов проектирования. Источник орошения**

Согласно задания, из которого следует, что объект проектирования – типовое хозяйство (АПВ) хлопково-зерноводческого (план масштаба 1:10000-1:5000).

Выполнение проекта начинается с решения вопросов землеустройства и организации территории хозяйства. Исходные хозяйственные условия в проекте должны получить полное и оптимальное удовлетворение.

В отношении границ и формы массива землепользования хозяйств необходимо учитывать следующее:

а) площадь землепользования, отбивая на плане, должна соответствовать заданной валовой площади хозяйства, от которой отклонения не должны превышать  $\pm 10\%$ . Установление площади, выделенной хозяйству на плане, производится планиметрированием;

б) массив землепользования хозяйства должен быть компактно расположен и иметь форму, близкую к прямоугольнику, с отношением сторон от 1:1 до 1:3;

в) верхняя (северная) граница землепользования определяется трассой МХР, запроектированной через заданную точку А с заданным уклоном;

г) в условиях спокойного рельефа, боковые границы (западная и восточная) проектируемого хозяйства представляют прямые линии; в условиях пересеченного рельефа, с четко выраженными водоразделами и тальвегами (лощинами), совмещаются с осями тальвегов и теряют прямолинейность;

д) источником питания проектируемой оросительной системы хозяйства является протрассированный МХР (рис. 2.2.1.1).

По этим границам намечаются трассы ХР. Нижняя (южная) граница, замыкающая проектную площадь хозяйства, намечается с учётом особенностей рельефа, имея ввиду, что южнее пройдет трасса МХР распределителя, к которому будут подвешены орошаемые площади соседних хозяйств.

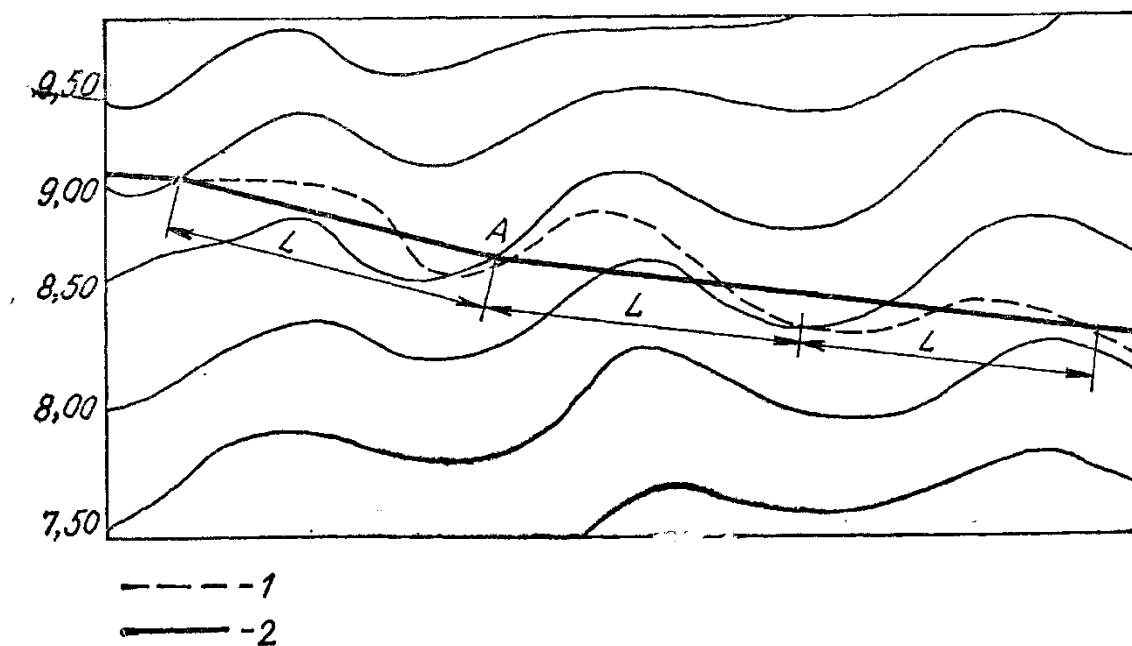


Рис. 2.2.1.1 Трасса межхозяйственного распределителя

**Схема организации территории и труда в хозяйстве. Основные вопросы внутрихозяйственного землеустройства. Расчёты земельного фонда и кормового баланса.** Внутрихозяйственное землеустройство (схема организации территории АПВ) выражается в создании плановой схемы организации территории, которая решает вопросы взаимного размещения угодий, состав и площадь которых определены заданием и проведением расчётов проектного земфонда по исходным данным и современным нормативным документам планирования по сельскому хозяйству.

Расчёты земельного фонда проектируемого орошаемого хозяйства сводятся к следующему:



после установления границ хозяйства на плане планиметрированием определяется валовая площадь хозяйства  $\Omega_{вал}$ ;

определяются на плане в контуре землепользования неудобья (солончаки, резко выраженные холмы, участки, занятые песками, болотами), которые не намечаются к освоению ( $\Omega_{неуд}$ ), и земли, которые по разным причинам (хозяйственные соображения, ограниченные возможности источника орошения) не намечают к орошению ( $\Omega_{неор}$ ).

Измерив эти площади планиметром, определяют орошаемую в хозяйстве площадь «брутто»:  $\Omega_{орош}^{брутто} = \Omega_{вал} - (\Omega_{неуд} + \Omega_{неор})$

В состав  $\Omega_{орош}^{брутто}$  входит площадь, занятая сельскохозяйственными культурами, ( $\Omega_{орош}^{нетто}$  – орошаемая площадь «нетто») и суммарная площадь, занятая создаваемыми для её орошения каналами внутрихозяйственной оросительной сети, под дорогами и другими сооружениями  $\Omega_{отч}$ . Её исключают из расчётов водопотребления.

Таким образом:  $\Omega_{орош}^{нетто} = \Omega_{орош}^{брутто} - \Omega_{отч}$

В начале проектирования для водохозяйственных расчётов надо знать величину  $\Omega_{орош}^{нетто}$ , которую определить в этот период нельзя, так как схема оросительной сети и соответствующих сооружений и устройств, занимающих определённые площади, не запроектирована.

Для предварительных расчётов величина  $\Omega_{орош}^{нетто}$  определяется через КЗИ, равный:

$$КЗИ = \frac{\Omega_{орош}^{нетто}}{\Omega_{орош}^{брутто}}$$

Отсюда:

$$\Omega_{орош}^{нетто} = КЗИ \cdot \Omega_{орош}^{брутто}$$

Опыт проектирования внутрихозяйственных систем на землях с разным рельефом, в зависимости от мелиоративного состояния (засолённые,

заболоченные) земли, требующего строительства дополнительно к оросительным каналам каналов коллекторно-дренажной сети (КДС), принятого способа орошения, конструкций оросительных каналов открытых и закрытых систем, для предварительных расчётов земельного фонда позволяет воспользоваться ориентировочными значениями КЗИ согласно таблицы 2.2.1.1.

Таблица 2.2.1.1 Коэффициент земельного использования (для предварительных расчётов)

Орошаемая площадь, тыс. га	Благоприятный рельеф	Неблагоприятный рельеф
Меньше 10	0,92	0,88
от 10 до 20	0,90	0,86
от 20 до 30	0,89	0,85
от 30 до 100	0,88	0,84
Свыше 100	0,85	0,82

Обосновав, в соответствии с рельефом, изображенным на плане, и соответствующими характеристиками природных условий в задании на проект, выбор значения КЗИ получает  $\Omega_{орош}^{нетто}$ , и на основании исходящих данных в задании и площадях, занятых различными угодьями в структуре земельного фонда, определяют площади под основными (полевыми) чередованиями сельскохозяйственных культур ( $\Omega_{ч.к.}^{нетто}$ ), прифермерским (кормовым для животноводства) чередованиям сельскохозяйственных культур ( $\Omega_{п.ч.к.}^{нетто}$ ) садами и виноградниками ( $\Omega_{с.в.}^{нетто}$ ), лесными насаждениями ( $\Omega_{л.н.}^{нетто}$ ), хозяйственным центром – посёлок с бытовыми и общественными постройками и приусадебными участками ( $\Omega_{х.ц.}^{нетто}$ ):

$$\Omega_{х.ц.}^{нетто} = \Omega_{п.у.} + \Omega_{общ.зд}, \text{ га}$$

По разности определяют  $\left[ \Omega_{орош}^{нетто} - \left( \Omega_{ч.к.}^{нетто} + \Omega_{п.ч.к.}^{нетто} + \Omega_{с.в.}^{нетто} + \Omega_{л.н.}^{нетто} + \Omega_{х.ц.}^{нетто} \right) \right] = \Omega_{пр.к.}^{нетто}$

$\Omega_{пр.к.}^{нетто}$ : - площадь под прочими (общественные бахчи, огороды) культурами.

Для выполнения этого расчёта требуется определить, на основании положения о земельном фонде хозяйств, площадь, отводимую под хозяйственный

центр. Эта площадь складывается из площади поселка и приусадебных участков. Расчёт площади посёлка, согласно действующим «Нормативам по расчёту земельного фонда в хозяйствах» определяют из следующей формулы:

$$\Omega_{x.c.} = \omega_{n.y.} + \frac{\Omega_{орош}^{нетто} \cdot \alpha}{100} \cdot K, \text{ га}$$

где:  $\omega_{n.y.}$  – суммарная площадь приусадебных участков;

$\alpha$  – процент площади, отводимой под общественные здания и производственную базу в хозяйстве. Для орошаемых районов 0,5-1,0%;

$K$  - коэффициент, учитывающий уличную и дорожную сеть хозяйственного центра, равен 1,15-1,25.

$\omega_{n.y.}$  определяется по следующей зависимости:

$$\omega_{n.y.} = \frac{\Omega_{орош}^{нетто}}{K_C \cdot H} \cdot n = \frac{N}{K_C} \cdot n = T \cdot n, \text{ га}$$

где:  $H$  - нагрузка всеми видами посевов на одного трудоспособного в гектарах (определяется заданием на проект). При современном уровне механизации труда в хозяйствах хлопково-зерноводческого направления  $H = 5-10$  га;

$K_C$  - число трудоспособных в одной семье (коэффициент семейности) равен 2,5-3,1. (для Узбекистана  $K_C = 4,62-5,90$ )

$T = \frac{N}{K_C}$  число хозяйств (семей) в хозяйстве

где:  $N$  - число трубочиспособных в хозяйстве, куда входит административно-хозяйственный персонал, составляющий 20-30% от числа рабочих в полеводстве;

$n$  - площадь земельного надела в личном использовании одной семьи (приусадебный участок), га.

Право на приусадебный участок для каждой семьи, трудоспособные члены которой участвуют в хозяйственном производстве, определено Конституцией.

Размеры приусадебных участков определяются в зависимости от местных условий и устанавливаются специальным постановлением министерства. Для Узбекистана размеры приусадебных участков для одной трудовой семьи в зоне

орошаемых земель назначаются в пределах:  $n=0,13-0,16$  га. На неорошаемых землях:  $n=0,3-0,4$  га.

Выполненные расчёты по использованию земельного фонда проектируемого объекта оформляются в таблице 2.2.1.2.

По площади «нетто» отдельных угодий и КЗИ, принятому для предварительных расчётов, определяют площади угодий «брутто» (в хозяйственном центре под общественные здания и уличную сеть отводятся земли за счёт «отчуждений»)  $\sum \Omega_{\text{угодий}}^{\text{брутто}} = \Omega_{\text{вал}}$

В «Схеме организации территории» на плане отбиваются площади угодий «брутто».

Зная площади «нетто» массивов чередования сельскохозяйственных культур, запроектированных в хозяйстве, и схемы чередования сельскохозяйственных культур (основного и прифермерского), определяют площади «нетто» культур, входящих в состав того или иного массива чередования сельскохозяйственных культур, имеем:

$$\omega_i = \frac{\Omega_i \cdot n_i}{n_0}, \text{ га}$$

где:  $\omega_i$  - площадь «нетто» отдельной культуры в составе массива чередования сельскохозяйственных культур, га;

Таблице 2.2.1.2 Земельный фонд хозяйства по угодьям

Наименование угодий	Площадь, нетто, га	Примечание
1	2	3
Площадь основного чередования сельскохозяйственных культур	$\Omega_{\text{о.ч.к.}}$	1)Площадь отчуждения не является отдельным угодьем. Эта сумма площадей, занятых под каналами, дорогами, лесными полосами: $\Omega_{\text{отч}}^{\text{нетто}} = \Omega_{\text{орош}}^{\text{брутто}} - \Omega_{\text{орош}}^{\text{нетто}}$
Площадь прифермерского чередования сельскохозяйственных культур	$\Omega_{\text{п.ч.к.}}$	
Сады, виноградники	$\omega_{\text{с.в.}}$	
Лесопитомники	$\omega_{\text{л.п.}}$	
Хозцентр		

Прочие культуры	$\omega_{п.у.} + \omega_{общ.зд.}$  $\omega_{пр.к.}$	<p>2) В состав культур основного чередования сельскохозяйственных культур в хозяйствах хлопково-зерноводческого направления обычно включают: хлопчатник, пшеницу. В состав прифермерского чередования сельскохозяйственных культур включают: кукурузу, люцерну, сахарную свеклу и другие культуры.</p>
-----------------	--	--

Таблице 2.2.1.3 Ведомость земельного фонда хозяйства по культурам, га.

Наименование сельскохозяйственных культур	Площадь «нетто»	Процент от $\Omega_{орош}^{нетто}$	Примечание
Хлопчатник	$\omega_{л.п.}$	$\alpha_{л.п.}$	1)Полезащитные лесные насаждения учитываются в полосах отчуждения.
Люцерна (травы)	$\omega_{тр}$	$\alpha_{тр}$	
Кукуруза	$\omega_{кук}$	$\alpha_{кук}$	
Сады, виноградники, лесопитомники	$\omega_{с.в.} + \omega_{л.п.}$	$\alpha_{с.в.} + \alpha_{л.п.}$	2) В целях повышения продуктивности каждого орошаемого гектара можно планировать уплотненные посевы, например: люцерну 1-го года высевать с покровом ячменя или гороха, поля кукурузы с осени засевать ячменем или горохом.
Прочие культуры	$\omega_{пр.к.}$	$\alpha_{пр.к.}$	
Приусадебные участки	$\omega_{п.у.}$	$\alpha_{п.у.}$	
Всего:	$\Omega_{орош}^{нетто}$	100 %	

$\Omega_i$  – общая площадь «нетто» рассматриваемого (основного, прифермерского) массива чередования сельскохозяйственных культур, га;

$n_i$  – число полей чередования сельскохозяйственных культур, занятых отдельной культурой (согласно схеме чередования сельскохозяйственных культур);

$n_0$  – общее число полей в рассматриваемой площади чередования сельскохозяйственных культур.

Суммируя площади одноименных культур в основном и прифермерском массивах чередования сельскохозяйственных культур и выписывая площади «нетто» всех культур, выращиваемых в хозяйстве вне массивов чередования сельскохозяйственных культур, составляется ведомость земельного фонда хозяйства по культурам (табл. 2.2.1.3)

Площади, занятые под отдельные культуры, выражаются в процентах от  $\Omega_{орош}^{нетто}$ . Полученные процентные значения используются при расчётах приведенного гидромодуля.

**Организация труда в хозяйстве. Принципы размещения отдельных угодий, полей чередования сельскохозяйственных культур.** Организация труда в хозяйстве на базе орошаемого земледелия должна строиться с учётом следующих положений:

а) поливы сельскохозяйственных культур должны быть увязаны с послеполивными обработками поливных участков (ПУ). Это обеспечит получение высоких урожаев при экономии поливной воды;

б) после поливная обработка, состоящая из культиваций и нарезки борозд для очередного полива, производится пропашными тракторами;

в) наилучшее сочетание работы тракторов с работой рабочих в полеводстве обеспечивается созданием в хозяйстве тракторно-полеводческих бригад;

г) вся обрабатываемая пашня и другие сельскохозяйственные угодья закрепляются за такими бригадами.

Площадь, закрепляемая за бригадой, называется бригадным участком. В целях наилучшего использования оросительной воды внутрихозяйственная оросительная система должна иметь такую структуру, которая обеспечивает строгий учёт плановых расходов влаги, поступающей на бригадные участки.

Основным агрономическим мероприятием, обеспечивающим высокое плодородие пахотных земель, является чередования сельскохозяйственных культур, схема и состав культур которого определяются как хозяйственными условиями, так и особенностями мелиоративного состояния территории хозяйства.

В зависимости от почвенно-мелиоративных особенностей объекта, определенных исходными данными, площадь основного чередования сельскохозяйственных культур может быть разделена на несколько массивов чередования сельскохозяйственных культур, границы которых определяются соответственно этим различием. Если площадь основного чередования сельскохозяйственных культур в хлопководческих хозяйствах характеризуется примерно одинаковыми почвенно-мелиоративными условиями, ее разбивают на одинаковые по площади чередования сельскохозяйственных культур, каждый площадью 400-600 га. В отдельных случаях допускается уменьшение массивов чередования сельскохозяйственных культур до 250-300 га.

Массив чередования сельскохозяйственных культур, согласно принятой схеме чередования сельскохозяйственных культур, делится на примерно равные по площади поля чередования сельскохозяйственных культур.

Исходя из названных выше предельных размеров бригадных участков, за тракторно-полеводческой бригадой закрепляется целый массив чередования сельскохозяйственных культур или часть его с таким расчётом, чтобы за период ротации чередования сельскохозяйственных культур трудовая нагрузка членов бригады была стабильной.

Решая вопросы организации территории в хозяйстве в увязке с плановой схемой оросительной сети, необходимо обеспечить учёт планового водоснабжения отдельных не чередующих сельскохозяйственных угодий,

каждого массива чередования сельскохозяйственных культур и бригадного участка, стремясь к тому, чтобы границы единиц водопользования совпадали с границами массивов чередования сельскохозяйственных культур и бригадных участков.

На размеры массива чередования сельскохозяйственных культур влияют также на принятый способ и режим орошения сельскохозяйственных культур, их состав и агротехника.

В хлопкосеющих районах Узбекистана получили применение следующие схемы хлопково-люцерновых севооборотов – 7:3, 6:3, 5:3. Выбор их определяется, главным образом, мелиоративным состоянием земель и характеристикой почв. Первая схема 7:3 (70% хлопчатника) относится к землям, находящимся в удовлетворительном состоянии; вторая (6:3) – к землям, где уже имеют место процессы засоления и в наличии обесструктуренность почв, и третья (5:3) – принимается для земель, находящихся в неудовлетворительном мелиоративном состоянии. Если земли хозяйства относятся к одному мелиоративному району, то проектируется несколько параллельных массивов чередования сельскохозяйственных культур, как одинаковых по площади, так и отличающихся друг от друга на величину, кратную размеру бригадных участков.

Средняя площадь поля чередования сельскохозяйственных культур получается путём деления общей площади данного массива на число полей, согласно схеме чередования сельскохозяйственных культур.

Если на землях хозяйства, по условию залегания УГВ и другим показателям (типы почв, их засоленность) выделяется несколько мелиоративных районов, то в хозяйстве может быть запроектировано несколько массивов чередования сельскохозяйственных культур, отличающихся друг от друга как по схеме чередования сельскохозяйственных культур, так и по площади. Поля чередования сельскохозяйственных культур, особенно в условиях сложного рельефа, будут складываться из нескольких поливных участков, равных или неравных между собой по площади. Различие в размерах полей внутри одного массива чередования сельскохозяйственных культур можно допускать в пределах 10-15%,



но при этом надо так составить график ротации чередования сельскохозяйственных культур, чтобы отклонение площади ведущей культуры (хлопчатника) этого чередования сельскохозяйственных культур по годам ротации не было более 2-3 % от средней.

В результате предварительного решения основных вопросов внутрихозяйственного землеустройства выявляются следующие хозяйственные параметры, знание которых необходимо для правильной разбивки оросительной сети:

- а) размеры основных сельскохозяйственных угодий и поселка;
- б) число массивов чередования сельскохозяйственных культур и средний размер полей чередования сельскохозяйственных культур.

Решая в «Схеме организации территории хозяйства» вопрос о плановом размещении отдельных угодий следует руководствоваться следующими соображениями:

1. Хозяйственный центр (жилые и производственные строения, приусадебные участки) располагаются компактно с привязкой к трассам непрерывно действующих распределительных каналов и межхозяйственных дорог.

2. Массивы, отводимые под сады, виноградники, лесопитомники размещаются по границам хозяйственного центра.

3. Прифермерское чередования сельскохозяйственных культур желательно разместить в одном массиве с хозяйственным центром и другими угодьями.

4. Границы массивов чередования сельскохозяйственных культур во всех случаях, когда того не требует особенности рельефа (линии водоразделов), назначаются прямолинейными, поля чередования сельскохозяйственных культур проектируются прямоугольной формы. Пример разбивки массива хозяйственного землепользования на отдельные угодья представлен на рис. 2.2.1.2.

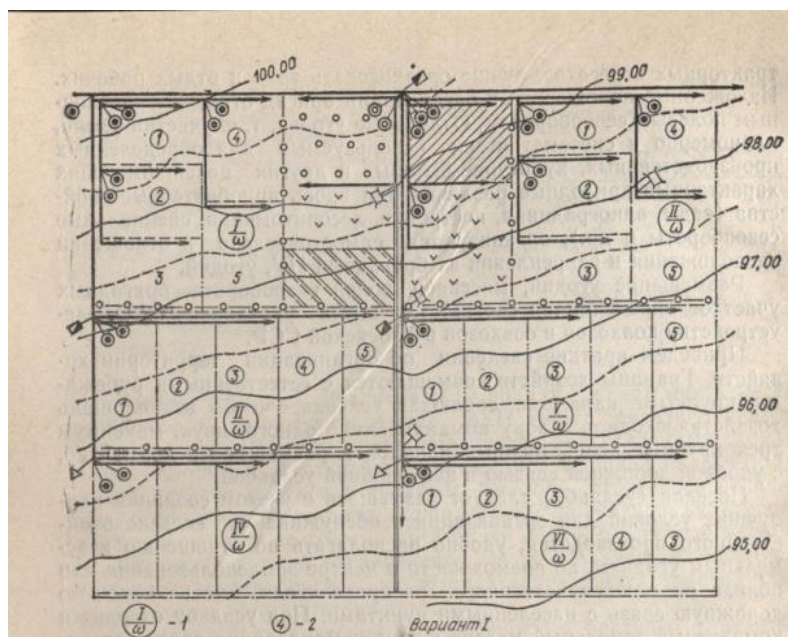


Рис. 2.2.1.2 Схема внутрихозяйственной оросительной сети

### 2.3 Обоснование способа орошения и техники полива

На основании анализа исходных данных, характеризующих природные и хозяйственные условия объекта проектирования, базовым мелиоративным мероприятием для него нужно считать орошение, без которого получение запроектированного урожая сельскохозяйственных культур невозможно. При этом совокупность природных и хозяйственных условий, с одной стороны, требуют такого способа орошения и таких элементов техники полива, которые обеспечили бы наивысшую производительность труда и наибольший мелиоративный эффект при минимальных затратах воды, а с другой стороны – такого технического уровня оросительной системы, которая имела бы потери воды в обоих элементах на уровне, обеспечивающим её работу с заданным КПД. Эффект орошения должен дополняться лесотехническими мелиорациями в виде планомерно размещенных по орошаемой территории полезащитных полос; агротехническими мероприятиями в виде планировочных работ на поливных участках, исходя из требований принятого способа орошения и соответствующих климатических особенностей района и водно-физических свойств почв; системы агротехнических мероприятий, включающих оптимальный режим орошения запланированных в хозяйстве сельскохозяйственных культур. Ниже излагаются соображения и оценки, руководствуясь которыми могут быть выбраны для

проекта способ орошения и соответствующая ему техника полива. В настоящее время известны и получили натурную проверку следующие пять способов орошения:

1. **Поверхностное орошение**, имеющее наибольшее распространение, элементы техники, которого дифференцируют исходя из особенностей почв, рельефа, возможности засоления почвенных слоев и т.п.

2. **Дождевание**, получающее все большее распространение благодаря развитию специальной техники, обеспечивающей высокое качество дождя в разных природно-хозяйственных условиях и высокий уровень механизации и производительности труда на поливе.

3. **Внутрипочвенное орошение (ВПО)**, получившее в последние годы производственное применение на площадях в сотни гектаров в одном массиве, результаты которого позволили выработать элементы конструкций, методику расчёта и проектирования этой системы.

4. **Мелкодисперсное (аэрозольное)** – опыт использования которого на базе отечественных установок «ГОУ» показал его очень высокую эффективность в сочетании с другими способами орошения и может обеспечить необходимое регулирование состояния приземных слоёв атмосферы в нужном для растений направлении. Полученные характеристики техники полива этого способа орошения позволяют проектировать его использование с учётом климатических особенностей района.

5. **Субиригация** – способ, агротехнические достоинства которого очевидны при соответствующем качестве подземных вод и водно-физических свойствах почвенных слоёв. Может быть запроектирован в районах с малыми уклонами поверхности земли, тяжёлыми почвами и сильных ветров.

Таблица 2.3.1 Ведомость режима орошения (для составления графика гидромодуля)

№	Наименование культур и % содержания их в хозяйстве	Полив	Полив поливная норма, м <sup>3</sup> /га	Сроки полива		Поливной период в сутках	Поливной гидро-модуль, л/с га	Приведенный гидро-модуль, л/с га
				начало	конец			

1	Хлопчатник	1						
		2						
		3						
		4						
2	Люцерна	1						
		2						
		3						
		4						
3	Кукуруза	1						
		2						
		3						
		4						
4	Сады и виноградники	1						
		2						
		3						
		4						
5	Прочие культуры	1						
		2						
		3						
		4						
6	Приусадебные	постоянный ток						

Таблица-2.3.2 Мелиоративные возможности различных способов орошения

Способы орошения	Увлажнение почвы	Увлажнение воздуха	Влагозарядка	Промывка от солей	Противоэрозийное действие	Внесение удобрений и гербицидов	Орошение сточными водами	Противозамарозковое орошение	Провокационные поливы для роста сорняков
Поверхностное	+	X	+	+	-	X	X	-	+
Дождевание	+	+	X	-	X	X	X	+	+
ВПО	+	-	X	-	+	+	+	-	-
Мелкодисперсное	X	+	-	-	+	X	-	+	X
Субирригация	+	-	X	-	+	-	-	-	-

Условные обозначения:

+ - обеспечивает (эффективно)

- - не обеспечивает (не эффективно)

X - частично обеспечивает

Рекомендации по применению разных способов орошения в определённых почвенно-климатических условиях представлены в табл. 2.3.2.

Проектируя использование различных способов орошения, следует четко представлять их мелиоративные возможности.

Районирование территорий земель в целях применения наиболее рациональных способов орошения и техники полива приняты следующие факторы:

1. Водопроницаемость почвогрунтов.
2. Средние уклоны местности и рельеф.
3. Мелиоративное состояние земель.
4. Скорость и повторяемость ветров.
5. Агроэкономические требования.

По факторам 1 и 2 районировать способы полива (дождевание или поверхностный), по факторам 3 и 4 уточняют возможность осуществления орошения дождеванием, по фактору 5 устанавливается преимущественно дождевание, тип дождевальных систем или выбирается способ поверхностного полива.

Применительно к указанным факторам можно рекомендовать следующие способы и разновидности техники полива (табл. 2.3.3).

Так как новая техника полива непрерывно совершенствуется, а некоторые рекомендации устаревают, то районирование техники полива в будущем предстоит выполнять неоднократно.

Таблица 2.3.3 Выбор способа орошения и техники полива

Фактор и его оценка	Рекомендуемый способ орошения и техники полива
1. Водопроницаемость почвогрунтов, см/ч	
а) сильно водопроницаемые > 10	Дождевание всеми видами машин и аппаратами Бороздковый полив нежелателен (длина борозд < 100 м)
б) повышенная водопроницаемость 8-10	Дождевание с интенсивностью дождя менее 0,75 мм/мин Бороздковый полив нежелателен (длина борозд 100-200 м)
в) средняя водопроницаемость 6-8	Дождевание с интенсивностью дождя менее 0,20-0,25 мм/мин
г) пониженная водопроницаемость 4-6	Бороздковый полив нежелателен (длина борозд 200-300 м)
д) слабая водопроницаемость < 4	Дождевание невозможно Полив по бороздам при длине борозд 300-400 м Дождевание невозможно Полив по бороздам при длине борозд > 400 м

2. Средние уклоны местности и особенности рельефа	
а) крутые склоны уклоны более 0,1 сложный рельеф	Дождевание с пониженной интенсивностью дождя. Поверхностное орошение с противоэрозийными мероприятиями. Закрытая оросительная сеть.
б) большие и средние уклоны 0,1-0,0025	Дождевание и поверхностное орошение. Закрытая оросительная сеть.
в) малые уклоны 0,002-0,001	Дождевание и поверхностное орошение с лотковой сетью каналов.
г) очень малые уклоны - <0,001	Дождевание и поверхностное орошение. Каналы открытые.
3. Мелиоративное состояние земель	
а) средние и сильнозасоленные	Дождевание невозможно. Поверхностное орошение.
б) слабозасоленные с близким (2-2,5 м) залеганием слабозасоленных (до 5 г/л) ГВ	Дождевание короткоструйными машинами.
в) очень близкое залегание (до 2 м) пресных ГВ	Поверхностный полив. Дождевание всеми системами и машинами. поверхностный полив.
4. Скорость и повторяемость ветров, м/с	
а) более 2,5	Дальнеструйное дождевание невозможно.
б) более 5	Короткоструйное дождевание с позиции невозможно
в) более 10	Короткоструйное дождевание в движении невозможно.
г) повторяемость штилей и ветров со скоростями указанными выше в период май-август не менее 85-90%	Дождевание невозможно.
5. Агротехнические требования	
а) сельскохозяйственные культуры с неглубокой корневой системой, выращиваемые на маломощных почвах, подстилаемых галечником.	Стационарное дождевание.
б) высокостебельные растения, сады-виноградники.	Стационарное дождевание системы с дальнеструйными насадками.
в) близкое (2-2,5 м) залегание ГВ, полив хлопчатника.	Дождевание машиной «ДДА-100М».
г) глубокое залегание ГВ, полив хлопчатника.	Стационарные дождевальные системы с дальнесруйными насадками.

## 2.4 Расчёт водопотребления и режима орошения сельскохозяйственных культур

Решив вопросы организации территории и труда в хозяйстве и обосновав способ орошения и техники полива, следует обосновать и рассчитать водопотребление и режим орошения сельскохозяйственных культур. Разнообразие природных условий для орошаемых районов, при определении

количественных значений этих параметров и проектировании оросительных систем учитывается принятыми методиками гидромодульного районирования.

Методика гидромодульного районирования (она продолжает совершенствоваться до настоящего времени) на основании экспериментов на опытно-оросительных станциях базируется на том, что основными факторами районирования орошаемой территории для расчёта водопотребления и режима орошения сельскохозяйственных культур являются:

- а) широтное и высотное положение объектов орошения (поясно-высотное положение);
- б) климатические особенности района;
- в) гидрогеологические условия;
- г) водообеспеченность района орошения;
- д) хозяйственно-экономические условия.

В.М.Легостаев и Б.С.Коньков (1950 г.) на основе обобщения материалов опытно-оросительных станций УзНИХИ предложили методику такого районирования («Мелиоративное районирование»), таксономическими единицами которой стали климатические зоны и гидромодульные районы.

Методика содержит четкие характеристики для выделения гидромодульных районов, в зависимости от механического состава почвенных разностей и глубины залегания грунтовых вод.

Для каждого гидромодульного района даны: число, сроки проведения поливов, поливные и оросительные нормы. Пользуясь этой методикой для установленных гидромодульных районов, составляется ведомость режимов орошения сельскохозяйственных культур и определяются значения поливного и приведённого гидромодулей для каждого полива, каждой сельскохозяйственной культуры (табл. 2.3.1).

Величина поливного гидромодуля для очередного полива определяется по формуле:

$$q = \frac{m_i}{86,4 \cdot t_i}, \text{ л/с га}$$

где:  $q$  - поливной гидромодуль, л/с га;

$m_i$  - поливная норма  $i$ -го полива, м<sup>3</sup>/га;

$t_i$  - допустимая продолжительность поливного периода  $i$ -го полива, сутки.

Величина приведенного гидромодуля для очередного полива сельскохозяйственной культуры, площадь которой на орошаемой территории составляет  $\alpha$  процентов, определяется по формуле:

$$\bar{q} = q \cdot \frac{\alpha}{100}, \quad \text{л/с га}$$

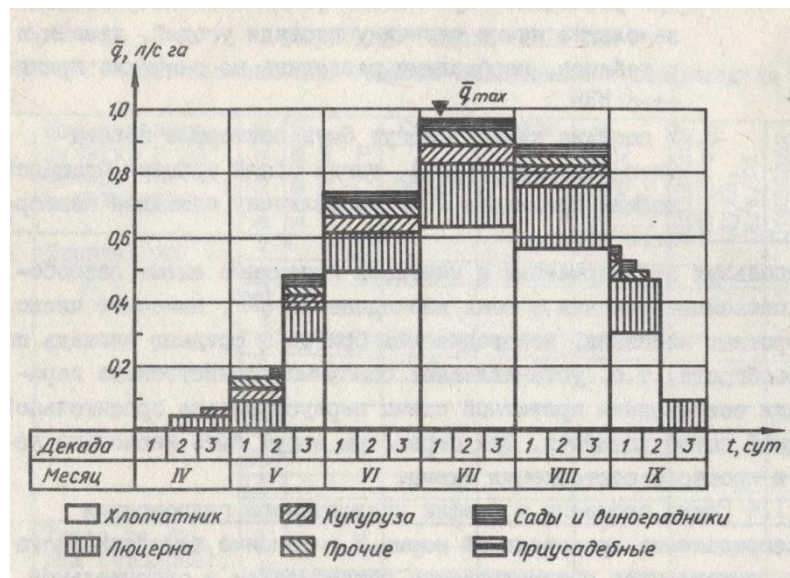


Рис. 2.4.1 График приведённого гидромодуля для гидромодульного района Ц-1-Б.

Результаты подсчётов поливного и приведённого гидромодуля заносят в ведомость установленной формы и изображают в виде графика приведённого гидромодуля (рис. 2.4.1).

Максимальная ордината этого графика, отвечающая продолжительности не менее 14 суток, считается расчётной для того гидромодульного района, для которого составлен график.

В конце шестидесятых годов Средазгипроводхлопок, обобщив обширный эксплуатационный материал по установлению оптимальных режимов орошения, предложив новую методику районирования режимов орошения, развил таксономическую систему районирования и выразил режим орошения



сельскохозяйственных культур в форме процентного распределения рекомендуемых оросительных норм по декадам и месяцам оросительного периода.

В этой методике районирования Средняя Азия разделена на три широтные зоны: северную (С), центральную (Ц) и южную (Ю). Каждая из них подразделяется на две подзоны: северную (С-I) и северную (С-II) и т.д. кроме того, выделены поясно-высотные зоны (табл.1.4.1).

Таблица 2.4.1 Поясно-высотные зоны.

Зоны	Обозначения	Тип почвообразования
Пустыни	А	Пустынный
	А <sub>1</sub>	Переходный к серозёмам
Эферемовые степи	Б	Светлые серозёмы – серозёмный
	В	Типичные серозёмы – серозёмный
Разнотравные степи	Г	Темные серозёмы - серозёмный

Таблица 2.4.2 Характеристика гидромодульных районов

Гидромодульные районы	Почвы и подстилающие грунты	Глубина УГВ, м
Автоморфные, формирующиеся без влияния ГВ.		
I	Маломощные, суглинистые на песчано-галечниковых отложениях и мощные песчаные.	> 3,0
II	Среднемощные, суглинистые на песчано-галечниковых отложениях и мощные песчаные.	> 3,0
III	Мощные, суглинистые и глинистые.	> 3,0
Переходного ряда, формирующиеся при слабом влиянии ГВ		
IV	Легкосуглинистые и супесчаные	2-3
V	Суглинистые и глинистые	2-3
Гидроморфные, формирующиеся при умеренном влиянии ГВ.		
VI	Суглинистые и глинистые	1-2
VII	Легкосуглинистые и супесчаные	1-2
Болотно-луговые, формирующиеся при избыточном влиянии ГВ.		
VIII	Легкосуглинистые и супесчаные	0,5-1,0
IX	Суглинистые и глинистые	0,5-1,0

Особенность гидрогеологических условий (разная степень естественной дренированности и опасность явлений вторичного засоления) представлены территориями орошаемых оазисов, разделённые на три гидрогеолого-

мелиоративные области, в пределах которых названы условия, определяющие выделение гидромодульных районов (табл. 2.4.2).

Эта методика районирования в рекомендациях по размерам оросительных норм для отдельных гидромодульных районов предлагает учесть также степень окультуренности земель, соответственно уменьшая величину оросительных норм.

Использование этих материалов при проектировании оросительных систем производится путём построения на их основе графиков приведённого гидромодуля для культур на территории гидромодульного района.

Порядок действий следующий:

1. По данным задания определяют гидромодульный район, отвечающий классификационным критериям методики районирования.

2. Из ведомости режимов орошения выписываются значения оросительной нормы (М) и ее процентное распределение по месяцам оросительного периода.

3. Определяется в объёмном выражении часть М, выливаемая за определенный месяц (или его часть):

$$m_i = \frac{MP_i}{100}, \quad \text{м}^3/\text{га}$$

где:  $m_i$  - месячная норма орошения, м<sup>3</sup>/га;

$P_i$  - доля М, подаваемая за 1-ый месяц оросительного сезона, %.

4. По величине  $t_i$  - период в сутках, за который подается  $m_i$  определяют поливной гидромодуль для этого района:

$$q = \frac{m_i}{86,4 \cdot t_i}, \quad \text{л/с га}$$

По процентному составу культур  $\alpha$  определяют значения приведённого гидромодуля:

$$\bar{q} = q \cdot \frac{\alpha}{100}, \quad \text{л/с га}$$

По значениям приведённого гидромодуля строят график приведённого гидромодуля, внешний вид которого будет отличаться только тем, что на нём не будет деления на отдельные поливы, ограниченные сроки их начала и конца.

Построенный график позволит определить расчётную ординату гидромодуля для определённого гидромодульного района.

Если на площади хозяйства совокупность природных условий позволяет выделить два или больше гидромодульных районов, в расчётах оросительной системы должны быть использованы средневзвешенные ординаты гидромодуля, определенные по формуле:

$$q_{ср.в.}^{max} = \frac{q_{max}^{-I} \cdot \omega^I + q_{max}^{-II} \cdot \omega^{II} + \dots + q_{max}^{-n} \cdot \omega^n}{\Omega_{орош}^{нетто}}, \quad \text{л/с га}$$

Следует иметь в виду, что такие способы орошения как дождевание, ВПО, при которых может быть обеспечена непрерывная водоподача соответственно кривой водопотребления, требует выражения увлажнения почвы соответствующим способом орошения.

## **2.5 Принципы проектирования плановой схемы внутрихозяйственной распределительной и оросительной сети в увязке со схемой организации территории и принятым способом орошения**

Плановая схема каналов внутрихозяйственной оросительной сети состоит из: ХР (распределители I-го порядка), ВХР II-го порядка (групповые, бригадные) и УР, обеспечивающие подачу воды к границам каждого поливного участка.

Система ВХР получает требуемые расходы оросительной воды из МХР (трасса которого проектируется в пределах плана по условиям задания).

Трассы ХР и их число определяется размерами и конфигурацией территории хозяйства, условиями рельефа (плоские или холмистые формы мезорельефа) с учётом расположения отдельных угодий в хозяйстве и их границ.

В целях обеспечения контроля и учёта воды, забираемой хозяйством – число точек водозабора из МХР в ХР сводится к минимуму и должно составлять 1-3 точек водозабора в одном хозяйстве. При необходимости (по условиям рельефа), чтобы иметь в границах хозяйства большее число хозяйственных

отводов, создаются трассы объединительных каналов, параллельных трассе МХР, которые питаются от одного водозаборного узла на МХР.

Длина отдельного объединительного канала допускается в пределах 1,5-2,0 км.

Во всех случаях трассы ВХР должны быть назначены по водоразделам. В этом случае распределители 1-го порядка получают возможность двухстороннего командования. При этом трасса ВХР в плане может быть представлена ломаной линией. В условиях спокойного рельефа количество распределителей 1-го порядка определяется принятой схемой организации территории, способом орошения и разбивкой регулирующей сети. Крайне нежелательно проектировать трассу распределителей 1-го порядка по границе хозяйства, т.к. в этом случае трудно предотвратить попытки его использования для орошения земель смежников.

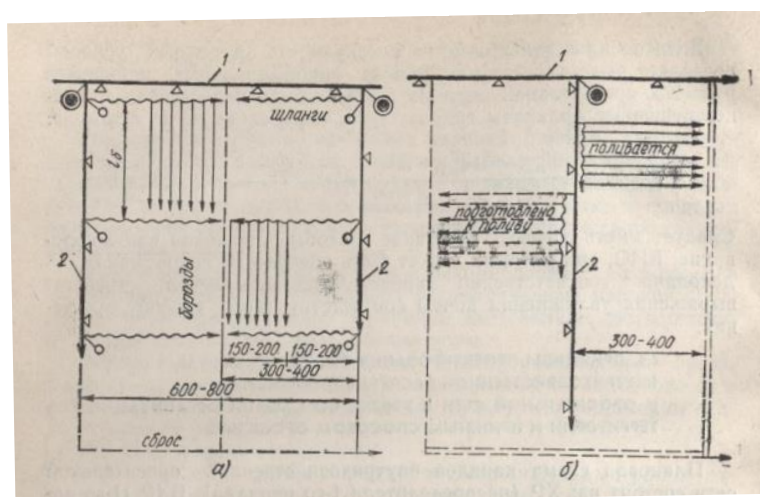


Рис. 2.5.1 Схема расположения лотковых каналов

а) Система ВХР проектируется в земляных руслах. Принципы размещения распределителей 1-го порядка на территории хозяйства в условиях пересеченного рельефа представлены на рис. 2.5.1.

В условиях спокойного рельефа, расстояния между распределителями 1-го порядка одностороннего командования может быть принято равным длине участкового распределителя (УР), обслуживающего часть, одного или несколько полей чередования сельскохозяйственных культур, т.е.:

$$L = n \cdot \frac{\omega_{n.c} \cdot 10^4}{l_A}, \quad \text{м}$$

где:  $L$  – расстояние между распределителями первого порядка;

$n$  – коэффициент, показывающий какое число полей чередования сельскохозяйственных культур, или какая часть одного поля обслуживается распределителем, отходящим от ВХР;

$\omega_{n.c}$  – площадь поля чередования сельскохозяйственных культур, га;

$l_A$  – расстояние между УР, определяемое схемой расположения регулирующей оросительной сети, м.

Максимальная протяженность УР проектируется до 1000-1200 м. Исходя из этого, к одному УР подвешивают не более двух полей чередования сельскохозяйственных культур ( $n \leq 2$ ).

Расстояние между УР  $l_A$  определяется схемой расположения регулирующей оросительной сети, состав и размеры которой подбираются в зависимости от способа орошения.

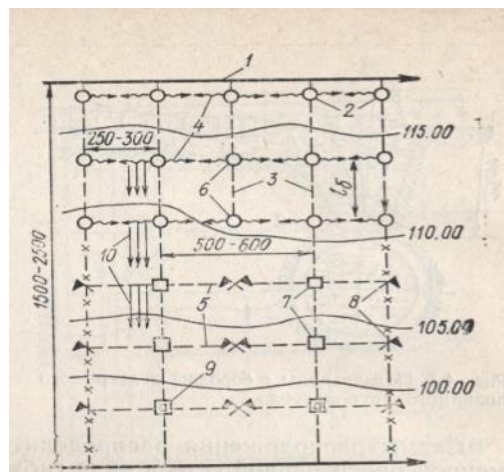


Рис. 2.5.2 Схема комбинированной оросительной сети для уклонов 0,008÷0,03

Трасса УР должна увязываться со схемой расположения временной регулирующей оросительной сети. Трасса УР при продольной (а) и поперечной (б) схемам временной оросительной сети представлена на рис. 2.5.3.

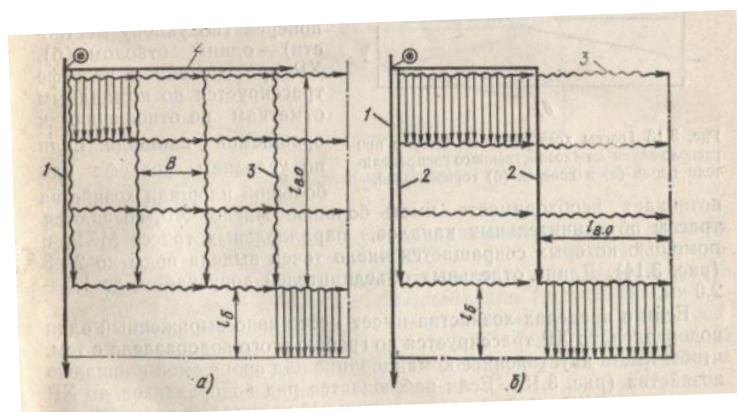


Рис. 2.5.3 Положение участкового распределителя при схеме временной сети: а) продольной б) поперечной 1-ВХР, 2-УР, 3-ВО

Трасса распределителей II-го порядка (групповые, бригадные) и их плановое положение зависит от размещения угодий массивов чередования сельскохозяйственных культур и бригадных участков (единиц водопользования) в хозяйстве. Эти каналы трассируются в увязке с рельефом так, чтобы имелась возможность обеспечить водой каждый массив и бригадный участок независимо от других массивов и участков. Водовыпуски на массивы, бригадные участки и другие угодья должны быть оснащены средствами учёта воды. Возможные варианты трасс распределителей II-го порядка представлены на рис. 2.5.4.

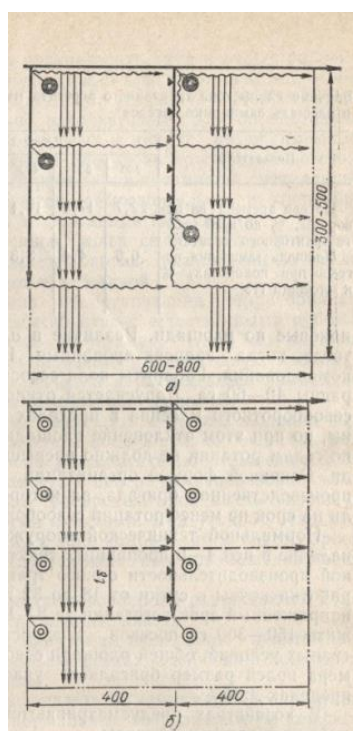


Рис. 2.5.4 Трасса ВХР второго порядка

Разбивка плановой схемы распределительной сети сопровождается решением вопроса о размещении трасс сбросной сети и лесных полос, проектируемых вдоль распределительных и сбросных каналов. Плановая схема распределительных и сбросных каналов и полевых защитных лесных полос, хотя и производится на основании ряда обязательных условий и требований, всегда содержит элементы творчества и личной инициативы проектировщика. Поэтому такая схема всегда может быть представлена в виде нескольких вариантов.

б) ВХР в виде лотковых каналов позволяют более рационально, по сравнению с каналами в земляном русле, запроектировать распределительную сеть в плане. Лотковая сеть позволяет увеличить КЗИ в хозяйстве, снизить потери на фильтрацию в системе внутрихозяйственной сети, создать необходимый свободный напор для проведения полива. Оросительные каналы из лотков позволяют повысить степень индустриализации мелиоративного строительства, улучшают эксплуатационные качества каналов и снижают их стоимость.

Вся внутрихозяйственная распределительная сеть от УР до ХР I-го порядка может проектироваться в виде лотковых каналов. Так как УР имеют наибольшую удельную протяжённость, при проектировании в плане схемы внутрихозяйственной сети целесообразно трассы их выбирать по нормали к направлению наибольшего уклона поверхности поливного участка. При этом лотковые УР будут иметь меньшее поперечное сечение.

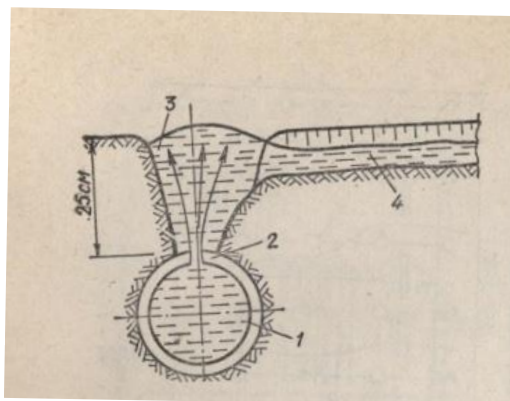


Рис. 2.5.5 Подача воды в борозды из закрытого поливного трубопровода

Схемы расположения распределителей лоткового типа и временной оросительной сети в виде гибких трубопроводов представлены на рис. 2.5.1.

В первой схеме – поливные борозды нарезаются по наибольшему уклону параллельно УР. Подача воды в борозды производится из поливных трубопроводов (а).

Во второй схеме поливные борозды нарезаются перпендикулярно к направлению УР. Подача воды в борозды производится с помощью коротких трубопроводов или оросителей (б).

При уклоне местности от 0,02 до 0,002 рекомендуется применять первую схему полива.

Расположение распределительной лотковой сети в плане должно обеспечить возможность проведения выбранного способа полива (поверхностного, дождевания, внутрпочвенного).

Распределительную сеть массива чередования сельскохозяйственных культур образуют УР и ВХР. Участковые распределители являются последним звеном постоянной сети, из которых вода поступает во временный ороситель или поливное оборудование (гибкие и жесткие трубопроводы, дождевальная установка). Расстояние между УР, зависящее от принятой техники полива, рельефа местности может быть при двустороннем командовании 400-800 м; при одностороннем – 300-400 м. Длина УР может достигать 2,0-2,5 км.

в) Внутрихозяйственная распределительная система с элементами в виде закрытых трубопроводов. Она подразделяется на два типа:

1. С механической подачей воды в закрытую сеть.
2. Самоотечно-напорной, полностью закрытой или комбинированной сетью.

В системах I-го типа вода насосными агрегатами подаётся под напором в сеть трубопроводов, из которых она забирается дождевальными машинами или другими поливными устройствами.

Оросительные системы с самоотечно-напорной сетью характеризуется тем, что вода в трубопроводах транспортируется за счёт использования напора, создаваемого естественным уклоном местности.

Полностью самоотечно-напорная закрытая оросительная сеть (ЗОС) встречается редко. Оросительные системы с напорными трубопроводами чаще



всего состоят из открытых каналов и закрытых трубопроводов. Воду из источника орошения забирают открытыми каналами и транспортируют ее до орошаемого массива, где она поступает в сеть самотечно-напорных трубопроводов.

ЗОС экономично строить лишь на таких участках, где уклон поверхности превышает 0,003. Естественный напор в трубопроводах с такими уклонами обеспечивает движение воды по трубам и вывод её на поверхность.

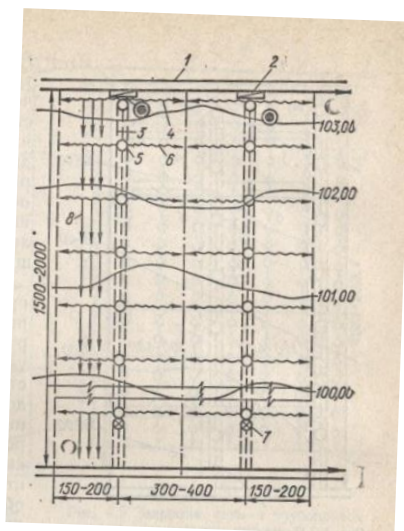


Рис. 2.5.6 Схема комбинированной оросительной сети для уклонов 0,008÷0,003

Принципиальная схема комбинированной самонапорной оросительной сети трубопроводов и шлангов, предназначенной для больших уклонов (0,003-0,008), изображена на рис. 2.5.6.

Подача воды из открытых каналов (1) в транспортирующие трубопроводы (3) осуществляется самотёком при помощи водозаборного сооружения (2).

Транспортирующие трубопроводы должны проходить по наибольшему уклону местности с тем, чтобы на меньшей длине набрать необходимый напор воды в трубопроводе и обеспечить двустороннее командование при поливе стационарными подземными трубопроводами. По наибольшему уклону местности в направлении полива прокладываются стационарные подземные, транспортирующие трубопроводы (3).

В начальной части транспортирующих трубопроводов напор воды на гидрантах (6) достаточен только для полива из открытых временных оросителей

(4). По мере удаления от водозаборного сооружения напор воды в транспортирующем трубопроводе (3) становится достаточным для полива при помощи стационарных закрытых поливных трубопроводов (5).

Расстояние между гидрантами и распределительными колодцами продольной схеме следует принимать равным длине борозд, согласно элементам техники полива для проектируемого массива.

Раздача воды из поливных трубопроводов производится через водовыпускные отверстия. Гибкие трубопроводы имеют постоянный по длине диаметр поливных отверстий: равномерность раздачи воды обеспечивается укладкой шлангов по трассе с определенным уклоном, составляющим обычно 0,001-0,005.

Подземные поливные трубопроводы укладываются под прямым углом к транспортирующему трубопроводу, а их уклон копирует рельеф местности. Равномерность раздачи достигается сверлением поливных отверстий разных диаметров, полученных гидравлическим расчётом. Вода из отверстий выходит в виде родничков, образующих небольшие воронки, и поступает в борозды (рис. 2.5.5).

Одновременно работают несколько поливных трубопроводов, образуется сквозная борозда, площадь полива составляет 10-15 га в сутки. Для средних уклонов (0,008-0,003) рекомендуется схема оросительной сети, в которой полив осуществляется только поливными шлангами (рис. 2.5.6).

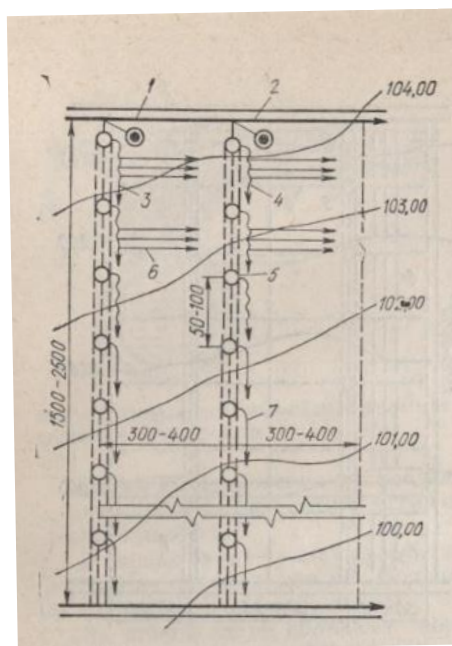


Рис. 2.5.7 Поперечная схема полива из закрытых трубопроводов при уклоне  $0,008 \div 0,003$

Закрытые транспортирующие трубопроводы располагаются по наибольшему уклону местности, а поливные шланги – перпендикулярно им. Расстояние между транспортирующими трубопроводами 300-400 м, а между поливными шлангами – они равны длине поливных борозд.

Закрытая оросительная сеть применяется и для поперечной схемы полива по всей площади обслуживания или части её (рис. 2.5.7). Поливные трубопроводы и шланги располагаются параллельно транспортирующему. Длина поливных трубопроводов и шлангов при этой схеме может быть значительно уменьшена. Расстояние между транспортирующими трубопроводами при поперечной схеме определяется длиной борозд, поэтому экономически выгодно увеличить эту длину до максимума. Рекомендуемый уклон борозд  $0,002-0,004$ , т.е. уклон при котором длина борозд максимальная, при условии, если увеличить расстояние между бороздами до 0,9 м.

Для условий волнистого (в поперечном направлении) рельефа рекомендуется поперечная схема с двусторонним командованием. Преимущественно поперечной схемы по сравнению с продольной в том, что расстояние между транспортирующими трубопроводами не зависит от длины

поливных шлангов и может быть увеличено за счёт удлиненной борозды. При двустороннем командовании транспортирующего трубопровода и длины поливной борозды 200-400 м расстояние между транспортирующими трубопроводами будет равно 400-800 м. Поперечная схема позволяет сократить длину поливного шланга до 50-100 м и тем самым обеспечить более равномерное водораспределение между поливными бороздами.

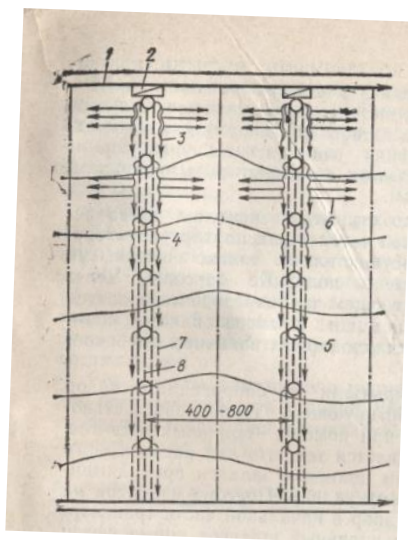


Рис. 2.5.8 Схема полива из закрытой оросительной сети при волнистом рельефе при уклонах  $0,008 \div 0,003$

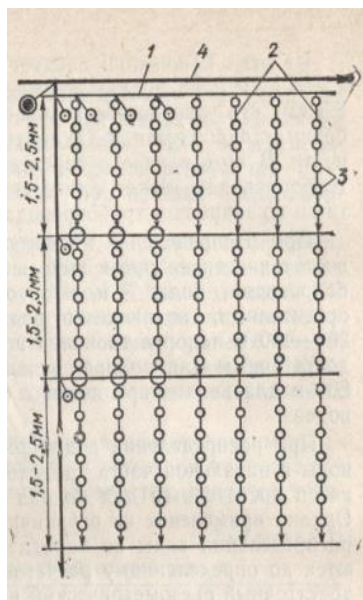


Рис. 2.5.9 Закрытая сеть в трубопроводах при минимальном уклоне.

При разработке схем поливной сети учитываются следующие основные положения:

а) площадь, обслуживаемая одним транспортирующим трубопроводом, не должна быть больше площади бригадного участка (200-400 га);

б) подача воды в бригаду осуществляется непрерывно;

в) за сутки площадь полива не должна превышать дневной производительности пропашного трактора, т.е. 10-15 га;

г) длина транспортирующего трубопровода должна быть в пределах 1,5-2,5 км, а расстояние между ними 300-600 м;

д) длина поливных шлангов и закрытых поливных трубопроводов не должна превышать 200-300 м.

Из этих положений следует прокладывать открытые или закрытые ВХР по линиям наименьших уклонов через каждые 1,5-2,5 км. Это условие обеспечивается при сравнительно небольших объёмах работ, если МХР проходит по наибольшему уклону местности. В этом случае распределение воды по транспортирующим трубопроводам может осуществляться как по открытым каналам, так и закрытым трубопроводам.

При распределении воды по открытым каналам из-за недостаточности напора в начальной части транспортирующих трубопроводов полив можно осуществлять только открытыми оросителями, подающими воду в поливные борозды. Через 200-400 м напор в транспортирующем трубопроводе становится достаточным для полива при помощи шлангов и через 400-800 м для полива при помощи стационарных поливных трубопроводов.

При распределении воды закрытыми трубопроводами напор воды в начальной части транспортирующего трубопровода становится достаточным для полива при помощи поливных шлангов. Однако применение их ограничивается тем, что для равномерного распределения воды по бороздам поливные шланги прокладываются по определённому расчётному уклону. Поэтому, несмотря на достаточный пьезометрический напор в начальной части транспортирующего трубопровода вместо поливных шлангов применяются открытые оросители, нарезаемые параллельно закрытому распределительному трубопроводу.

Если пьезометрический напор достаточен, то в начальной части транспортирующего трубопровода может быть использован стационарный поливной трубопровод. Увеличение напора в начальной части транспортирующего трубопровода достигается созданием холостой части в распределительном трубопроводе.

Длина холостой части распределительного трубопровода определяется из условия, чтобы в начальной части транспортирующего трубопровода пьезометрический напор воды был достаточен для полива стационарными подземными трубопроводами.

Преимущество применения распределительного трубопровода состоит в исключении необходимости сброса воды в период между поливами и в нерабочее время. Этот вариант позволяет получать необходимый напор в начальной части транспортирующего трубопровода для полива при помощи стационарных закрытых трубопроводов. Дополнительные затраты на строительство холостой части распределительного трубопровода компенсируется за счёт увеличения производительности труда поливальщиков (примерно в 2-3 раза), по сравнению со шланговым поливом.

Если водозабор осуществляется из МХР, проходящего по линиям наименьших уклонов, возникает необходимость проложить трассу ХР по наибольшему уклону местности и через каждые 1,5-4,5 км проложить открытые или закрытые ВХР по линиям наименьших уклонов (рис. 2.5.9).

Для орошения местности, расположенной выше МХР, вода из него подается на командную точку насосной станцией трубопроводов. Затем она транспортируется параллельно МХР по наименьшему уклону. Из открытого канала в транспортирующие трубопроводы воды подается самотёком при помощи вобозаборного сооружения.

Учитывая перечисленные рекомендации, в границах проектируемого хозяйства разбивается сеть распределительных каналов внутрихозяйственной оросительной системы. К ним относятся ХР и МХР, включая УР, одновременно уточняют границы массивов чередования сельскохозяйственных культур, полей

чередования сельскохозяйственных культур, всех угодий, границы хозяйственного центра (центральной усадьбы и ПХЦ), трассы внутрихозяйственных дорог и расположение полевых защитных лесных полос.

Все расчёты, связанные с техническим проектированием каналов оросительной сети в плане, профиле и решением вопросов организации территории проектируемого хозяйства, сводятся в ведомость (табл. 2.5.10).

Таблица 2.5.10 Ведомость площадей, подвешенных к каналам хозяйственной сети

№ единицы водопользования	Наименование канала	Площадь «нетто»							Средняя площадь севооборотного участка	Примечание
		Общая	в т.ч.							
			$\omega_{хл}$	$\omega_{л}$	$\omega_{пр}$	$\omega_{в.с}$	$\omega_{лес}$	$\omega_{п.у}$		
1.										
2.										
3.										
Итого										

Выделяется типовой поливной участок, на площади которого в соответствии с принятым способом орошения и техникой полива разбивается временная регулирующая сеть, элементы которой будут подвергнуты расчёту.

## **2.6 Поливной участок (ПУ). Условия, определяющие его форму, размеры сторон, площадь**

В схеме организации орошаемой территории ПУ является элементом этой территории, в границах которой осуществляется операция полива, в увязке с предполивной обработкой почвы и другими агротехническими и лесохозяйственными мелиоративными мероприятиями. Его границы определяют трассы младших каналов распределительной сети – УР, полевые защитные лесные полосы, внутрихозяйственные полевые дороги, сбросные каналы.

Форма, размеры сторон и площадь ПУ определяют состав и схему временной оросительной сети и элементов способа полива, обеспечивающих операцию полива при выбранном способе орошения.

С другой стороны эти же параметры ПУ определяют: производительную работу сельскохозяйственных машин и механизмов на всех видах работ; возможность увязки полива с послеполивными обработками почвы в целях максимального сохранения поливной влаги для жизни растений; эффективность ветрозащитного действия лесных полос на трассах УР и дорог по границам ПУ.

Таким образом, согласованный учёт требований оптимального полива, производительной работы сельскохозяйственной техники на мелиоративной площади и получение ветрозащитного эффекта от лесных полос определяют форму и размеры поливного участка.

ПУ должны иметь в плане прямоугольную форму или максимально приближающуюся к прямоугольнику. В связи с этим УР должны трассироваться, не вписываясь в горизонтали (соблюдение постоянного уклона), а по прямолинейным направлениям. В настоящее время установлено, что оптимальные размеры сторон прямоугольника, ограничивающих ПУ, должны быть: минимальный – 500 м, а максимальный – 800-1000 м.

Нижний предел сторон ПУ установлен, исходя из допустимой величины потерь растений при заминах на поворотной кайме и достаточно высокой производительности механизмов на обработке, а верхний предел – определяется величиной влияния полезащитных лесных насаждений, которая равна 25-30 высотам высаживаемых деревьев. Размер ПУ (оптимальный) должен подбираться из условий наилучшей увязки с механизированной обработкой почв.

Продолжительность послеполивной обработки площади ПУ определяется по формуле:

$$t_{обр} = \frac{\omega_{n,y}}{n \cdot \omega_0}$$

где:  $t_{обр}$  – допустимая продолжительность послеполивной обработки ПУ  $t_{обр} \leq 3$  сут;

$\omega_{n,y}$  – площадь ПУ, га;



$\omega_0$  – суточная производительность тракторов на всех видах обработки (нарезка борозд, продольная и поперечная культивация).

Если суточная производительность тракторов на этих работах составляет соответственно: 15; 15 и 10 га/сут, то имеем:

$$\omega_0 = \frac{\frac{15}{3} + \frac{15}{3} + \frac{10}{3}}{3} = 4,5 \text{ га/сут,}$$

$n$  – число тракторов в данной бригаде, работающих на ПУ.

Продолжительность полива ПУ определяется зависимостью:

$$t_{\text{пол}} = \frac{\omega_{n,y} \cdot m}{86,4 \cdot Q_{y,p}}, \text{ сут,}$$

где:  $t_{\text{пол}}$  – продолжительность полива ПУ, сутки;

$m$  – поливная норма основной культуры, соответствующая напряженному периоду ( $t_{\text{мин}}$ ), м<sup>3</sup>/Га;

$Q_{y,p}$  – расход, подаваемый в УР, л/с.

Считая, что разрыв между продолжительностью полива и послеполивных обработок не должен превышать одни сутки, а продолжительность полива участка не должна быть более 2 суток, имеем:

$$t_{\text{обр}} + t_{\text{пол}} = 5$$

$$\frac{\omega_{п.у.}}{n \cdot \omega_0} + \frac{\omega_{n,y} \cdot m}{86,4 \cdot Q_{y,p}} = 5$$

Произведя математические преобразования, получим:

$$\omega_{п.у.} = \frac{5n \cdot \omega_0}{1 + \frac{m \cdot n \cdot \omega_0}{86,4 \cdot Q_{y,p}}}, \text{ га}$$

Для тракторно-полеводческой бригады в составе трех пропашных тракторов (нормальный состав) выражение для определения оптимального размера ПУ примет вид:

$$\omega_{п.у.} = \frac{67,5}{1 + \frac{13,5 \cdot m}{86,4 \cdot Q_{y,p}}} = \frac{67,5}{1 + 0,16 \cdot \frac{m}{Q_{y,p}}}, \text{ га}$$

Соответственно изложенному выше орошение площади ПУ может быть выполнено:

а) способом поверхностного орошения с использованием временной оросительной сети в земляных руслах или сборно-разборных поливных лотков и трубопроводов (гибкие и полужесткие);

б) способом искусственного дождевания с использованием различных дождевальными аппаратами и агрегатами, получающие питание от открытой сети или трубопроводов;

в) способом ВПО. Каждому из этих способов соответствует определенный состав временной распределительной и оросительной сети на площади ПУ и ее расположение в плане.

При описании «Схем временной сети и расчёта элементов техники полива при разных способах орошения» формулируются условия, влияющие на выбор оптимальных размеров и формы ПУ, соответственно особенностям принятого способа орошения.

## **2.7 Техническое проектирование и расчёты, методика решения их в составе проекта**

### **2.7.1 Состав вопросов технического проектирования**

Вопросами технического проектирования, решение которых связано с определенными методами инженерного расчёта и конструирования элементов проектируемой внутрихозяйственной оросительной системы, являются:

1. Определение расчётных ординат (максимальной и минимальной) гидромодуля, значения которых используют для установления расчётных расходов каналов.

2. Расчётные расходы элементов регулирующей сети и параметры техники полива при разных способах орошения (поверхностное орошение, дождевание, ВПО).

3. Расчётные расходы проводящих каналов внутрихозяйственной сети.

4. Установление КПД элементов внутрихозяйственной системы и решение вопроса о необходимых антифильтрационных мероприятиях.

5. Гидравлический расчёт и конструирование продольного профиля и поперечных сечений каналов внутрихозяйственной сети.

6. Определение состава и типов гидротехнических сооружений (ГТС), совокупность которых обеспечивает учет распределения и использование оросительной воды в хозяйстве (арматура каналов внутрихозяйственной сети). Принципы подбора типовых сооружений из атласов линейных ГТС.

7. Конструирование полос отчуждений, занятых внутрихозяйственными дорогами, полезащитными лесными полосами и каналами оросительной сети. Определение фактического КЗИ для проектируемого объекта.

8. Подсчёты объёмов земляных работ по запроектированным каналам и другим объектам проектирования. Определение удельных и общих объёмов работ по проекту.

9. Соображения по вопросам организации, производству работ и эксплуатации запроектированной внутрихозяйственной системы.

10. Сметно-финансовые расчеты (СФР). Техничко-экономические показатели.

Совокупность названных вопросов определяет содержание технического проектирования в составе выполняемого проекта. В производственных условиях их выполнение производится инженерами и техниками, работающими над проектом.

Принятие соответствующих решений при этом строго регламентируется действующими ТУ, СНиП и другими нормативно-справочными источниками и делается ссылка на них.

### **2.7.2 Определение расчётной ординаты гидромодуля**

Максимальной расчётной ординатой ( $\bar{q}_{max}^p$ ) приведённого гидромодуля для каждого гидромодульного района на территории объекта проектирования, согласно указаниям СНиП, считается максимальная ордината этого графика после его укомплектования, сохраняющая свое значение в течении не менее 2 декад.

Если на территории объекта установлены несколько гидромодульных районов с распространением каждого на площадях:  $\omega_I, \omega_{II}, \omega_{III} \dots \omega_n$ , для которых получены значения максимальных расчётных ординат  $q_I^{-max}, q_{II}^{-max}, q_{III}^{-max} \dots q_n^{-max}$ , максимальной расчётной ординатой для хозяйства будет:

$$q_{p.хоз}^{-max} = \frac{\omega_I \cdot q_I^{-max} + \omega_{II} \cdot q_{II}^{-max} + \omega_{III} \cdot q_{III}^{-max} + \dots + \omega_n \cdot q_n^{-max}}{\sum \omega}, \quad \text{л/с га}$$

Установленное значение максимальной расчётной ординаты гидромодуля используется при определении нормальных расчётных расходов всех распределительных каналов внутривозвращенной сети, работающих непрерывно в течение оросительного периода.

Минимальной расчётной ординатой считается либо значение минимальной ординаты укомплектованного графика приведённого гидромодуля, либо, согласно указаниям действующих СНиП, её величина определяется по формуле:

$$q_p^{-min} = 0,4 \cdot q_p^{-max}, \quad \text{л/с га}$$

Минимальная расчётная ордината используется при определении минимальных расчётных расходов в тех же каналах, которые названы выше, и служит для проверки сохранения в канале командования при минимальных расходах и расстановке по трассам каналов перегораживающих подпорных сооружений при потере командования.

### **2.7.3 Схема временной сети и расчёт элементов техники полива при различных способах орошения**

Поверхностный способ орошения, регулирующая сеть в земляных руслах. Орошение ПУ при этом способе производится по двум схемам: продольной и поперечной (рис. 2.5.3). Отсюда видно, что расположение регулирующей сети определяет положение УР, т.к. поливные борозды всегда должны направляться по наибольшему уклону. На землях с уклонами более 0,002 предпочтительнее поперечная схема расположения регулирующей сети.

При разбивке ВО на ПУ следует руководствоваться данными табл. 2.7.3.1.

Таблица 2.7.3.1 Показатели для ВО при разных схемах их расположения

Показатели	Продольная	Поперечная
Максимальная длина оросителя, м	600-800	400
Минимальная длина оросителя, м	400-500	300
Максимальный расход, л/с	60	40
Минимальный расход, л/с	10	10
Минимальное расстояние между оросителями, м	70	по длине поливной борозды

Примечание: При длине поливных борозд более 300-400 м, когда проходимость через ВО не требуется, ороситель устраивается постоянным и расход его может быть равным 100, 200, 250 л/с, т.е. борозды могут получать воду непосредственно из УР.

Таблица 2.7.3.2 Элементы техники полива по бороздам (по Н.Т.Лактаеву)

Водопроницаемость почвогрунтов	Показатели борозды	Уклон вдоль поливных борозд				
		0,04 (0,025-0,05)	0,01 (0,0075-0,025)	0,005 (0,0025-0,0075)	0,00175 (0,001-0,0025)	0,0005 (<0,001)
Сильнопроницаемые (супеси и легкие суглинки, подстилаемые на глубине 1 м галечником)	Длина, м	$\frac{40}{40}$	$\frac{105}{105}$	$\frac{180}{200}$	$\frac{200}{250}$	$\frac{150}{-}$
	Расход, л/с	$\frac{0,1}{0,1 - 0,05}$	$\frac{0,5}{0,5 - 0,25}$	$\frac{0,75}{1,0 - 0,5}$	$\frac{1,5}{2,0 - 1,0}$	$\frac{1,0}{-}$
Повышенной водопроницаемости (легкие и мощные суглинки)	Длина, м	$\frac{75}{75}$	$\frac{130}{130}$	$\frac{250}{300}$	$\frac{300}{350}$	$\frac{250}{-}$
	Расход, л/с	$\frac{0,10}{0,1 - 0,05}$	$\frac{0,25}{0,25 - 0,125}$	$\frac{0,75}{1,0 - 0,5}$	$\frac{1,0}{1,5 - 0,75}$	$\frac{0,75}{-}$
Средневодопроницаемые (средние суглинки)	Длина, м	$\frac{100}{100}$	$\frac{175}{175}$	$\frac{300}{350}$	$\frac{300}{350}$	$\frac{350}{400}$
	Расход, л/с	$\frac{0,1}{0,1 - 0,05}$	$\frac{0,25}{0,25 - 0,125}$	$\frac{0,75}{0,75 - 0,375}$	$\frac{1,0}{0,75 - 0,375}$	$\frac{0,75}{0,75 - 0,375}$
Пониженной водопроницаемости (тяжелые суглинки)	Длина, м	$\frac{150}{100}$	$\frac{200}{200}$	$\frac{325}{400}$	$\frac{400}{400}$	$\frac{600}{600}$
	Расход, л/с	$\frac{0,1}{0,05 - 0,25}$	$\frac{0,1}{0,10 - 0,05}$	$\frac{0,25}{0,5 - 0,25}$	$\frac{0,25}{0,5 - 0,25}$	$\frac{0,5}{0,75 - 0,375}$
Слабопроницаемые (глина, суглинок, подстилаемые непроницаемыми прослойками)	Длина, м	$\frac{125}{125}$	$\frac{150}{250}$	$\frac{250}{350}$	$\frac{300}{450}$	$\frac{600}{700}$
	Расход, л/с	$\frac{0,05}{0,05 - 0,025}$	$\frac{0,05}{0,10 - 0,05}$	$\frac{0,10}{0,25 - 0,125}$	$\frac{0,10}{0,25 - 0,125}$	$\frac{0,25}{0,5 - 0,25}$

Примечание: \*) числитель – при постоянном расходе поливной струи;

знаменатель - при временном расходе поливной струи.

\*\* ) ширина междурядий 0,6 м.

Для планового размещения регулирующей оросительной сети на ПУ необходимо знать элементы техники полива, к которым относятся при поливе по бороздам: длина поливной борозды ( $l_{бор}$ ), ширина междурядья ( $a$ ), струя, подаваемая в борозду (расход борозды -  $q_{бор}$ ) и продолжительность подачи воды в борозду ( $t_{бор}$ ).

Элементы техники бороздкового полива зависят от уклона местности, водопроницаемости почв и спланированности поверхности орошаемого поля. Назначение элементов техники полива в каждом конкретном случае должно производиться, исходя из соблюдения условий:

- недопущение ирригационной эрозии почвы;
- высокой производительности труда на поливе.

Производительность труда поливальщика в значительной степени определяется длиной борозды, а та в свою очередь зависит от спланированности поверхности поля.

В проекте предусматривается проведение капитальной планировки полей. Для этих условий выбор элементов техники полива при орошении по бороздам следует производить по рекомендациям Н.Т.Лактаева (табл. 2.7.3.2).

За последнее время все больше в практику хлопководства внедряются предложения по расширению междурядий до 90 см, что позволяет увеличить  $l_{бор}$  и  $q_{бор}$ .

Расход поливной борозды, ширина междурядий и длина поливной борозды подбираются по таблице в зависимости от уклона местности и водопроницаемости почвогрунтов.

Расход поливной борозды можно определить по формуле:

$$q_{бор} = \frac{Q_{нетто}^{в.б.}}{n_{бор}^I}$$

где:  $n_{бор}^I$  – число одновременно работающих поливных борозд принимается таким, чтобы расход борозды соответствовал табличному значению.



При поперечной схеме полива количество поливных борозд определяется по следующей зависимости:

$$n_{\text{бор}} = \frac{L_{\text{го}}}{a},$$

где:  $L_{\text{го}}$  – длина временного оросителя, м.

Продолжительность работы поливной борозды определяется по формуле:

$$t_{\text{бор}} = \frac{0,0001 \cdot m \cdot l_{\text{бор}} \cdot a}{3600 \cdot l_{\text{бор}}}, \text{ час}$$

где:  $m$  – максимальная поливная норма ведущей культуры, м<sup>3</sup>/га.

Рационализация техники полива при поверхностном орошении по бороздам должна идти по пути увеличения поливного тока, оптимизации и автоматизации подачи воды и обеспечения равномерного распределения ее по ПУ путём замены ВО поливными лотками, трубопроводами, разработки режима подачи поливного тока. Одной из разновидностей рационализации техники полива является лотковая сеть с применением гибких шлангов и поливных машин.

Полив по бороздам с использованием гибких трубопроводов. При использовании гибких поливных трубопроводов, изготовленных из различных пластмассовых материалов – специальной мелиоративной капроновой ткани, улучшается водораспределение по площади (ПУ) поливного участка, увеличивается КЗИ его площади, несколько сокращаются потери воды и увеличивается производительность труда поливальщика.

Характеристика капроновых трубопроводов представлена в табл. 2.7.3.3.

Длина одного шланга составляет 100-120 м. трубопроводы выпускаются двух значений: транспортирующие и поливные. Транспортирующие - изготавливаются без отверстий. Поливные трубопроводы имеют водовыпускные отверстия через 0,6 или 0,9 м с пластмассовым водовыпуском, который позволяет плавно регулировать подачу воды в борозду. Любой участок поливного трубопровода может быть превращен в транспортирующий, если герметически перекрыть водовыпускные отверстия.

Таблица 2.7.3.3 Характеристика капроновых трубопроводов

Диаметр трубопроводов, мм	Вес п.м. поливного трубопровода, кг.	Пропускная способность, л/с
145	0,220	15-35
200	0,320	30-70
300	0,430	65-150
350	0,550	90-200
420	0,660	125-280
460	0,760	160-340

В зависимости от местных условий гибкие транспортирующие и поливные трубопроводы можно подавать следующими способами:

1. Самотёком, с помощью гидрантов закрытых водоводов; железобетонных лотков через специальные водовыпуски или при помощи переносных сифонов; любых каналов, имеющих достаточное командование или возможность подпора воды.

2. Принудительно, передвижными насосами разных марок; насосами, смонтированными на поливных машинах типа ППА-165У, переносными гибкими трубопроводами можно поливать как по продольной, так и по поперечной схеме полива. Вторая предпочтительнее, т.к. она производительнее и имеет меньшую протяженность переносных трубопроводов (рис. 2.2.1.2).

Поливная машина ППА-165У снабжена насосом и гибким шлангом для забора воды из открытых оросителей. Производительность насоса 150-175 л/с. Длина гибкого шланга 400-300м, диаметром 300 мм, КИВ – 0,6-0,8, рабочий напор – 4-5,5 м, высота всасывания – 1,5 м.

Полив дождеванием характеризуется следующими параметрами: действительная интенсивность дождя –  $P_q$ , которая характеризует плотность его в момент выпадения осадков в данной точке, независимо от того перемещается полоса дождя или нет, и она определяется по формуле:

$$P_q = \frac{60 \cdot Q_M}{\omega_M}$$

где:  $Q_M$  – расход машины, л/с.

$\omega_M$  – площадь полива без движения машины, м<sup>2</sup>;

средневзвешенный диаметр капель  $d_k$ , по агротехническим требованиям не должен превышать 1,5 мм;

средняя интенсивность дождя  $P_{cp}$  выражает плотность выпадения дождя за все время полива и определяется по формуле:

$$P_{cp} = \frac{60 \cdot Q_M}{\omega_M}$$

где:  $Q_M$  – расход машины, л/с;

$\omega_M$  – площадь полива, м<sup>2</sup>.

Для машин, работающих позиционно:

$$\omega_M = l \cdot b, \quad \text{м}^2$$

где:  $l$  и  $b$  - длина и ширина захвата дождем, созданного машиной.

Для машин работающих в движении:

$$\omega_M = l \cdot L_{\sigma}, \quad \text{м}^2$$

где:  $L_{\sigma}$  - длина бьефа, м. для машин «ДДК-100 М» = 150-400 м.

Для машин, работающих позиционно с вращением насадки по кругу без учета площади перекрытия дождем:

$$\omega_M = \pi \cdot R^2, \quad \text{м}^2$$

где:  $R$  - радиус действия аппарата (дальность полета струи), м.

С учетом перекрытия площади дождем:

$$W_M = \frac{\pi \cdot R^2}{\mu},$$

где:  $\mu$  - коэффициент перекрытия при поливе по треугольнику – 1,2, квадрату – 1,57;

- слой осадков за один проход или оборот  $h$  мм. Средняя интенсивность дождя не отражает характер подачи дождя, так как постоянный  $P_{CO}$  через различные промежутки времени может выпадать различный слой осадков. Если

средняя и действительная интенсивность дождя не зависит от скорости движения машин или числа оборотов ствола, то слой осадков зависит от этих величин.

Дождь, который выпадает за один проход или оборот аппарата должен впитаться в почву между очередными подачами воды.

Впитывающая способность почвы характеризуется законом впитывания. По А.Н.Костякову:

$$K_t = \frac{K_1}{t^\alpha}$$

Где:  $K_1$  - скорость впитывания в конце первого часа, м/ч;

$\alpha$  - параметр, характеризующий изменение скорости впитывания во времени;

$K_t$  - скорость впитывания в конце любого времени, час.

Параметр  $\alpha$  изменяется в пределах 0,3-0,8 в среднем равен 0,5. Значения скорости впитывания к концу первого часа ( $K_1$ ) в зависимости от почв даны в табл. 2.7.3.4

Таблица 2.7.3.4 Количественные показатели водопроницаемости почв.

Водопроницаемость почвы	Слой воды, впитывающийся за первый час, см	$K_1$ , м/ч	$\alpha$
Сильная	> 10	> 0,1	< 0,35
Повышенная	8-10	0,1-0,075	0,35-0,45
Средняя	6-8	0,075-0,05	0,45-0,6
Пониженная	4-6	0,05-0,03	0,6-0,7
Слабая	< 4	< 0,03	> 0,7

Технико-экономическая характеристика распространенных дождевальных устройств дана в табл. 2.7.3.5. Дождевальная машина «Фрегат» выпускается промышленностью десяти модификаций, её характеристика приводится в табл. 2.7.3.6. Величина поливной нормы обеспечивается скоростью вращения машины. Она обеспечивается специальным краном-регулятором, установленным на последней тележке (табл. 2.7.3.7)

Таблица 2.7.3.5 Техничко-экономические показатели дождевальнх машин

Показатели	Дождевальные установки						
	ДДА-100 МА	ДДН-70	ДДН-100	ДКШ-64	«Фрегат»	ДФ-120	ЭДМФ
1	2	3	4	5	6	7	8
Расход, л/с	130	65	100	62,5	50-100	120	170-180
Напор, м	37	50-55	85	35-40	50-65	45	31-34
Тип насадок	дефлектор	дальнеструйный	-	среднеструйный	-	среднеструйный	короткоструйный дефлектор
Радиус разбрызгивания, м	10	65-70	75-85	12-15	25-30		
Длина крыла, м	110,3	-	-	395,8	276,9-454,5	-	-
Количество дождевальных крыльев	2	-	-	2	1	1	2
Длина полосы увлажнения крыльев, м	120	-	-	150-400	276,9-454,5	450	800
Ширина полосы увлажнения, м	16	-	-	18	40	54	
Площадь увлажнения с одной позиции, га	-	0,94	1,45	1,44	40-72	2,43	-
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	2,5	0,415	0,30-0,38	0,275	0,19-0,31	0,285	1,1
Расстояние между гидрантами, м	-	110-115	150-75	18	553,8-909	54,0	
Расстояние между оросителями, трубопроводами, м	120	(1,42-1,5)·R	(1,42-1,5)·R	до 800	553,8-900	900	800

Коэффициент использования времени на поливе:							
за смену	0,85	0,85	0,85	0,85	0,96	0,90	
за сутки	0,80	0,80	0,80	0,80	0,96	0,80	
за сезон	0,70	0,70	0,70	0,78	0,90	0,70	
Производительность за сезон, га	100-120	60-70	90-100	70-100	72-144	100-120	
Высота трубопровода над землей, м	1,5-4,8	-	-	0,89	2,2	2,1	3,3
Характер работы при поливе	в движении	позиционно	позиционно	позиционно	в движении	позиционно	в движении
Скорость передвижения, км/ч	0,57-1,03	тракторная	тракторная	0,54	тракторная	0,47	0,01-0,13
Допустимые уклоны местности	0,003	0,003	0,003	0,003	0,02	0,02	0,02-0,0001
Стоимость, сум	6500	3000	3900	10000	18000-14200	22000	0,02-0,0001
Условия водозабора	открытая сеть	открытая сеть	закрытая сеть	закрытая сеть	закрытая сеть	закрытая сеть	открытая сеть

Таблица 2.7.3.6 Техническая характеристика модификаций машины «Фрегат»

Показатели	Марка машины									
	ДМ-454			ДМ-424			ДМ-394		ДМ-335	
Количество тележек, шт.	16	16	16	15	15	15	14	14	13	12
Расход, л/с	100	70	50	90	70	50	80	55	68	58
Максимально допустимый уклон поверхности земли	+0,2 -0,05	+0,03 -0,05	+0,05 -	+0,02 -0,05	+0,03 -0,05	+0,05	+0,03 -0,05	+0,05	+0,05	+0,05
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,31	0,23	0,13	0,03	0,25	0,19	0,29	0,22	0,26	0,26
Максимальная площадь полива при включенном концевом аппарате, га	72	72	72	64	64	64	55	55	45	40,5
Радиус полива при отключенном концевом аппарате, м	468	465	463	438	435	433	408	405	378	349
Минимальное время полного оборота (час) и норма полива, м <sup>3</sup> /га	$\frac{51}{240}$	$\frac{51}{175}$	$\frac{51}{125}$	$\frac{47,5}{240}$	$\frac{47,5}{185}$	$\frac{47,5}{135}$	$\frac{44}{230}$	$\frac{44}{160}$	$\frac{40,5}{210}$	$\frac{37}{190}$
Длина машины, м	453,5	453,5	453,5	423,9	423,9	423,9	394,3	394,3	364,7	365,0
Стоимость машины, сумм		18000		17070			16140		15200	14280

Таблица 2.7.3.7 Влияние скорости вращения машины «Фрегат» на величину поливной нормы

Положение крана-регулятора	Скорость последней тележки, м/ч	Время поливного оборота, ч	Расчетная поливная норма, м <sup>3</sup> /га	Фактическая поливная норма, м <sup>3</sup> /га
0	51,8	52,0	250	230
А	47,5	57,9	260	240
Б	44,6	61,5	300	290
В	34,6	79,2	340	396
Г	24,5	111,0	550	525
Д	12,9	214,0	1060	904

Расход машины регулируется изменением напора на гидранте и количеством дождевальных аппаратов, а также сменой сопел для дождевальных аппаратов.

Улучшение качества дождя и равномерность его распределения по длине крыла достигается подпором аппаратов со сменными соплами и установкой регулировочного крана перед каждым аппаратом. Дождевальная машина «Днепр» (ДФ-120) передвигается трактором ЮМЗ-6 м. имеет 17 опорных тележек. Четыре машины обслуживают два человека: оператор и электрик.

Дождевальная машина «Волжанка» выпускается шести модификаций, её техническая характеристика приведена в табл. 2.7.3.8.

Таблица 2.7.3.8 Техническая характеристика дождевальных машин «Волжанка»

Показатели	ДКШ-64-800	ДКШ-56-700	ДКШ-48-600	ДКШ-40-500	ДКШ-32-400	ДКШ-24-300
Расходы воды, л/с	64	56	48	40	32	24
Напор на гидранте: при L=0	42	40	39	48	37	36
при L=0,02	50	47	45	43	41	39
Средний слой дождя с перекрываанием, мм/мин	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Ширина захвата двух крыльев, м	800	700	600	500	400	300
Число дождевальных аппаратов	65	56	48	40	32	24



Площадь полива с одной позиции, га	1,44	1,26	1,08	0,90	0,72	0,54
Скорость передвижения, м/мин	9	9	9	9	9	9

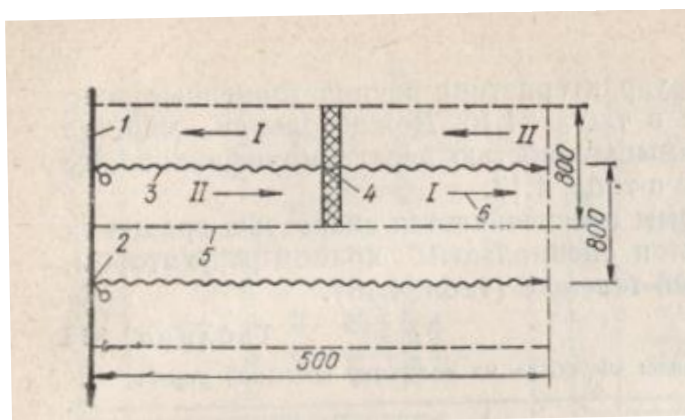


Рис. 2.7.3.1 Схема полива дождевальной машиной «Кубань»

С 1981 гола освоено производство новой электрифицированной дождевальной машины фронтального действия «Кубань» (ЭДМФ).

Установка работает в движении. Забор воды осуществляется из открытого канала с шириной по дну  $v \geq 0,5$  м и глубиной воды  $h \geq 0,6$  м.

Канал может быть облицован плитами, монолитным бетоном или заменен лотками. Технология полива дана на рис. 1.7.3.1.

Начинать полив следует с середины поля половинной нормой полива. Наличие реверса и регулятора скорости хода позволяют регулировать число проходов по полю и размер поливной нормы.

Расчёт полива дождеванием любой машиной или установкой сводится к выбору дождевальных устройств и определению интенсивности дождя, времени работы на одной позиции или бьефе, производительности машины или установки и числа дождевальных устройств для полива заданного участка.

#### **2.7.4 Схема временной оросительной сети и техника полива при внутрипочвенном орошении (ВПО)**

В настоящее время такой вид орошения проходит этап опытно-производственных исследований, результаты которых говорят о высокой

мелиоративной эффективности этого способа увлажнения в аридной зоне. ООО «УзГИП» издал «Временные рекомендации по проектированию систем ВПО из полиэтиленовых труб». САНИИРИ изучил параметры и принцип работы систем ВПО, регулирующими элементами которой являются очаговые увлажнители, и опубликовал элементы расчёта и принципы конструирования системы такого вида, что даёт основания для технического проектирования таких систем.

Основными положениями для проектирования схемы оросительной сети и определения элементов техники полива для системы ВПО являются следующие:

1. Внутрипочвенное орошение должно проектироваться на орошаемых землях с технически совершенной оросительной сетью, где необходимо предусматривать: максимальное использование существующей оросительной сети; возможность полной механизации сельскохозяйственного производства и автоматизации полива; экономное расходование строительных материалов; возможность ввода в действие систем по очередям; очистка и промывка распределительной и увлажнительной сетей.

При проектировании опытно-производственных систем необходимо предусматривать возможность проведения на них комплекса наблюдений исследований.

2. Контуры систем ВПО должны быть увязаны с внутривладельческим землеустройством полей чередования сельскохозяйственных культур, бригад и иметь по возможности прямоугольную форму.

3. Земли системы ВПО должны быть хорошо спланированы. Проекты строительной планировки разрабатываются по данным нивелировки поверхности по квадратам 20х20 м. В зависимости от сложности рельефа планировка может производиться под улучшенную топографическую поверхность, под наклонную и горизонтальную плоскости. Наибольший уклон поверхности не должен превышать 0,03.

4. Почвы систем ВПО должны относиться к незасоленным, где должны преобладать суглинки. Проектам систем ВПО необходимо содержать мероприятия, предупреждающие засоление почв.

5. Источниками орошения систем ВПО могут служить: внутрихозяйственная оросительная сеть, скважины, в том числе скважины вертикального дренажа, водохранилища, естественные водотоки и водоемы.

6. Минерализация оросительной воды и показатель потенциального поглощения натрия SAR не должны превышать значений, указанных в таблице 2.7.4.1.

Таблица 2.7.4.1 Максимально допустимая минерализация оросительной сети

Классификация почв по механическому составу	Минерализация оросительной сети		
	г/л	мг – экв/л	SAR
Глины, тяжелые и средние, суглинки	2,0	35	10
Легкие суглинки	3,0	50	12
Супеси	4,0	65	15

Показатель потенциального поглощения натрия определяется выражением:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^+ Mg^{++}}{2}}}, \text{ мг-экв/л}$$

где:  $Na^+, Ca^+, Mg^{++}$  – содержание в оросительной воде катиона натрия, кальция и магния, мг – экв/л.

Щелочность оросительной воды (содержание остаточного карбоната натрия) не должна превышать 1,25 мг – экв/л. На кислых почвах, рН водной вытяжки которых менее 5,5, щелочность воды может составлять 2,5 мг – экв/л.

1. Мутность оросительной воды не должна превышать 0,4 г/л.

*Элементы и схемы систем ВПО.* Ими являются:

1. Водозаборное сооружение (скважина), насосная станция, отстойник, оросительная сеть.

Системы ВПО, проектируемые на орошаемых землях, в некоторых случаях могут не иметь полного перечня основных элементов.

2. Проектирование водозаборных сооружений, скважин, насосных станций, отстойников должно вестись с соблюдением СНиП по проектированию

мелиоративных систем, речных ГТС и наружных сетей и сооружений водоснабжения.

3. Оросительная сеть системы ВПО состоит из участковых распределителей (УР), трубчатых оросителей и увлажнителей. Крупные системы могут также включать ВХР различных порядков.

4. УР и распределители более высокого порядка могут быть трубчатыми и открытыми (лотки, каналы с облицовкой и без нее) и должны проектироваться с соблюдением СНиП по проектированию мелиоративных систем.

5. Для трубчатых оросителей должны применяться неметаллические трубы: полимерные, безнапорные асбестно-цементные, бетонные и др.

6. Для опорожнения и промывки сети на трубчатых оросителях следует предусматривать сбросные водовыпуски, которые должны производиться в коллекторно-дренажную сеть. (КДС).

7. Для управления поливом трубчатые оросители снабжают дроссельными затворами и водомерными устройствами. На них могут, при необходимости, устанавливаться регуляторы давления.

8. Для увлажнителей должны применяться полиэтиленовые трубы малых диаметров (до 25 мм).

9. Глубину укладки увлажнителей следует принимать из расчёта, чтобы они не повреждались при пахоте (0,40-0,60 м).

10. Расстояния между увлажнителями (1,0-3,5 м) должны уточняться опытным путем.

11. Полив при ВПО может проектироваться по продольной, поперечной и смешанной схемам, в зависимости от рельефа территории и расположения существующей оросительной сети.

12. Длину увлажнителей и оросителей надлежит устанавливать на основании технико-экономических расчётов.

*Режим орошения.* Величина оросительной нормы назначается в соответствии с действующими расчётными значениями оросительных норм сельскохозяйственных культур в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи.

1. Для вегетационного периода величина оросительной нормы устанавливается опытным путём. Например, для Голодной степи она может быть принята равной 0,8.

2. Поливная норма вычисляется по формуле:

$$m = (ППВ - МВ) \cdot h_{акт} \cdot K, \text{ м}^3/\text{га}$$

где:  $m$  – поливная норма, м<sup>3</sup>/га;

ППВ – предельная полевая влагоёмкость метрового слоя почвы, м<sup>3</sup>/га;

МВ – максимальная молекулярная влагоемкость (влажность завядания) метрового слоя почвы;

$h_{акт}$  – мощность активного слоя почвы при ВПО (зоны распространения корневой системы растений), м;

$K$  – коэффициент, учитывающий необходимость создания промывного режима орошения, определяется в соответствии с ВСН-П-8-74.

Если необходимые для расчёта данные отсутствуют, то поливная норма применяется максимальной – 1000 м<sup>3</sup>/га.

*Гидравлический расчёт и проектирование сети ВПО.*

1. Гидравлический расчёт увлажнителей и трубчатых оросителей должен производиться на установившееся движение воды.

2. Расчётный гидромодуль определяется по зависимости:

$$q = \frac{m \cdot n}{86,4 \cdot t}, \text{ л/с га}$$

где:  $m$  – поливная норма, м<sup>3</sup>/га;

$n$  – число тактов водооборота;

$t$  – межполивной период для самого напряженного по водопотреблению месяца (июль), сут.

3. Число тактов водооборота должно приниматься в соответствии с водно-физическими свойствами почвы и степенью перфорации увлажнителей.

4. При расчётах коэффициент неравномерности полива должен приниматься не менее 0,85.

5. Пьезометрический напор над осью увлажнителей следует принимать не более 1 м водяного столба.

6. Диаметр перфорационных отверстий назначается в пределах от 1,0 до 2,5 мм, расстояние между отверстиями 0,2-0,5 м.

7. Определение удельного расхода увлажнителя должно производиться в зависимости от пьезометрического напора и водно-физических свойств почвы по зависимости:

$$q = a \cdot h_1, \quad \text{м}^2/\text{с}$$

где:  $q$  – впитывание в расчёте на 1 м длины увлажнителя,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;

$a$  – параметр, зависящий от водно-физических свойств почвы и степени перфорации увлажнителей,  $\text{м}/\text{с}$ ;

$h_1$  – пьезометрический напор в увлажнителе, м.

Расчётной значение « $a$ » определяется по зависимости:

$$a = \frac{m \cdot n \cdot l_1}{86,4 \cdot t \cdot h_p}$$

где:  $l_1$  – расстояние между увлажнителями, м;

$h_p$  – расчётный напор под осью увлажнителя, м водяного столба.

8. Для расчёта увлажнителей могут использоваться следующие зависимости:

$$h_1 = h_2 \cdot ch\sqrt{a \cdot A} \cdot l - \frac{i - A \cdot Q_2}{\sqrt{a \cdot A}} \cdot S \cdot h\sqrt{a \cdot A} \cdot l;$$

$$Q_1 = Q_2 + \frac{a \cdot h_2}{\sqrt{a \cdot A}} \cdot S \cdot h\sqrt{a \cdot A} \cdot l + \frac{i - a \cdot Q_2}{A} [1 - ch\sqrt{a \cdot A} \cdot l]$$

где:  $h_1, h_2$  – пьезометрический напор соответственно в начальном и конечном сечениях расчётного участка, м;

$l$  – длина расчётного участка, м;

$i$  – уклон увлажнителя;

$Q_1, Q_2$  – расход в начальном и конечном сечениях, м<sup>3</sup>/с.

Через «А» в этих зависимостях обозначено:  $A = \frac{40,8\nu - 4,31a \cdot \bar{h}}{q \cdot d^4}$ ,

где:  $\nu$  – кинематический коэффициент вязкости воды;

$h$  – среднее значение пьезометрического напора на расчётном участке, м;

$q$  – ускорение свободного падения, м<sup>2</sup>/с;

$d$  – диаметр увлажнителя, м.

9. Трубчатые оросители следует рассчитывать на равномерную по длине раздачу. Для расчёта могут использоваться следующие зависимости:

$$h_1 = \frac{M}{(n+1) \cdot q_2} \cdot (Q_1^{n+1} - Q_2^{n+1}), \quad h_f = \frac{M}{n+1} \cdot Q_1^n \cdot L$$

где:  $h_f$  – потери напора по длине, м;

$Q_1, Q_2$  – расходы в начальном и конечном сечениях оросителя, м<sup>3</sup>/с;

$q_2$  – раздача по пути, м<sup>2</sup>/с;

$L$  – длина расчётного участка оросителя, м.

Транзитная часть оросителей может рассчитываться по формуле:

$$h_t = M \cdot Q^m \cdot L$$

где:  $Q$  и  $L$  – расход и длина транзитной части оросителя. Параметры  $M$  и  $h$  в расчётных зависимостях настоящего пункта определяются опытным путём. Для полиэтиленовых спирально-шовных труб их значения можно принимать по таблице 2.7.4.2.

Таблица 2.7.4.2 Значение  $M$  и  $h$  для полиэтиленовых труб.

Диаметр трубы, мм	$M$	$h$
150	$5,0 \cdot 10^{-5}$	1,69
250	$7,78 \cdot 10^{-5}$	1,60
300	$3,58 \cdot 10^{-5}$	1,60

## 2.7.5 Назначение водораспределения по каналам внутрихозяйственной оросительной сети

В проектах внутрихозяйственной оросительной сети устанавливаются следующие расходы каналов:  $Q_{норм}^{бр}$ ,  $Q_{мин}^{бр}$ ,  $Q_{фор}^{бр}$

Основным расчётным расходом является нормальный расход  $Q_{норм}^{бр}$ , который используется при гидравлическом расчёте для определения размеров (габаритов) канала.

Кроме нормального расхода, все постоянно действующие внутрихозяйственные каналы рассчитываются на форсированный расход, появление которого может быть вызвано природными факторами и хозяйственными потребностями к ним относятся:

- а) климатические условия в периоды острой засушливости;
- б) безаварийное распределение по каналам паводковых расходов, поступивших в систему;
- в) компенсация в сжатые сроки недоданных расходов в связи с временным перерывом в работе распределительного канала (авария);
- г) перспективы расширения орошаемой площади и орошение новых более влаголюбивых культур и др.

Величина форсированного расхода определяется по формуле:

$$Q_{фор} = Q_{норм}^{бр} \cdot K_{\phi}$$

где:  $K_{\phi}$  – коэффициент форсировки, значение которого принимается по таблице 2.7.5.1.

Таблица 2.7.5.1 Значение коэффициента форсировки.

Нормальный расход, м <sup>3</sup> /с	$K_{\phi}$
< 1,0	1,2-1,3
1,0-10,0	1,15-1,2
> 10	1,1-1,15



Высота дамб канала назначается из требования иметь нормативный запас над уровнем воды в канале при пропуске по нему  $Q_{фор}$ .

Форсированный расход воды для дождевальных систем не предусматривается.

Третьим расчётным расходом при проектировании каналов распределительной сети является минимальный расход. Смысл такого расчёта состоит в том, что при работе канала минимальным расходом может быть потеряно командование над орошаемой территорией.

Наполнение канала при  $Q_{мин}^{бр}$  служит для решения вопроса о размещении по трассе канала перегораживающих сооружений, которые, создавая подпор, восстанавливают командование.

Определение расчётных расходов каналов внутрихозяйственной сети назначают с разработки плана порядка каналов, т.е. схемы распределения воды в период максимального и минимального водопотребления. Эта схема должна соответствовать максимальному значению КПД хозяйственной сети, высокой производительности бригад на поливе и обработке почв.

Хозяйство в течении всего вегетационного периода получает оросительную воду непрерывным током, согласно системного плана водопользования. Исключением могут быть маловодные системы, где устанавливается межхозяйственный водооборот.

Расход воды, подаваемый в хозяйство в период максимального водопотребления, определяется по зависимости:

$$Q_{хоз}^{нетто} = q_{расч}^{-max} \cdot \omega_{хоз}^n, \text{ м}^3/\text{с}$$

где:  $q_{расч}^{-max}$  – максимальная расчётная ордината гидромодуля по графику приведённого гидромодуля, л/с га;

$\omega_{хоз}^n$  – посевная площадь хозяйства, га.

Если в пределах границ хозяйства выявлено несколько гидромодульных районов, то за расчётную ординату гидромодуля следует принимать средневзвешенную ординату, определяемую по формуле:

$$\bar{q}_{ср.взв} = \frac{\bar{q}_I^{max} \cdot \omega_I^n + \bar{q}_{II}^{max} \cdot \omega_{II}^n + \bar{q}_{III}^{max} \cdot \omega_{III}^n + \dots + \bar{q}_n^{max} \cdot \omega_n^n}{\omega_{хоз}^n}$$

Аналогично определяется расход, потребный для хозяйства в период минимального водопотребления:

$$Q_{мин}^{n.хоз} = q_{расч}^{мин} \cdot \omega_{хоз}^n$$

где:  $q_{расч}^{мин} = 0,4 \cdot q_{расч}^{max}$  – минимальная расчётная ордината гидромодуля, л/с га.

Создавая (проектируя) плановую схему ВХР необходимо учитывать целесообразность создания на территории хозяйства независимых по условиям водообеспечения единиц водопользования. Желательно, чтобы ВХР обслуживали одну или несколько целых единиц водопользования.

Расход воды на единицу водопользования определяется либо на основании составленного для него графика приведенного гидромодуля, либо используется график гидромодуля, составленного для всего хозяйства, а также размера площади единицы водопользования.

Пропускная способность ВХР определяется в зависимости от обслуживаемых ими количества единиц водопользования. Когда обслуживается одна единица, расход подсчитывается по формулам:

$$Q_{ед.в}^{мак}^{нетто} = q_{расч}^{max} \cdot \omega_{ед.в}^{нетто} \text{ – при максимальном и}$$

$$Q_{ед.в}^{мин}^{нетто} = q_{расч}^{мин} \cdot \omega_{ед.в}^{нетто} \text{ – при минимальном водопотреблении.}$$

Расход ВХР, обслуживающего поселок и другие площади нечередующих сельскохозяйственных культур, определяется по формуле:

$$Q_{пос}^{нетто} = Q_{хоз}^{нетто} \cdot \sum Q_{ед.в}^{мак}^{нетто} \text{ – при максимальном и}$$

$$Q_{\text{пос}}^{\text{нетто}} = Q_{\text{хоз}}^{\text{нетто}} \cdot \sum Q_{\text{ед.в}}^{\text{мин}}^{\text{нетто}} \quad \text{— при минимальном водопотреблении.}$$

Пропускная способность ВХР, обслуживающего две или несколько единиц водопользования, определяется путём суммирования расходов, подаваемых на единицу водопользования (бригады) по участкам, начиная с конца канала.

Определив расходы всех единиц водопользования, можно приступить к установлению расходов участкового распределителя (УР).

Устанавливая расход УР, надо учитывать как схему чередования сельскохозяйственных культур, так и схему закрепления бригад по полям чередования сельскохозяйственных культур. Это определяет очередность полива полей чередования сельскохозяйственных культур в пределах бригадного участка (единица водопользования) с учётом того, чтобы расход УР был бы не более 250-300 л/с и не менее расхода, нужного для полива площади равной производительности трактора на продольной обработке (10-15 га за смену), т.е.:

$$Q_{\text{УР}} = \frac{\omega_{\text{сум}} \cdot m}{86,4}, \text{ л/с}$$

где:  $m$  – максимальная поливная норма, м<sup>3</sup>/га.

Возможны следующие три случая очередности полива полей чередования сельскохозяйственных культур в бригаде:

1.  $Q_{\text{УР}} = Q_{\text{ед.в}}$  – т.е. работает один УР и полив полей чередования сельскохозяйственных культур производится поочередно.

2.  $Q_{\text{УР}} = \frac{Q_{\text{ед.в}}}{n}$ , где:  $n$  – число одновременно работающих УР.

Одновременно работают 2-3 УР с одинаковыми расходами и поливается 2-3 поля чередования сельскохозяйственных культур.

3.  $Q_{\text{УР}}^{\text{хл}} = Q_{\text{ед.в}}^{\text{хл}}$  – расход на поля чередования сельскохозяйственных культур, занятые хлопчатником в пределах единицы водопользования, м<sup>3</sup>/с.

$Q_{\text{УР}}^{\text{тп}} = Q_{\text{ед.в}}^{\text{тп}}$  – расход на поля, занятые травами в пределах севооборота (единицы водопользования), м<sup>3</sup>/с.

Работают одновременно 2 участковых распределителя – один на поливе хлопчатника, другой на увлажнении люцерны. Случай возможен, когда в хозяйстве за единицей водопользования закреплена специализированная бригада.

Если расход УР окажется меньше расхода, нужного для полива площади равной производительности трактора, что может быть при минимальном водопотреблении, то устанавливается водооборот между единицами водопользования (бригадами). В этом случае расход УР будет:

$$Q_{ур} = 2Q_{год.в}^{нетто}, \text{ м}^3/\text{с}$$

Определив расход УР, увязывают его с расходами принятой поливной техники и временной регулирующей сети. Расходы регулирующей сети (ВО, выводные борозды) определяется в зависимости от принятой схемы временной сети на поливных участках (ПУ) с учётом следующих положений:

а) расчётные расходы старших элементов этой сети должны быть увязаны с расходами младших элементов кратным отношением;

б) расчётные расходы должны обеспечить полив всей площади ПУ в срок, не превышающий  $t_{в.о.} = 2$  суток;

в) расходы должны иметь значения, при которых не будет иметь место ирригационная эрозия и обеспечивается (в случае необходимости) проходимость сельскохозяйственных машин через соответствующий элемент временной оросительной сети.

С учётом этих общих требований, расчётные расходы каналов регулирующей сети определяются по следующим зависимостям. Расход ВО должен удовлетворять условиям:

1. Продолжительность полива – не более 2-х суток:

$$t_{в.о.} = \frac{\omega_{в.о.} \cdot m}{86,4 \cdot Q_{в.о.}} \leq 2_{сут}$$

2. Скорость воды – не больше допустимой скорости размыва:

$$V_{\text{фак}} \leq V_{\text{дон}} = 0,95 \cdot V_o \cdot R^{1/3}, \quad \text{м/с}$$

3. Строительная высота ВО не должна быть более 0,3 м (для свободного прохождения трактора).

Отсюда:  $Q_{\text{в.о.}}^{\text{брутто}} = 10 - 60 \quad \text{л/с}$ :

4. Расход ВО должен быть увязан с расходом УР:

$$Q_{\text{в.о.}}^{\text{нетто}} = \frac{Q_{\text{ур}}^{\text{нетто}}}{n_{\text{в.о.}}} > \frac{m \cdot \omega_{\text{в.о.}}}{86,4 \cdot t_{\text{в.о.}}}, \quad \text{л/с},$$

где:  $m$  – максимальная поливная норма ведущей культуры, м<sup>3</sup>/га;

$t_{\text{в.о.}} \leq 2$  суткам, продолжительность полива на ВО;

$\omega_{\text{в.о.}}$  – площадь, орошаемая из одного ВО, га.

$$\omega_{\text{в.о.}} = \frac{\omega_{\text{поля}}^{\text{нетто}}}{n_{\text{в.о.}}}, \quad \text{га},$$

где:  $n_{\text{в.о.}}$  – число ВО, задается с таким расчетом, чтобы площадь, орошаемая из него, была в пределах 5-10 га.

$\omega_{\text{поля}}^{\text{нетто}}$  – площадь «нетто» поля чередования сельскохозяйственных культур, га.

Следующим звеном регулирующей сети при продольной схеме полива являются выводные борозды (ок-арыки).

Число выводных борозд на ВО определяется по формуле:

$$n_{\text{в.б.}} = \frac{L_{\text{в.о.}}}{L_{\text{бор}}} + 1 \quad \text{или} \quad n_{\text{в.б.}} = \frac{L_{\text{поля}}}{L_{\text{бор}}}, \quad \text{шт}$$

где:  $L_{\text{бор}}$  – длина поливной борозды, принимается по таблице элементов техники полива (число выводных борозд должно быть целым).

Расход поливных борозд на выводной борозде можно определить по следующей формуле:

$$Q_{\text{в.б.}}^{\text{нетто}} = \frac{Q_{\text{в.о.}}^{\text{нетто}}}{n_{\text{в.б.}}}, \quad \text{л/с}$$

Количество поливных борозд на выводной борозде можно определить следующим образом:

$$n_{бор} = \frac{B_{в.о.}}{a}, \text{ шт}$$

где:  $a$  – ширина междурядий, м;

$B_{в.о.}$  – длина выводной борозды или расстояние между ВО (меньше 70 м не рекомендуется принимать, т.к. большое число ВО значительно увеличит объём земляных работ).

Увязка работы элементов регулирующей сети производится соблюдая следующие указания:

$$Q_{в.б.}^{нетто} = n_{бор}^1 \cdot q_{бор}, \text{ л/с}$$

$$Q_{в.о.}^{нетто} = n_{в.б.}^1 \cdot Q_{в.б.}^{нетто}, \text{ л/с}$$

где:  $n_{бор}^1$  – число одновременно работающих поливных борозд;

$n_{в.б.}^1$  – число одновременно работающих выводных борозд.

Продолжительность подачи воды по ВО определяется по зависимости:

$$t_{в.о.} = \frac{\omega_{в.о.} \cdot m}{86,4 \cdot Q_{в.о.}^{нетто}} = E \cdot K \cdot t_{бор} \leq 48 \text{ ч}$$

где:  $E$  – число тактов по временному оросителю;

$$E = \frac{n_{в.б.}}{n_{в.б.}^1}$$

где:  $K$  – число тактов по выводной борозде:

$$K = \frac{n_{бор}}{n_{бор}^1}$$

При поперечной схеме расположения регулирующей сети на ПУ выводные борозды отсутствуют.

Количество ВО задается так, чтобы расход не превышал 40 л/с, а длина его находилась в пределах 300-400 м.

Количество поливных борозд на ВО:

$$n_{\text{бор}} = \frac{L_{\text{в.о.}}}{a}, \quad \text{шт}$$

Количество тактов на ВО:

$$E = \frac{n_{\text{бор}}}{n_{\text{бор}}^1}$$

Число тактов должно быть целым. Это достигается подпором размера поливной струи в пределах рекомендуемых значений для уклонов и проницаемости почв поливного участка (ПУ).

Рационализация техники полива при поверхностном орошении по бороздам должна идти по пути увеличения поливного тока, оптимизации длины борозд, тщательной планировки ПУ поля; механизации и автоматизации подачи воды и обеспечения равномерного распределения её по ПУ путём замены временного оросителя (ВО) поливными лотками, трубопроводами и т.п. Разработки режима подачи поливного тока. Одной из разновидностей рационализации техники бороздкового полива является лотковая сеть с применением гибких шлангов и поливных машин.

При определении расходов «нетто» распределителей, обслуживающих площади, поливаемые с помощью дождевальных машин и установок, имеющих коэффициентов использования времени на поливе меньше 1,0, необходимо вводить поправку на этот коэффициент. Полученный расход округляют (в большую сторону) до значения, кратного расходу дождевального или поливного устройства. Принятый расход должен обеспечить полив ПУ в установленные сроки по графику гидромодуля и необходимую площадь для культивации.

Расходы полевых трубопроводов и гидрантов определяются в зависимости от организации территории, размещения бригад, увязки полива с обработкой почв. Полевые трубопроводы могут работать один или несколько очередей, причем, на каждом трубопроводе могут работать один или несколько гидрантов, в зависимости от поливного расхода или расхода дождевальной установки. В этом случае допускается увеличение расхода на 15-25 %.

Расчёты, связанные с организацией территории и установлением расходов «нетто» каналов внутрихозяйственной сети, сводятся в специальную ведомость (табл. 2.7.5.2)

Таблица 2.7.5.2 Ведомость элементов организации территории и расходов «нетто» каналов внутрихозяйственной сети

№ единицы водопользования	Наименование канала	Орошаемая площадь «нетто»				Расчётная ордината гидромодуля, л/с га	Расход воды «нетто», л/с	
		общая	в том числе				норм.	миним
			хлопчатник	люцерна	прочие			

### 2.7.6 Расчёт потерь воды в каналах внутрихозяйственной сети, КПД отдельных каналов и системы. Мероприятия по сокращению потерь воды

Определив расчётные расходы «нетто» всех звеньев внутрихозяйственной оросительной системы, производят расчёт потерь воды, которые для каналов в земляных руслах связаны с фильтрацией, которые учитываются для всех распределительных каналов, включая временные оросители.

Фильтрационные воды выводных (ок-арыки) борозд считаются пошедшими на насыщение активного слоя почвы и потерями не считаются.

При определении потерь в каналах внутрихозяйственной сети различают: каналы постоянного действия (хозяйственные отводы, обслуживающие единицу водопользования);

каналы периодического действия (УР, ВО).

Фильтрационные расходы и динамика потерь в этих элементах внутрихозяйственной сети резко различна и требует неодинаковой методики определения потерь воды.

Для каналов постоянного действия фильтрационные потери в расчёте на 1 км длины действующего канала определяют по одной из следующих формул (табл. 2.7.6.1).

Таблица 2.7.6.1 Формулы для подсчёта потерь воды на фильтрацию

Характеристика грунта, в котором	$K_{\phi}$ , м/сут	Формулы акад. А.Н.Костякова	Формулы САНИИРИ
----------------------------------	--------------------	-----------------------------	-----------------



построен канал			
Сильнопроницаемые (супесь, легкий суглинок)	> 2	$\sigma = \frac{3,4}{Q_{\text{нетто}}^{0,5}}$	$\sigma = \frac{2,85 \div 3,5}{Q_{\text{нетто}}^{0,5}}$
Слабопроницаемые (средние суглинки, лессы)	0,5-2,0	$\sigma = \frac{1,9}{Q_{\text{нетто}}^{0,4}}$	$\sigma = \frac{1,87 \div 2,3}{Q_{\text{нетто}}^{0,5}}$
Слабопроницаемые (тяжелые суглинки, глины)	< 0,5	$\sigma = \frac{0,7}{Q_{\text{нетто}}^{0,3}}$	$\sigma = \frac{1,0 \div 1,3}{Q_{\text{нетто}}^{0,5}}$

где:  $\sigma$  – величина потерь в % от расхода «нетто» на 1 пог.км.

Формулы являются эмпирическими, их достоверность обеспечивается большим количеством опытных данных.

Отсюда: абсолютная величина потерь по длине  $l$  действующего канала

$$S = \frac{\sigma \cdot Q_{\text{нетто}} \cdot t}{100}, \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расход «брутто» канала равен:

$$Q_{\text{брутто}} = Q_{\text{нетто}} + S, \text{ л/с, м}^3/\text{с}.$$

Для каналов периодического действия учёт потерь воды связан с продолжительностью функционирования канала и его рабочей длины. Потери для таких каналов определяются по формуле:

$$S = \frac{\alpha \cdot \beta \cdot \sigma \cdot Q_{\text{нетто}} \cdot t}{100}, \text{ л/с, м}^3/\text{с}.$$

где:  $\sigma$  – удельный размер потерь для канала постоянного действия, % на 1 км;

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий протяженность одновременно работающей части канала, определяется числом тактов при работе канала (табл. 2.7.6.2).

Таблица 2.7.6.2 Значение  $\alpha$  в зависимости от числа тактов работы канала

Число тактов работы канала	1	2	3	4
$\alpha$	1	0,75	0,66	0,62

$\beta$  – коэффициент, учитывающий продолжительность работы канала в часах, определяется по табл. 2.7.6.3.

Таблица 2.7.6.3 Значение  $\beta$  в зависимости от продолжительности работы канала

Число тактов работы канала	5	10	15	20	25
$\beta$	2,35	1,60	1,30	1,15	1,0

Используя формулы для подсчёта воды на фильтрацию, определяют:

1. Расход «брутто» ВО:

$$Q_{в.о.}^{брутто} = Q_{в.о.}^{нетто} + S_{в.о.}$$

$$\text{и КПД ВО: } \eta_{в.о.} = \frac{Q_{в.о.}^{нетто}}{Q_{в.о.}^{брутто}}$$

2. Определяя значения расчётных расходов «брутто» старших каналов, исходят из положения, что расход «нетто» старшего канала равен сумме расходов «брутто» младших каналов, забирающих из него воду одновременно (положение об увязке расходов):

$$Q_{ур}^{нетто} = n \cdot Q_{в.о.}^{брутто},$$

где:  $n$  – число одновременно работающих временных оросителей из участкового распределителя:

$$Q_{ур}^{брутто} = Q_{ур}^{нетто} + S \quad \text{и} \quad \eta_{ур} = \frac{Q_{ур}^{нетто}}{Q_{ур}^{брутто}}$$

3. Определяя расчётные расходы старших распределителей внутрихозяйственной сети, следует иметь ввиду, что, производя раздачу расхода (в узлах распределения), эти каналы по длине будут работать разными расходами. Скачкообразное изменение расхода происходит ниже точек забора отводов по длине канала. Поэтому, приступая к определению расчётных расходов этих каналов, надо изобразить линейную схему каналов этой сети (рис. 2.7.6.1), показав пикеты, на которых происходит раздача расхода и расходы отводов.

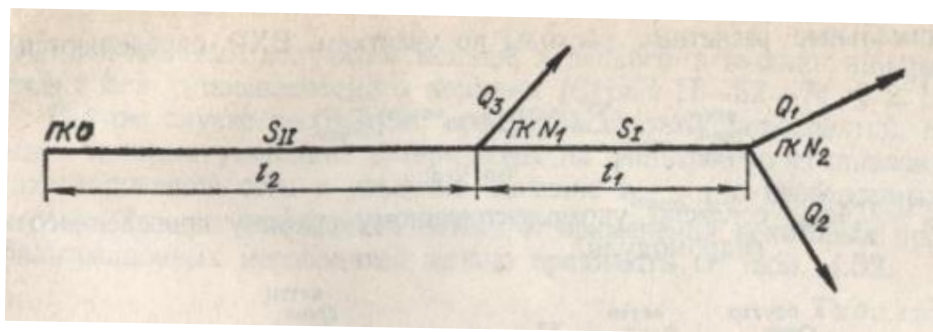


Рис. 2.7.6.1 Линейная схема хозяйственного (внутрихозяйственного) распределителя

Рассматриваемый распределитель при этом разделится на несколько расчётных участков. Ведя им счёт от хвоста канала к голове последовательно, определяем величины расчётных расходов для всех выделенных участков:

1. Участок от ПК № 1 до ПК № 2.

$$Q_{1-2}^{\text{нетто}} = Q_1 + Q_2 = \sum Q_{\text{отв.ПК2}}; \quad Q_{1-2}^{\text{брутто}} = Q_{1-2}^{\text{нетто}} + S$$

2. Участок от ПК № 0 до ПК № 1.

$$Q_{0-1}^{\text{нетто}} = Q_{1-2}^{\text{брутто}} + Q_3 = Q_1 + Q_{II} + Q_{III} + S_I;$$

$$Q_{1-2}^{\text{брутто}} = Q_{0-1}^{\text{нетто}} + S_{II}; \quad \eta = \frac{Q_{0-2}^{\text{нетто}}}{Q_{0-1}^{\text{брутто}}} = \frac{\sum Q_{\text{отв}}}{Q_{1-1}^{\text{брутто}}}$$

В общем виде расход нетто ВХР, обеспечивающего подачу воды в УР массивов чередования сельскохозяйственных культур, и орошение площади, занятой культурами нечередующих сельскохозяйственных культур, определяются по зависимости:

$$Q_{\text{вхр}}^{\text{нетто}} = \sum Q_{\text{ур}}^{\text{брутто}} + \frac{\omega_n \cdot \bar{q}_{\text{max}}}{\eta_{\text{во}} \cdot \eta_{\text{ур}}}$$

где:  $\sum Q_{\text{ур}}^{\text{брутто}}$  – сумма расходов «брутто» УР, одновременно получающих воду из проектируемого ВХР;

$\omega_n$  – площадь нечередующих сельскохозяйственных культур, орошаемая из проектируемого распределителя / (или вся площадь, занятая этими культурами в хозяйстве, если имеет место водооборот при использовании оросительной воды);

$\eta_{во}, \eta_{ур}$  – соответственно КПД ВО и УР.

$$Q_{вхр}^{брутто} = Q_{вхр}^{нетто} + \sum S_{вхр}, \quad \eta_{вхр} = \frac{Q_{вхр}^{нетто}}{Q_{вхр}^{брутто}}$$

Минимальные расчётные расходы по участкам ВХР определяются по формуле:

$$Q_{вхр}^{мин\ netto} = \frac{(\sum \Omega_{ед.в}^{нетто} + \omega^{нетто}) \cdot \bar{q}_{мин}}{\eta_{во} \cdot \eta_{ур}}$$

где:  $\bar{q}_{мин} = 0,4 \cdot \bar{q}_{max}$  – согласно укрупнёванному графику приведённого гидромодуля.

$$Q_{вхр}^{мин\ брутто} = Q_{вхр}^{мин\ netto} + \sum S_{вхр}^{мин}, \quad \eta_{вхр}^{мин} = \frac{Q_{вхр}^{мин\ netto}}{Q_{вхр}^{мин\ брутто}}$$

Все распределительные каналы внутривозвратной сети, за исключением УР, проверяются на гарантированный пропуск форсированного расхода.

Потери воды на фильтрацию для форсированного расхода не определяются. Форсированный расход исчисляется по зависимости:

$$Q_{фор} = K_{фор} \cdot Q_{вхр}^{брутто}$$

Подсчёт расчётных расходов ХР и ВХР, производимый по участкам, определенным согласно линейной схемы, сводится в табл. 2.7.6.4

Таблица 2.7.6.4 Определение расчётных расходов ВХР, л/с

№ участков	Пикеты	Расстояние, км	Наименование отвода	Расход отвода		Расход на участке «нетто»		Потери на 1 км, %		Потери, л/с		Расход канала «брутто»		
				$Q_n$	$Q_m$	$Q_n$	$Q_m$	$\sigma_n$	$\sigma_m$	$S_n$	$S_m$	$Q_n$	$Q_m$	$Q_\phi$

КПД ХР определяется по формуле:  $\eta_{вхр} = \frac{Q_{вхр}^{нетто}}{Q_{хр}^{нетто} + S_{хр}}$

Определив КПД отдельных звеньев внутрихозяйственной сети, подсчитывают КПД всей хозяйственной системы по зависимости:

$$\eta_{c.вхр} = \eta_{во} \cdot \eta_{ур} \cdot \eta_{хр} \cdot \eta_{вхр}$$

Проверку полученного  $\eta_{c.вхр}$ , производят по формуле:

$$\eta_{c.ВХР} = \frac{\Omega_{нетто}^{хоз} \cdot \bar{q}_{max}}{Q_{гол}}$$

где:  $\Omega_{нетто}^{хоз}$  – площадь «нетто», орошаемая хозяйственными отводами, га;

$\bar{q}_{max}$  – расчетная ордината приведенного гидромодуля, л/с га;

$Q_{гол}$  – водозабор в хозяйство, л/с

В результате расчётов может оказаться, что значения КПД хозяйственной системы получится меньше заданного в задании на курсовой проект или устанавливаемого нормами (СНиП П-52-74, №2.18).

В этом случае необходимо продумать систему мероприятий, применение которых уменьшит потери воды на фильтрацию из каналов внутрихозяйственной сети и увеличит значение  $\eta_{c.вхр}$  (до необходимых размеров). Процент сокращения потерь от применения некоторых противофильтрационных мероприятий можно принимать по табл. 2.7.6.4

Таблица 2.7.6.4 Эффективность противофильтрационных мероприятий

Мероприятия	Где применяется	Сокращение потерь, %	Срок службы, лет	Стоимость тыс. сум
Уплотнение глубокое	В глинистых и суглинистых грунтах	60-80	3-6	0,05-0,15
Кольматизация	На всех каналах при сильнофильтрующих и супесчаных грунтах	40-60	10	0,1-0,3
Асфальтобетон	На всех грунтах без избыточного давления воды под покрытием	90-95	10-15	0,5-2,0
Пластмассовые экраны	На постоянных каналах на всех грунтах	90-98	5-10	0,2-3,0
Сборные ж/б плиты	На каналах с расходом > 3 м <sup>3</sup> /с	85-95	30-50	2,50-5,0

Монолитный бетон	На постоянных каналах, грунт которых не имеет органических кислот	85-95	20-30	2,0-4,0
Сборный ж/б на пленке	- // -	90-98	30-50	4,0-6,0
Лотки	На постоянных каналах с расходом менее 3 м <sup>3</sup> /с	95-97	25-30	5,0-10,0
Трубопроводы	На внутрихозяйственных каналах в комбинированных или закрытых системах	100	40	5-20

В качестве мероприятий по повышению КПД каналов следует применять не только уплотнение, кольматирование и бетонные облицовки, но и лотки, трубопроводы с последующим их гидравлическим расчётом.

При выборе мероприятий по сокращению потерь воды на фильтрацию для внутрихозяйственной сети необходимо учитывать продолжительность действия каналов.

Для ВО, длительность работы которых не должна превышать 2 суток, применение антифильтрационных мероприятий не могут быть рекомендованы.

Для постоянных каналов, проходящих в суглинистых грунтах, можно рекомендовать глубокое (40-50 см) уплотнение поверхности смоченного периметра и оснований дамб, которое сокращает потери на 50 %.

Для каналов в супесчаных и песчаных грунтах для сокращения потерь рекомендуется кольматирование поверхности по смоченному периметру канала взвешенными в воде насосами, которое сокращает потери на 30-40 %.

В случаях, когда постоянные каналы проходят в супесчаных и лессовидных проницаемых грунтах, могут оказаться экономичными более сложные и дорогие «одежды» из бетона, асфальтобетона или железобетона. Потери воды на фильтрацию при этом сокращаются на 90-95 %.

Для УР и ВХР периодического действия, проходящих в суглинистых и песчаных грунтах, рекомендуется как уплотнение, так и кольматация ложа канала. Более капитальные противофильтрационные покрытия можно рекомендовать для каналов постоянного действия, особенно, если они проходят в сильнопроницаемых грунтах.

Подбор противофильтрационных мероприятий производится в следующей последовательности:

а) устанавливается КПД внутрихозяйственной сети без противофильтрационных мероприятий по зависимости:

$$\eta_{с.вхр} = \eta_{во} \cdot \eta_{ур} \cdot \eta_{хр} \cdot \eta_{вхр} = \frac{Q_{хоз}^{нетто}}{Q_{хоз}^{нетто} + \sum S}$$

Суммарные потери воды по системе складываются из потерь ВО, УР, ВХР и ХР:

$$\sum S = S_{во} + S_{ур} + S_{вхр} + S_{хр}$$

б) по СНиП или другой нормативной литературе принимается плановый КПД хозяйственной системы  $\eta_{с.вхр}$

в) вычисляется необходимый процент снижения потерь воды во внутрихозяйственной сети по формуле:

$$\alpha = \frac{\eta_{с.вхр}^{пл} - \eta_{с.вхр}}{\eta_{с.вхр}^{пл} \cdot (1 - \eta_{с.вхр})}$$

г) выясняется объект проведения мероприятий и подбирается нужное противофильтрационное мероприятие по их эффективности;

д) устанавливается КПД и расходы каналов после проведенных мероприятий.

### **2.7.7 Гидравлический расчёт и конструирование продольного и поперечного профиля внутрихозяйственных каналов (в земляном русле, в лотках и трубопроводах).**

Общие положения. Все каналы внутрихозяйственной оросительной системы гидравлически рассчитывают, исходя из условия равномерного движения воды в них. Это положение действует как для открытых (каналы) сечений, так и для закрытых (трубопроводы) элементов системы. Основными расчётными зависимостями являются:

$$Q = \omega v_{cp} = C \sqrt{RI} \omega, \quad \text{м}^3/\text{с}$$

где:  $Q$  - нормальный расчетный расход брутто, м<sup>3</sup>/с;

$\omega$  - площадь поперечного сечения. Для трапециевидального сечения:

$$\omega = (b + mh)h, \quad \text{м}^2;$$

Для трубопроводов (работающих полным сечением):

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4}, \quad \text{м}^2$$

$V_{cp}$  - средняя скорость движения воды в открытом русле или трубопроводе (закон Шези), м/с;

$C$  - скоростной коэффициент, для трапециевидальных сечений определяются по формуле:

$$C = \frac{1}{n} R^y$$

если

$$R < 1 \text{ м} \quad y \cong 1,5\sqrt{n}$$

$$R > 1 \text{ м} \quad y \cong 1,3\sqrt{n}$$

Для круглых трубчатых сечений его определяют по формуле инженера Маннинга:  $C = \frac{1}{n} R^{1/6} \cong \frac{1}{n} R^{0,17}$ . Коэффициенты шероховатости ( $n$ ) в руслах земляных и облицованных открытых сечений, в лотках, в закрытых водоводах (трубах) принимаются согласно рекомендациям действующих СНиП П-52-74.

Гидравлические элементы поперечного сечения канала ( $m, b, h_e$ ) определяют для пропуска нормального расчётного расхода при нормальном значении коэффициента шероховатости. При этом скорость воды в канале должна быть меньше допустимых неразмывающих скоростей (критическая скорость на размыв) и больше скоростей, при которых происходит заиливание и зарастание каналов (табл. 2.7.7.1)

Гидравлический расчёт каналов в земляном русле

Таблица 2.7.7.1 Коэффициент шероховатости для каналов в земляном русле



Каналы внутрихозяйственной сети	Значения ( <i>n</i> )		Примечание
	$Q_{норм}$	$Q_{форс}$	
Временные оросители	0,03	-	Таблица составлена по рекомендации СНиП П-52-74 При расчете на $Q_{форс}$ , <i>n</i> принимается максимальное значение
Участковые распределители	0,0275		
Внутрихозяйственные и хозяйственные распределители	0,025	0,0275	
Межхозяйственные распределители	0,0225	0,025	

Расчёт должен обеспечить условие:

$$V_{мин} < V_{ср} < V_{доп.р}, \quad \text{м/с}$$

где:  $V_{мин}$  - критическая скорость из условия заиления канала;

$V_{доп.р}$  - критическая скорость из условия размыва сечения канала;

$V_{ср}$  - средняя скорость воды в русле канала (вычисленная по уравнению Шези).

В связи с этими условиями следует руководствоваться следующими положениями:

1. Заложение откосов проектируемых каналов (*m*) выбирается в зависимости от назначения, конструкции канала, расхода и грунта, в котором выполнено его сечение.

Величина "*m*" регламентируется действующими СНиП (табл. 2.7.7.2)

Таблица 2.7.7.2 Заложение откосов и дамб

Грунты	В выемке		В насыпи	
	наполнение, м		расход, м <sup>3</sup> /с	
	< 1,0	1-2,0	< 0,5	0,5-2,0
Супеси	1,5	1,5	1,25	1,5
Легкие суглинки	1,25	1,25	1,00	1,25
Средние суглинки	1,0	1,0	1,0	1,0
Плотные суглинки	1,0	1,0	1,0	1,0
Глина	1,0	1,0	1,0	1,0

2. Значение критических скоростей на размыв определяют по формуле:

$$V_{доп.р} = 0,95 \cdot V_T \cdot R^\alpha, \quad \text{м/с}$$

где:  $V_T$  - допустимая скорость на размыв для данных грунтов при гидравлическом радиусе  $R=1,0$  (значения даются в нормах и справочниках), м/с;

$\alpha$  - показатель степени, зависящей от связанности грунтов, в которых проходят канал, чаще всего принимается равным  $1/3$ ;

$R$  - гидравлический радиус проектируемого канала, м

В СНиП П-52-74 значения допустимых неразмывающих скоростей для каналов с расходом  $< 50 \text{ м}^3/\text{с}$  представлены в приложении IV-6-7, они являются результатом экспериментальных поисков неразмывающих скоростей для разных грунтов и типов каналов.

Если уклоны по трассе канала не позволяют получить решение, при котором  $V_{ср} < V_{доп.р}$  проектировщик должен либо покрыть смоченный периметр «одеждой» из бетона, железобетона, асфальтобетона и других материалов, позволяющих иметь значительно большие скорости на размыв, чем грунты, в которых построен канал, либо запроектировать по трассе канала перепады, создав между ними участки с уклонами дна, обеспечивающими скорости из условия:  $V_{ср} < V_{доп.р}$

3. Проверка канала на заилиение состоит в том, что зная мутность воды в каналах внутрихозяйственной сети ( $\rho, \text{кг} / \text{м}^3$ ), определяют по одной из формул, рекомендуемых СНиП и ТУ значение транспортирующей способности проектируемого канала ( $\rho_{м.с.}$ )

Таблица 2.7.7.3 Ведомость вычисления потерь воды на фильтрацию, определение расчётных расходов каналов по хозяйству, м<sup>3</sup>/с

Наименование канала	Длина, км	Расход нетто	Относительные потери % пог. км		Абсолютные потери, л/с		Расход брутто		КПД канала в земляных руслах		КПД канала после проведения мероприятия		Расчётные расходы		
			норм	миним	норм	миним	норм	миним	норм	миним	норм	миним	норм	миним	форсир
Временный ороситель №1*															
Временный ороситель №2*															
Средние по временным оросителям															
Участковый распределитель №1															
Участковый распределитель №2															
Средние по участковым оросителям															
Внутрихозяйственный распределитель															
Хозяйственный распределитель															

№1, №2 – условные номера типовых каналов определенного назначения в составе ВХС.

Если:  $\rho_{m.c.} > \rho$  - канал не заиляется;  $\rho_{m.c.} < \rho$  - канал заиляется. В этом случае необходимо устройство отстойника на более старших каналах для снижения с их помощью выходной мутности до значения расчётной транспортирующей способности проектируемых каналов.

Работа отстойника состоит в том, что он должен аккумулировать наносы в количестве:

$$\Delta\rho = \rho - \rho_{m.c.}$$

При известной величине средневзвешенной гидравлической крупности наносов  $\rho_{m.c.}$  определяется по формуле при  $0,002 \leq W \leq 0,008$  м/с,

$$\rho_{m.c.} = 0,022 \left( \frac{V^{3/2}}{W} \cdot \sqrt{RI}, \text{кг/м}^3 \right) \text{ при: } 0,0004 \leq W \leq 0,002 \text{ м/с, } \rho_{m.c.} = 11 \cdot V \sqrt{\frac{R \cdot I \cdot V}{W}},$$

кг/м<sup>3</sup>. Средняя гидравлическая крупность равна:

$$W = \frac{\sum P_i \cdot W_i}{100}, \text{ м/с}$$

где:  $P_i$  - процент содержания наносов отдельных фракций;

$W_i$  - средняя гидравлическая крупность отдельных фракций, определяемая по формуле:

$$W_i = \frac{W_n + 3W_{n-1}}{4}, \text{ м/с}$$

где:  $W_n$  и  $W_{n-1}$  - максимальная и минимальная гидравлическая крупность данной фракции, м/с.

Руководствуясь изложенными положениями, приступают к гидравлическому расчёту и проектированию тех канала внутрихозяйственной сети, которые выделены как типовые (ХР, ВХР, УР и ВО) в количестве согласно заданию на проект.

Желательно, чтобы все подвергающиеся гидравлическому расчёту каналы входили в систему рассчитываемого ХР, т.е., чтобы эта была цепочка взаимосвязанных каналов. Их плановое расположение должно охватывать как головную, так и хвостовую части системы ХР.

Приступая к гидравлическому расчёту выбранных каналов внутрихозяйственной системы, надо составить линейные схемы и продольные профили по трассам всех рассчитываемых каналов.

При составлении профилей, с учетом протяженности трасс каналов, рекомендуются следующие масштабы:

- а) для ВО – горизонтальный – 1:5000,  
вертикальный – 1:50...1:100;
- б) для остальных каналов - горизонтальный – 1:10000,  
вертикальный – 1:100;

На плане по трассам проектируемых каналов разбивают пикетаж.

Гидравлический расчёт может быть выполнен следующими тремя методами:

1. Методом подбора по расходной ( $K$ ) и скоростной ( $S$ ) характеристикам. При этом, определив значение допустимого уклона и выбрав ширину канала по дну (в зависимости от типа канала, расхода и принятых стандартов для ширин по дну), определяют:

$$K_0 = \frac{Q}{\sqrt{J}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad \text{и} \quad S_0 = \frac{V}{\sqrt{J}}, \quad \text{м/с}$$

Строят графики зависимостей  $K = f(h)$  и  $S = f_1(h)$  (рис. 2.7.7.1.). для получения точек к этим графикам расчёт сводят в табл. 2.7.7.4.

Таблица 2.7.7.4 К гидравлическому расчёту канала

$b$ , м	$h$ , м	$m$	$n$	$\omega$ , м <sup>2</sup>	$\chi$ , м	$R$ , м	$\sqrt{R}$	$C$	$S = C\sqrt{R}$ м/с	$K = \omega\sqrt{R}$ м/с	Примечание
											Приводятся типовые поперечные сечения канала.

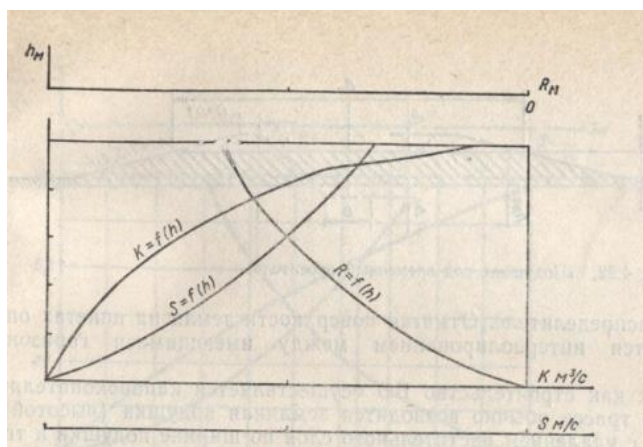


Рис. 2.7.7.1. Графики зависимостей  $K = f(h)$ ,  $S = f(h)$  и  $R = f(h)$

При расчёте задаются не менее 3-4 значениями  $h$ .

По полученным значениям  $K_0$  и  $S_0$  находят  $h$  и  $v_{фак}$ . Последовательно определяют гидравлические элементы для всех проектируемых каналов.

2. Использование для гидравлического расчёта каналов специальной линейки инженера В.Ф.Пояркова, содержащей объяснения по порядку проведения операций:

- а) расчёт сечения каналов;
- б) определение скорости  $V$ ;
- в) определение  $Q$  и  $i$  по прочим данным;
- г) расчёт канала по заданной скорости  $V$

В указаниях к пользованию линейкой дано подробное описание действий для решения каждой из этих задач.

Желательно, выполняя проект, использовать параллельно метод подбора и вести контрольный расчёт с помощью гидравлической линейки.

3. Оригинальный и весьма конструктивный метод гидравлического расчёта и проектирования размеров живого сечения и уклона трапециевидальных каналов при равномерном движении воды предложил Л.А.Машкович.

Гидравлический расчёт сопровождается определением размеров различных элементов поперечного сечения проектируемых каналов, которые устанавливаются на основании опыта конструирования оросительных каналов. В

нижеприведенном описании проектирования типовых каналов внутрихозяйственной сети пояснены методы их выбора и обоснования.

**Временный ороситель.** По типовым ВО разбивается пикетаж и строятся продольные профили линий поверхности земли. За нулевой пикет принимается начало временного оросителя на участковом распределителе. Отметки поверхности земли на пикетах определяют интерполированием между имеющимися горизонталями.

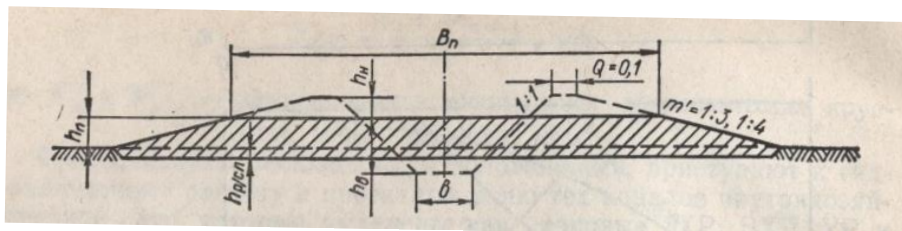


Рис. 2.7.7.2 «Подушка» под временный ороситель

Так как строительство ВО осуществляется канавокопателями, по его трассе обычно возводится земляная подушка (высотой до 0,3 м) с удалением растительного слоя по ширине подушки и тщательным утрамбованием насыпи подушки (рис. 2.7.7.2). В тех случаях, когда по условиям рельефа возведение подушки не требуется, трасса ВО планируется под средний уклон.

Задавшись командованием уровня воды во ВО порядка 10-15 см над отметками спланированного поливного участка, наносим линию уровня воды на профиль и вычисляем пикетные отметки этого уровня. Уклон этой линии принимается за расчётный для подбора гидравлических элементов оросителя.

Гидравлический расчёт ВО производится методом подбора по расходной ( $K$ ) и скоростной ( $S$ ) характеристикам:  $K = wc\sqrt{R}$ , м<sup>3</sup>/с,

$$S = C\sqrt{R}, \text{ м/с}$$

Ширина оросителя по дну ( $b$ ) подбирается в зависимости от расхода. Коэффициент шероховатости для ВО принимается равным  $n = 0,03$ , а коэффициент откоса –  $m = 1,0$

Выбрав ширину по дну, производят гидравлический расчёт, задаваясь произвольными значениями  $h$ . Все расчёты сводят в табл. 2.7.7.5, предварительно

определив:  $K_0 = \frac{Q}{\sqrt{J}}$ , м<sup>3</sup>/с и  $S_0 = \frac{V}{\sqrt{J}}$ , м/с. По данным таблицы строятся график зависимости  $K = f(h)$ ,  $S = f_1(h)$  и  $R = f_2(h)$  (рис. 2.7.7.3), по которому для подсчитанного  $K_0$  находят  $S_0$  и все гидравлические элементы, проверяют канал на размываемость русла.

Таблица 2.7.7.5 Ведомость гидравлического расчёта ВО.

$\theta$ , м	$h$ , м	$m$	$n$	$\omega$ , м <sup>2</sup>	$\chi$ , м	$R$ , м	$\sqrt{R}$	$C$	$S = C\sqrt{R}$ , м/с	$K = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R}$ , м/с	$K$	$S$

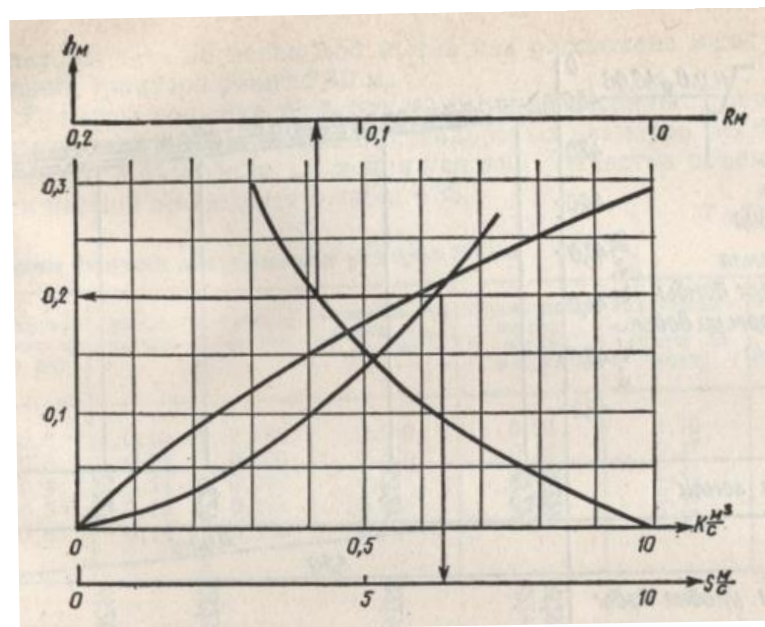


Рис. 2.7.7.3 Графики зависимостей  $K = f(h)$ ,  $S = f_1(h)$  и  $R = f_2(h)$

Сопоставив полученное значение скорости  $V_{cp}$  со значением допустимым на размыв ( $V_{дон.р} = 0,95V_m R^{1/3}$ ) убеждаются в том, что гидравлические элементы подобраны правильно. При  $V_{cp} > V_{дон.р}$  производят новый подбор сечения, изменив либо  $\theta$ , либо  $J$ , либо  $Q$ .

Линия уровня воды во ВО принимается за верх земляной подушки и тогда, зная отметки поверхности земли и верха подушки, можно подсчитать высоту



подушки на каждом пикете. Эти данные заносят в соответствующие графы продольного профиля и по ним подсчитывается объём земляных работ по устройству подушек.

В графе «Гидравлические элементы» продольного профиля (рис. 2.7.7.4) дается таблица гидравлических элементов оросителя ( $Q, b, h, m, n, V, V_{дон.р}$ ).

Поперечное сечение ВО в подушке вычерчивается за пределами сетчатой части.

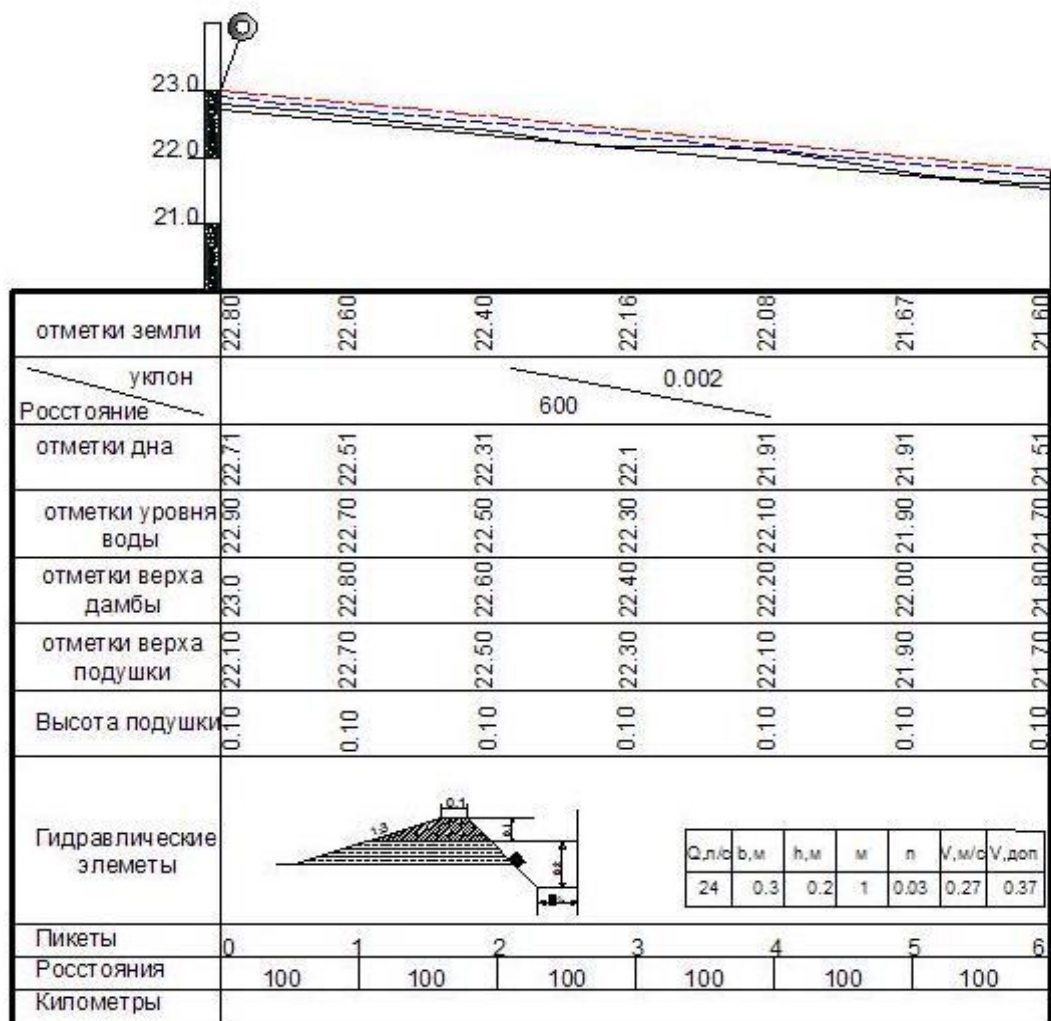
$$\text{Если имеем: } Q = 0,024, J = 0,0016, \text{ тогда: } K_0 = \frac{Q}{\sqrt{J}} = \frac{0,024}{0,0016} = \frac{0,024}{0,04} = 0,6 \text{ м}^3/\text{с}$$

По графику этому значению  $K$  соответствует  $h = 0,20\text{ м}$  и  $S = 6,20 \text{ м/с}$ , следовательно:  $V_{фак} = S \cdot \sqrt{J} = 6,2 \cdot 0,004 = 0,25 \text{ м/с}$ . Значению  $h = 0,20$  по кривой  $R = f(h)$  соответствует:

$$R = 0,118\text{ м}; \quad R^{1/3} = \sqrt[3]{0,118} = 0,49 \text{ м}$$

$$\text{Для средних суглинков: } V_{табл} = 0,80 \text{ м/с}; \quad V_{дон.р} = 0,95 \cdot 0,8 \cdot 0,49 = 0,37 \text{ м/с.}$$

Канал не размывается.



Продольный профиль временного оросителя.

Строительная высота ВО должна быть, как указывалось выше, не более 30 см, а с учётом усадки грунта в дамбах эта величина достигает значения 34 см. Внешние откосы оросителя, а следовательно, и подушки принимаются равным 1:4-1:3, ширина дамбочек – не менее 0,1 м.

Так как ВО нарезаются каналокопателями, то размеры подушки по верху должны быть такими, чтобы обеспечить проход трактора, т.е. не менее 2,50 м, так как расстояние между кранами гусениц трактора равно 2,40 м.

Размеры подушки апо верху и значения глубины выемки и высоты насыпи в зависимости от стандартных размеров ВО при внешнем откосе оросителя 1:4 и для условий равенства объемов выемки и насыпи приводятся в табл. 2.7.7.5

Таблица 2.7.7.5 Ширина подушки для различных размеров ВО, м.

Ширина оросителя по дну	Высота насыпи	Глубина выемки	Строительная высота до усадки	Строительная высота после усадки	Расчётная ширина подушки по верху	Необходимая ширина подушки по верху
0,2	0,10	0,182	0,280	0,24	1,76	2,50
0,3	0,14	0,230	0,370	0,33	2,37	2,50
0,4	0,14	0,207	0,347	0,31	2,41	2,50
0,5	0,14	0,184	0,324	0,28	2,47	2,50
0,6	0,14	0,165	0,309	0,27	2,53	2,53

Исходя из того, что верх подушки совпадает с уровнем воды в оросителе, высота насыпи определяется величиной запаса высоты дамбочки над уровнем воды временного оросителя. Этот запас принимается в зависимости от расхода в пределах 5-10 см или с учётом усадки грунта – 10-14 см. Ширину дамбочки по верху принимаем 0,1 м, внутренний откос оросителя – 1:1.

Определение глубины выемки следует производить из условий равенства объёма выемки объёму двух дамбочек, т.е.:

$$(v + h_e \cdot m) \cdot h_e = 2 \left( a + h_H \frac{m_1 + m_2}{2} \right) \cdot h_H$$

**Участковый распределитель.** Разбив пикетаж по проектируемым УР, вычерчивают продольные профили по их трассам, и на них принятым условным знаком обозначаются все точки выдела воды во ВО (рис. 2.7.7.5)

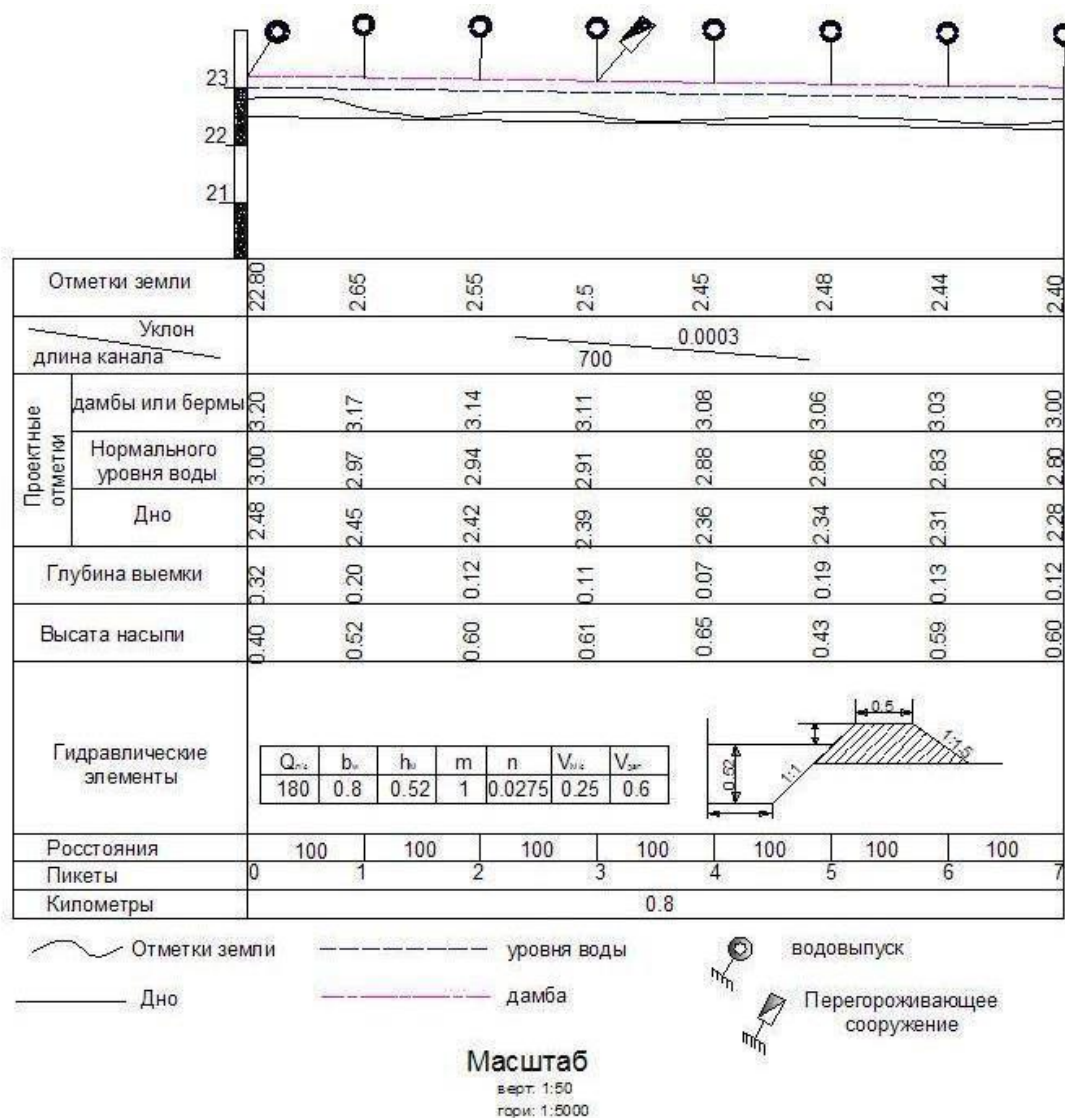
На всех ординатах в точках выдела воды во ВО наносятся проектные отметки воды на запроектированных оросителях согласно продольных профилей, а на остальных – по аналогии с ними.

Линия уровня воды УР при пропуске по нему расчётного расхода должна быть на 10 см выше расчётных уровней воды во ВО.

Определяют уклон, запроектированный линии уровня воды в УР по зависимости:

$$J = \frac{H_1 - H_2}{L_{yp}}$$

где:  $H_1, H_2$  - начальная и конечная отметки уровней воды, м.



Продольный профиль участкового распределителя

По расходу и характеристике грунтов, в которых проходит канал, подбирают ширину канала по дну, чтобы отношение ширины по дну к наполнению  $\left(\beta = \frac{b}{h}\right)$  было в пределах 1:2.

По данным таблицы гидравлических расчётов строят график основных характеристик канала (рис. 2.7.7.1), по нему находят все гидравлические элементы и проверяют канал на размываемость. Если при проверке получится,

что скорость движения воды в УР больше допустимой на размыв, то следует определить уклон по формуле:

$$J_{дон} = \frac{V_{дон}^2}{C^2 R}$$

и вычислить гидравлические элементы, соответствующие этому уклону. При гидравлическом расчёте УР рекомендуется принимать  $n = 0,0275$ .

При проектировании продольного профиля УР необходимо иметь ввиду, что расход воды в нём довольно резко изменяется по длине из-за отбора воды ВО. Для поддержания командных уровней воды в УР необходимо предусмотреть создание подпора соответствующими перегораживающими сооружениями. Места расположения подпорных сооружений и их число определяются уклоном распределителя и принятой величиной подпора в месте расположения сооружения.

Если обозначить величину подпора, создаваемого у сооружения через  $\Delta h$ , то расстояние между перегораживающими сооружениями может быть приблизительно равно длине кривой подпора, определяемой по зависимости:

$$L_0 = \frac{\Delta h}{I/2}, \text{ м}$$

где:  $I$  - уклон поверхности воды в распределителе.

Запас в дамбах для УР надо принимать не меньше 0,2 м.

Предельно допустимым на размыв для УР является уклон порядка 0,0015. В этом случае и запасе в дамбах 0,3 м перегораживающие сооружения для создания командных уровней в точках выдела во временных оросителях необходимо проектировать через 120 м, при этом запас в дамбах при подпертом уровне должен быть не ниже 0,2 м.

При работе ВО тактами перегораживающие сооружения обычно приурочивают к последнему выделу во ВО данного такта. Если УР выполняется каналокопателем, то в этом случае требуется возведение такой же подушки, как рассматривалось выше, однако откосы подушки принимаются не из условия

обеспечения проходимости механизмов, а определяются углом естественного откоса грунта.

Ширина дамб УР по верху должна быть не меньше 0,5 м.

**Внутрихозяйственный распределитель.** На вычерченный продольный профиль линии земли по трассе канала наносят все точки выдела в УР и проектные (потребные) уровни воды в головах всех УР (на запроектированных УР, согласно продольных профилей, а на остальных – по аналогии с ними).

Гидравлический расчёт ВХР производится тем же методом, который был применен при расчёте УР, но т.к. расходы по длине канала здесь могут резко меняться, то расчёт ведется по участкам, начиная с головного. Линия уровня воды в старшем канале (на каждом участке) должна быть на 5-15 см выше отметок максимальных уровней младшего канала. Меньшее значение запаса принимается при открытых водовыпусках, большее – при трубчатых. Гидравлические элементы канала ( $b$ ,  $l$ ,  $m$ ,  $V$ ) определяются при пропуске нормального расхода ( $Q_{нор}$ ), а для  $Q_{мин}$  и  $Q_{фор}$  определяется только глубина наполнения.

При гидравлическом расчёте ХР рекомендуется принимать: значение  $n = 0,225 - 0,025$  для  $Q_{нор}$  и  $Q_{мин}$  и  $0,025 - 0,0275$  для  $Q_{фор}$ .

Запас в дамбах над форсированным уровнем принимается 0,30-0,40 м, ширину дамбы по верху 0,5-1,25, в зависимости от расхода воды в канале. По отметкам потребных уровней воды в начале и конце участка находят уклон, соответствующий профилю поверхности земли на этом участке по зависимости:

$$J_{н.з.} = \frac{H_1 - H_2}{L}$$

Обычно ВХР идёт по наибольшему уклону местности и если его принимать за расчётный, то в канале будут скорости, значительно превышающие допустимые на размыв. Для избежания этого следует предварительно подсчитать на каждом участке допустимый на размыв уклон по зависимости:

$$J = \frac{V_{дон}^2}{C^2 R}$$

Так как размеры ВХР (ХР) в начале проектирования неизвестны, то определяют приближенное значение гидравлического радиуса по формуле:

$$R = 0,5 \cdot Q^{0,4}, \text{ м}$$

где:  $Q$  - нормальный расход на участке, м<sup>3</sup>/с.

По полученному значению гидравлического радиуса определяют допустимую скорость  $V_{дон.р} = V_0 \cdot R^{1/3}$ , м/с. Сравнивают на каждом участке значения уклонов  $J_{н.з}$  и  $J_{дон}$  и за расчётный принимается наименьший из двух. Избыток падения местности ( $J_{н.з} > J_{дон}$ ) гасится путём устройства перепадов (рис.1.7.7.6).

После того, как на продольный профиль будет нанесено положение линии уровней воды при нормальном расходе (с принятым уклоном канала), аналитически вычисляются отметки этой линии и выписываются в соответствующую графу боковика (картуши).

По нормальной глубине наполнения воды в канале ( $h$ ), значение которой берется из графика гидравлического расчёта, вычисляются отметки проектного дна канала и также заносятся в соответствующую графу боковика. Глубина выемки на пикете определяется как разница между отметками земли и дна, а высота насыпи – как разница между отметками верха дамбы и отметками земли. В графе «Гидравлические элементы» приводятся таблицы гидравлических элементов по участкам канала. Для каждого участка вычерчиваются поперечные профили.

При недостатке места поперечное сечение можно вычерчивать неполным – в одну его половину. На поперечнике необходимо показывать все основные размеры и глубины, характеризующие данный участок канала (поперечники к пикетам не привязываются). Не допускается произвольная форма профиля, а также какие-либо перестановки или исключения граф боковика. На вычерченном профиле должны быть показаны условными знаками все сооружения и сделаны необходимые надписи. На продольном профиле (начиная с ВХР) необходимо

давать несколько разрезов, характеризующих геологическое строение местности по трассе канала.

**Гидравлический расчёт и проектирование каналов в лотках.** Во внутрихозяйственной системе каналами, собранными из лотков, могут быть УР и ВХР с расходами 0,05-5,00 м<sup>3</sup>/с, на уклонах 0,0005-0,003 (и до 0,015).

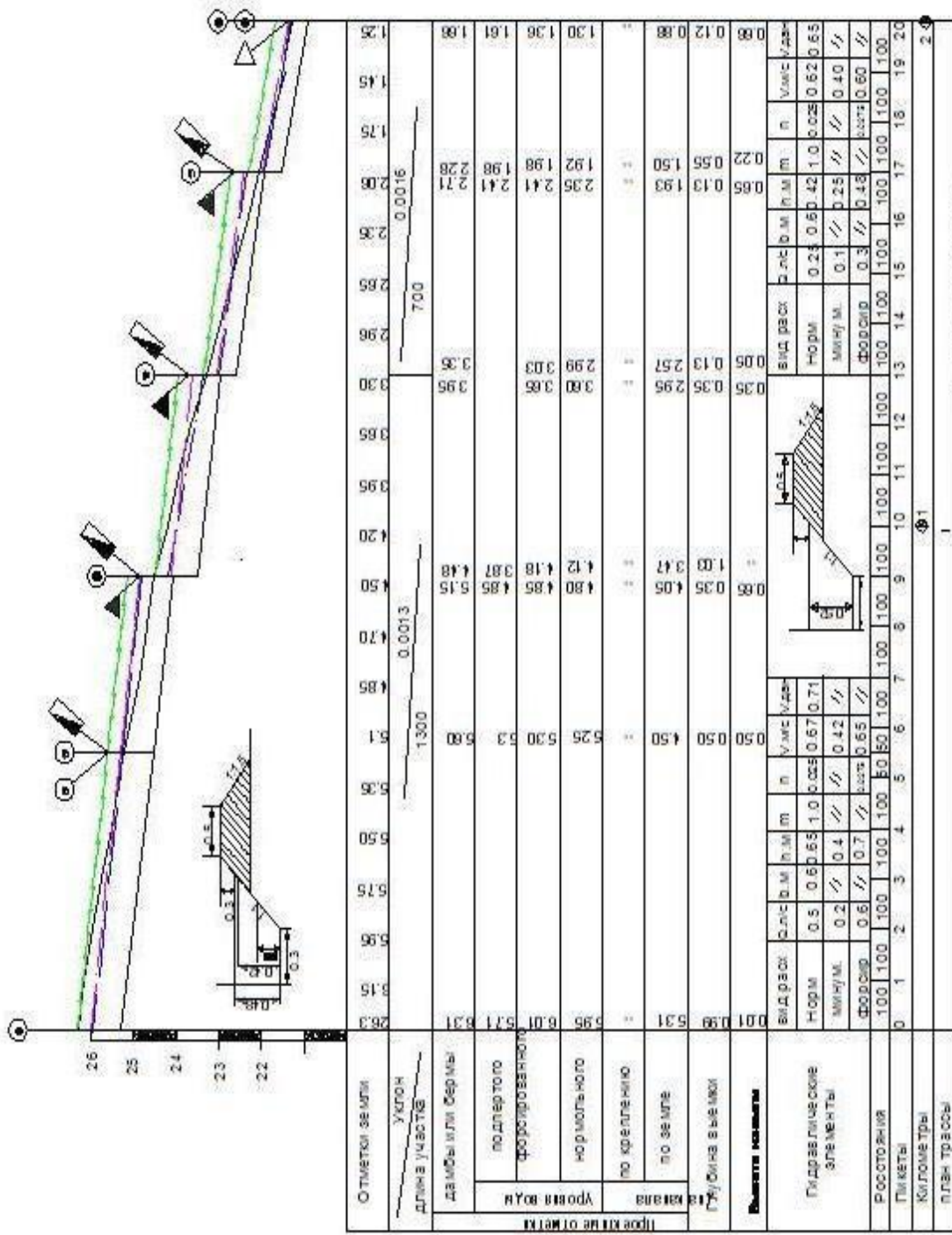
Так как УР имеют наибольшую удельную протяженность, при проектировании в плане схемы внутрихозяйственной сети целесообразно трассы УР выбирают в направлении наибольшего уклона, что обеспечить им двухстороннее командование.

Лотки в поперечном сечении могут быть любого очертания: полукруглого, трапециевидального, параболического. Наибольшее распространение получили лотки параболического сечения.

Отдельные звенья лотков соединяются между собой раструбами, имеющимися на одном конце лотка. Такие лотки имеют шифр ЛР. Если концы лотка гладкие, то они соединяются с помощью специальных седел. Лотки с такими соединениями имеют ЛС. Герметичность стыков обеспечивается специальными уплотнениями. Лотки изготавливают из напряженного железобетона имеют шифр ЛРН и ЛСН. Они экономичнее лотков из ненапряженного железобетона. Звенья лотков имеют длину 6-8 м, а высоту – 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 см.

При строительстве лотковой сети применяются как свайные, так и стоечные опоры. Стоечные опоры применяются в грунтах, когда забивка свай затруднена. Глубина забивки свай зависит от несущей способности грунта и величины





Масштаб  
верт. 1:50  
гориз. 1:5000

Продольный профиль участкового распределителя

действующих эксплуатационных нагрузок. Применение свайных и стоечных опор в просадочных грунтах возможно только после проведения мероприятий, устраивающих возможность просадочных явлений после постройки лотковых каналов.

*Расчёт каналов в лотках.* Величина расчётного расхода «нетто» ВХР и ХР, собранных из лотков, определяется по зависимости:

$$Q_{\text{нетто}}^{\text{нор}} = \frac{\omega \cdot \overline{q_p}}{\eta}, \quad \text{л/с}$$

где:  $\omega$  - площадь единицы водопользования, орошаемая из распределителя, га;

$q_p$  - расчётная ордината графика гидромодуля, соответствующая периоду максимального водопотребления, л/с га;

$\eta$  - КПД системы младших распределителей.

КПД лоткового распределителя следует принимать равным 0,97-0,98.

Расход «брутто» ВХР ХР равен:  $Q_{\text{вхр}}^{\text{брутто}} = \frac{Q_{\text{вхр}}^{\text{нетто}}}{\eta_{\text{вхр}}}$

Расход УР определяется по зависимости:

$$Q_{\text{ур}} = \frac{Q_{\text{вхр}}}{n}, \quad \text{л/с}$$

где:  $n$  - число одновременно работающих УР.

С другой стороны, расход УР должен быть определен из условия полива площади, равной суточной обработке трактором пропашных культур:

$$Q_{\text{ур}} \geq \frac{\omega_{\text{сут}} \cdot m}{86,4}, \quad \text{л/с}$$

где:  $\omega_{\text{сут}}$  - площадь суточной обработки трактором пропашных культур (12-15 га);

$m$  - поливная норма в период максимального водопотребления, м<sup>3</sup>/га.

Расчёт на форсированный расход не производится.

В зависимости от способа подачи воды в поливные борозды уровни воды в УР следует назначить с превышением над поверхностью земли, обеспечивающим необходимый напор. Уровень воды в участковой лотке определяется по зависимости:

$$\nabla H = \nabla h_{лм} + \nabla h_m, \quad \text{м}$$

где:  $\nabla H$  - превышение отметки воды в лотке над поверхностью земли в месте подачи воды в трубопровод, м;

$\nabla h_{лм}$  - потери напора в водовыпуске из лотка в трубопровод, м;

$\nabla h_m$  - напор в начале трубопровода, необходимый для нормальной работы трубопровода, м.

При поливе из шлангов до 400 м -  $\nabla H$  в лотке будет в пределах 1,2-1,5; при поливе из шлангов длиной до 50-0,6-1,0 и при поливе из ВО – 0,2-0,5 м.

Глубина наполнения в лотке параболического сечения определяется по одному из следующих методов:

а) по монограмме, построенной по формуле:  $Q = \omega \cdot C \sqrt{RI}$ , м<sup>3</sup>/с;

б) по приближенной формуле, предложенной Ф.Ш.Мухамеджановым:

$$h = 0,90 \cdot \frac{n^{1/2}}{P^{1/3}} \cdot \frac{Q^{1/2}}{i^{1/4}}, \quad \text{м}$$

где:  $P$  - периметр параболы для  $H$  от 0,2 до 0,8 м -  $P = 0,2$ , для  $H > 0,8$  м -  $P = 0,35$ ;

$n$  - коэффициент шероховатости русла лотка;

$i$  - уклон поверхности воды в лотке.

в) по линейке В.Ф.Пояркова для гидравлического расчёта каналов лотков, труб.

Скорость потока в лотке при наличии в воде взвешенных наносов должна быть не меньше критической скорости, определенной по формуле И.И.Леви:

$$V_{мин} = 0,1 \frac{U}{\sqrt{d_{cp}}} \cdot \sqrt{R} \cdot \left( \frac{0,025}{n} \right), \quad \text{м/с}$$

Или по формуле С.К.Абольянца:

$$V_{мин} = 0,28 \cdot h^{1/4} (\rho \cdot U)^{1/3}, \quad \text{м/с}$$

где:  $\rho$  - мутность потока, кг/м<sup>3</sup>;

$U$  - средняя гидравлическая крупность взвешенных наносов, мм/с;

$R$  - гидравлический радиус, м;

$n$  - коэффициент шероховатости = 0,012-0,015;

$d_{cp}$  - средний диаметр взвешенных наносов, мм.

Запас бортов лотка над уровнем воды в нём следует принимать:

а) при  $H$  – от 40 до 100 см, не менее 10 см;

б) при  $H > 100$  см, не менее 15 см.

*Гидравлический расчёт трубопроводов и шлангов.* Оросительную систему с закрытой оросительной сетью, как правило, строят автономно, либо в пределах одного хозяйства, либо одного участка чередования сельскохозяйственных культур с одно - или двухсторонним расположением полевых трубопроводов (ПТ) по отношению к распределительному трубопроводу (РТ). ПТ могут быть тупиковыми или закольцованными. Схема расположения закрытой оросительной сети определяется ПТ. Последние должны располагаться по наибольшему уклону, что даёт экономию на капитальных затратах (70-80 % всей протяженности сети приходится на ПТ).

Гидравлический расчёт трубопроводов производится аналогично расчёту водоводов для водоснабжения и сводится к определению диаметров труб, скоростей воды в них, пьезометрических напоров по длине трубопровода и потребных напоров на гидрантах.

Верхним пределом скорости в трубопроводах считается 2,5-3,0 м/с. Увеличение скоростей воды приводит к повышению потерь напора, опасности возникновения гидравлических ударов. Нижний предел скорости в трубопроводах, исходя из условий недопущения заиления их, должен быть не ниже 0,8-1,0 м/с, оптимальной считается 1-1,5 м/с.

Имея расчётный расход и оптимальную скорость воды в трубопроводах, предварительно определяют диаметр по формуле:

$$d = 1000 \cdot \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot V}}, \text{ мм}$$

где:  $Q$  - расчётный расход трубопровода, м<sup>3</sup>/с;

$V$  - скорость воды в трубопроводе, м/с.

Затем по ГОСТ находят ближайший стандартный диаметр и уточняют скорость воды.

Расчётный напор в начале трубопровода определяется по формуле:

$$H = H_1 + \sum h_e + \sum h_w + H_{cv},$$

где:  $H_1$  - геодезическая разность в отметках в начале и конце расчётного участка трубопровода, м;

$\sum h_e$  - потери напора по длине трубопровода, м;

$\sum h_w$  - потери напора на преодоление местных сопротивлений по длине трубопровода надо принимать 5-10 % от путевых, т.е.

$$\sum h_w = (0,05 - 0,10) \sum h_e$$

$H_{cv}$  - требуемый свободный напор в гидранте в расчётной точке трубопровода, м

Потери по длине трубопровода можно определить по формулам, таблицам и номограммам различных авторов.

Распространенной формулой для определения потерь по длине является:

$$h_e = \lambda \frac{v^2 \cdot l}{2 \cdot g \cdot d}, \text{ м}$$

где:  $l$  - длина участка трубопровода, м;

$d$  - диаметр труб, м;

$v$  - скорость движения воды в трубе, м/с;

$\lambda$  - коэффициент гидравлического сопротивления.

Для приближенных расчетов можно использовать эмпирическую формулу Дарси:

$$\lambda = 0,02 \left( 1 + \frac{1}{40 \cdot d} \right)$$

где:  $d$  - диаметр трубопровода, м.

Требуемый свободный напор в гидранте равен:

$$H_{св} = H_n + h_g, \text{ м}$$

где:  $H_n$  - необходимый напор на выходе из гидранта, м;

$h_g$  - потери напора в гидранте – водовыпуске, м.

Напор на выходе из гидранта зависит от способа и техники полива:

при поверхностном поливе из гибких шлангов – 0,5-1,5 м;

при поверхностном поливе из закрытых поливных трубопроводов – 2-5 м

при дождевании низконапорными установками – 25-35 м;

при дождевании средненапорными установками 30-50 м;

при дождевании высоконапорными установками >60 м.

Если свободный расчётный напор (на выходе из гидранта) будет больше фактического напора  $H_\phi$ , создаваемого за счёт превышения величины естественного падения местности над величиной потерь напора по длине трубопровода, то недостающий напор должен быть восполнен за счёт подкачки воды насосными станциями, т.е.:

$$H_{нод} = H_{св} + H_\phi$$

Обычно самонапорные оросительные системы на местности с уклонами 0,003-0,015 обеспечивают самотечные поливы и дождевание при заборе воды из временного оросителя. При уклонах более 0,015 возможен полив дождеванием без дополнительной затраты энергии для создания дождя.

Расчёт переносного поливного шланга заключается в определении его диаметра и уклона, диаметров поливных отверстий и потерь напора в рабочей и транспортирующей части шланга, необходимого напора в голове шланга (свободный напор на выходе из гидранта -  $H_n$ ).

При известной длине гибкого шланга и ширине междурядий находится общее число поливных борозд, обслуживаемых одним шлангом:

$$n = \frac{l_{шл}}{a}, \quad \text{шт}$$

где:  $l_{шл}$  - длина шланга, м;

$a$  - ширина междурядья, м.

Число одновременно заправляемых борозд при известном расходе шланга

определяется по зависимости:  $n_{раб} = \frac{Q_{шл}}{q_{бор}}$ , шт

где:  $Q_{шл} = \frac{Q_{ур}^{брутто}}{n_{шл}}$  - расход поливного шланга, л/с;

$n_{шл}$  - число одновременно работающих шлангов.

Рабочая длина шланга равна:  $l_{шл}^{раб} = n_{раб} \cdot a$ , м

Транспортирующая длина шланга:  $l_{шл}^{тр} = l_{шл} - l_{шл}^{раб}$ , м

Диаметр шланга определяется по формуле:

$$d = 1000 \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}, \quad \text{м}$$

где:  $V$  - скорость воды в шланге принимать 1-1,5 м/с.

Полученный диаметр округляется до ближайшего большого стандарта.

Диаметр поливных отверстий определяется по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{q_{бор}}{3,48 \cdot \mu \cdot \sqrt{h}}}, \quad \text{м}$$

где:  $q_{бор}$  - расход в поливную борозду, м<sup>3</sup>/с;

$h$  - действующий пьезометрический напор, м.

Предварительно можно принимать  $h = 2,8 \cdot d$ , м

где:  $d$  - диаметр шланга, м;

$\mu$  - коэффициент расхода = 0,6

Подсчёт потерь напора по длине, при уклоне шланга равным нулю, может производиться по методике, разработанный САНИИРИ, сущность которой состоит в следующем.

Определяется напор в конце поливного шланга по формуле:

$$H_K = \frac{Q_{\text{бор}}^2}{\mu^2 \cdot \omega_0^2 \cdot 2q}, \quad \text{м}$$

где:  $\omega_0$  - площадь водовыпускного отверстия, м<sup>2</sup>.

Диаметр водовыпускных отверстий изменяется от 0 до 40 мм.

Потери напора по длине работающей части шланга:

$$h_w^n = Q_{\text{ул}}^2 \cdot \frac{l_{\text{ул}}^{\text{раб}}}{3K^2}, \quad \text{м}$$

где:  $K^2 = \omega^2 \cdot C^2 \cdot R$

$\omega = \frac{\pi \cdot d_n^2}{4}$  - площадь живого сечения поливного шланга, м<sup>2</sup>

$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}$  - скоростной коэффициент.

Напор в головной части поливного шланга:

$$H_{\text{гол}} = H_K + h_w^n, \quad \text{м}$$

Потери напора по длине транспортирующей части шланга:

$$h_w^{mp} = Q_{\text{ул}}^2 \cdot \frac{l_{\text{мп}}}{K^2}, \quad \text{м}$$

где:  $\omega = \frac{\pi \cdot d_{\text{мп}}^2}{4}$  - площадь живого сечения транспортирующей части шланга, м<sup>2</sup>

Напор головной части транспортирующего шланга:

$$H_r = H_K + h_w^n + h_w^{mp} + h_{\text{сж}}, \quad \text{м}$$

где:  $h_{\text{сж}}$  - потери напора на выходе воды из гидранта (принимать 0,03-0,05 м).

При раскладке шланга с уклоном вводится поправка к напору в голове шланга на создаваемый дополнительный напор за счет этого уклона поверхности земли.

Рис. 2.7.7.8 Продольный профиль распределительного (РТ-1) и полевого (ПТ-9) трубопроводов.

## 2.7.8 Арматура каналов внутрихозяйственной сети, подпор их и размещение



На плане в продольных профилях условными обозначениями (ОСТ 33-20-76) показывают все сооружения на оросительной сети.

*Назначение сооружений:*

1. **Регулирование расходов.** К ним относятся водовыпуски, которые ставят в голове каждого оросительного канала, начиная с ВО и кончая ХР. В точках выдела воды хозяйству, единицам водопользования (бригадам) водовыпуски обязательно назначаются водомерными.

2. **Сооружения по регулированию уровней воды.** К ним относятся перегораживающие и подпорные. Они ставятся в точках выдела воды в младшие каналы при водообороте по каналу или при потере командования, при пропуске минимальных расходов по старшему каналу.

На УР при одновременной работе нескольких ВО, в целях содержания командования над ВО, предусматривают подпорные сооружения через два на третьем водовыпуске во временный ороситель.

3. **Сооружения по сопряжению бьефов и регулированию скоростей.** При уклоне канала больше допустимых на размыв, в целях предохранения его от размыва, делаются быстротоки и перепады. Их следует делать в выемке и совмещать с водовыпусками и подпорными сооружениями.

4. **Сооружения на пересечениях с водными потоками, оврагами, дорогами и т.д.** К этому типу относятся: акведуки, дюкеры, трубы, мосты.

Все сооружения являются типовыми и состоят из сборных железобетонных конструкций.

Для привязки сооружений к конкретным условиям трасс каналов необходимо знать расход воды, пропускаемый через сооружения и перепад или потери напора при истечении воды через сооружения. Зная расход и перепад, по атласу типовых проектов подбирают необходимый размер типового сооружения и выписывают его шифр. По нему подбирают необходимый чертеж сооружения и представляют необходимые размеры и отметки верхнего и нижнего бьефа его в привязке к профилю канала.

На закрытой сети размещают следующие сооружения: распределительные (смотровые) колодцы, предназначенные для регулирования подачи воды в ПТ или оросительные трубопроводы: гидранты-водовыпуски, сбросные колодцы, вантузы, устройства против гидравлического удара, сооружения по водозабору в закрытую сеть.

На лотковой сети предусматривается:

- водовыпуски для подачи воды в шланги и младшие лотки;
- водовыпуски из открытой сети в лотковую;
- подпорные (перегораживающие) сооружения;
- концевые сбросы;
- пересечения с дорогами, коллекторами, оврагами и др;
- повороты.

Разместив все сооружения, составляют сводную ведомость ГТС и дорожных сооружений по хозяйству по форме (талб. 2.7.8.1).

Таблица 2.7.8.1. Ведомость гидротехнических и дорожных сооружений по хозяйству.

№	Наименование и тип сооружения	Месторасположение	Пропускная способность, м <sup>3</sup> /с	Количество сооружений на 1 га, шт.	Общее количество сооружений, шт.	Схема сооружений.

### **2.7.9 Дорожная и сбросная сеть, полезащитные лесные полосы, полосы отчуждения, уточнение КЗИ хозяйства.**

Дорожная сеть в хозяйстве должна обеспечить:

- а) вывоз продукции сельского хозяйства с ПУ к хозяйственному центру;
- б) возможность перемещения сельскохозяйственных машин по территории хозяйства и выезд на каждый ПУ;
- в) доставку сельхозпродуктов к заготпунктам;

г) связь хозяйства с районным центром.

С этой целью в хозяйстве устанавливаются полевые внутрихозяйственные дороги и подъездные пути. Дорожная сеть, как правило, располагается вдоль основных оросительных или водосборных каналов так, чтобы исключалось затопление дорог, имелось наименьшее количество мостов, минимальная протяженность и хорошие условия эксплуатации. Габариты и их конструкции приводятся в атласах типовых дорог.

Для приближенных расчётов можно назначить размеры полотна дороги и ширину кюветов, согласно данных таблицы 2.7.9.1.

Таблица 2.7.9.1 Размер дорог, м.

Тип дорог	Ширина полотна с обочиной	Ширина кювета с обрезом	Примечание
Полевые	5,0	1,4	Хозяйственные дороги имеют насыпь не менее 0,5 м;
Хозяйственные	6,5	1,9	
Подъездные	8,5	1,9	подъездные – 1,0 м

Полевые дороги проектируются грунтовыми по нижней стороне ПУ, полей чередования культур или их группе и связывают их с внутрихозяйственными дорогами. В этом случае отпадает необходимость в строительстве переездов через ВО, а кюветы дорог используются как водосбросы.

*Водосборно-сбросная сеть* служит для отвода поверхностных и аварийных вод и состоит из:

полевых водосборных каналов, роль которых выполняют кюветы полевых дорог;

концевых сбросов из постоянных каналов расходом более 0,25 м<sup>3</sup>/с, которые являются продолжением оросительного канала;

хозяйственных водосбросных каналов, принимающих воду из полевых и концевых сбросов и отводящих её за пределы орошаемого участка. Сбросные каналы располагают по тальвегам, лощинам и другим пониженным местам

рельефа. Глубина концевых и хозяйственных сбросов принимается 0,5-1,0 м с заложением откосов как для оросительных каналов в выемке.

*Полезацищные лесные насаждения* служат для повышения полезного использования оросительной воды на полях и предохраняют растения от вредного действия ветров. Их следует размещать по границам землепользований, полей чередования культур, вдоль дорог и постоянной оросительной и сбросной сети. Лесные полосы по возможности размещаются в полосе отчуждения каналов, в резервах вдоль дорог.

В районах наиболее вредного действия ветров основные пятирядные полосы предусматриваются через каждые 500 м и вспомогательные трехрядные - через 1500 м. ширина междурядий в лесополосах принимается 2,5 м с закройкой 0,3 м со стороны поля. Ширина пятирядной полосы составляет 10,3 м, трехрядной – 5,3 м. В районах менее интенсивной ветровой деятельности основные вспомогательные через 1500 м. ширина четырехрядной лесополосы – 7,8 м.

В районах слабой ветровой деятельности предусматривается система двухрядных лесополос шириной 2,8 м.

*Полосы отвода земель под каналы* определяются размером поперечных сечений самого канала, шириной дорог и предохранительной полосой. Нормы отвода земель для мелиоративных каналов представлены в таблице 2.7.9.2.

Таблица 2.7.9.2.

Площадь отчуждений по хозяйству, га. Наименование полосы отчуждения	Длина, м	Обслуживаемая площадь, га	Удельная протяженность, м/га	Общая протяженность, м/га	Ширина полосы отчуждения, м	Площадь отчуждения, м
Временные оросители						
УР, полевые дороги, лесополосы						
ХР, хозяйственные дороги, лесополосы						
Сбросные каналы, дороги, лесополосы						
Общественные постройки						
ИТОГО:						
						$\sum \omega_{отч}$

Предварительно принятый КЗИ в начале проекта уточняется по формуле:

$$\text{КЗИ} \frac{\omega_{\text{нетто}}}{\omega_{\text{брутто}}} = \frac{\omega_{\text{брутто}} - \sum \omega_{\text{отч}}}{\omega_{\text{брутто}}}$$

### 2.7.10 Подсчет объёмов земляных работ на типовых каналах.

#### Удельные и общие объёмы работ по элементам оросительной сети.

После построения продольного и поперечного профилей производят подсчет объёмов земляных работ по типовым запроектированным каналам. По ВО подсчитываются объёмы «подушек» и расчёты сводятся в табл. 2.7.10.1.

Таблица 2.7.10.1 Ведомость земляных работ по ВО, м<sup>2</sup>

№ пикетов	Расстояние, м	Размеры подушек				Средняя площадь подушки, м <sup>2</sup>	Объем подушки с учетом усадки	Средняя площадь срезки, м <sup>2</sup>	Объем срезки при $h_{\text{ср}}=0,05$ м	Примечание
		Высота $h_n$ , м	В/п по верху, м	В/п по низу, м	Вп средняя, м					

Значение высоты подушки берется из продольного профиля. Ширина подушки по верху подсчитывается по зависимости:  $B_n^1 = b + 2b + 2 \cdot H_{\text{стр}} + 8h_n$  принимается не менее 2,5. Ширина подушки по основанию:  $B_n^{11} = B_n + 8h_n$ , где:  $b$  – ширина по дну;  $B^1$  – ширина дамбы;  $H_{\text{стр}}$  – строительная глубина;  $h_n$  – высота насыпи.

Подсчёт объёмов земляных работ по постоянным каналам внутрихозяйственной сети производится в специальных ведомостях, форма которых приводится в табл. 2.7.10.2.

В эту ведомость вписываются все пикеты и промежуточные точки продольного профиля, для которых на профиле подсчитаны глубина выемки и высота насыпи. Используя эти данные и размеры строительного профиля по участкам канала, вычисляют площади выемки и насыпи, а по ним и объёмы работ.

Вычисление площадей выемки и насыпи производят по формуле:

$$\omega_g = (b + m_1 h_g) \cdot h_g; \quad \omega_n = 2 \cdot (b + \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot h_n) \cdot h_n \cdot K_{yc},$$

где:  $h_g$  – глубина выемки, м;

$h_n$  – высота насыпи, м;

$b$  – ширина канала по дну, м;

$b^1$  – ширина дамбы по верху, м;

$m_1$  – заложение внутреннего откоса;

$m_2$  – тоже, наружного откоса;

$K_{yc}$  – коэффициент усадки грунта в теле дамбы для легких суглинков – 1,2; средних суглинков – 1,15; тяжелых суглинков – 1,10; супесей – 1,05.

По вычисленным площадям на пикетах (точках) можно подсчитать значение средних площадей для участка между точками, а затем и объём работ, как произведение ( $\omega_{cp} \cdot l$ ) средней площади на расстояние между точками.

В графе «Примечание» должен быть вычерчен строительный поперечный профиль канала для каждого расчётного участка и даны основные строительные размеры поперечного сечения:  $b$ ,  $b^1$ ,  $H_{стр}$ ,  $m$ ,  $m_1$ .

По каждому запроектированному каналу необходимо вывести каждому виду земляных работ по следующей форме (табл. 2.7.10.3).

Таблица 2.7.10.3 Ведомость удельных объемов земляных работ, м<sup>3</sup>/га.

Наименование канала	Объем работы по ведомости			Площадь «нетто» орошаемая из канала, га	Удельные объемы		
	выемки	выемка из резерва	насыпь		выемки	выемка из резерва	насыпь
Временный ороситель							
Участковый ороситель							
Внутрихозяйственный распределитель							
Хозяйственный отвод							

Удельный объём какого-либо вида земляных работ определяется по зависимости:

$$W_{уд} = \frac{W}{\omega}, \quad \text{м/га,}$$

где:  $W$  – объём земляных работ по ведомости, м<sup>3</sup>;

$\omega$  – площадь орошаемая из данного канала, га

После получения удельных объёмов составляется ведомость объёма земляных работ по всему хозяйству (табл. 2.7.10.4)

Таблица 2.7.10.4 Ведомость объёмов земляных работ по хозяйству, м<sup>3</sup>.

Наименование канала	Удельный объём, м <sup>3</sup> /га			Площадь хозяйства «нетто», га	Суммарный объём		
	выемки	насыпь	выемка из резерва		выемки	насыпь	выемка из резерва

Таблица 2.7.10.2 Ведомость объемов земляных работ по каналу \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>

№ пикетов	Расстояние, м	Выемка				Насыпь				Ширина дамбы по основанию, м	Средняя ширина, м	Площадь вспашки или срезки, м <sup>2</sup>	Объем срезки при глубине, см	Объем дамбы с учетом усадки	Объем в кавальер	Объем из резервов	Примечание
		Глубина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Средняя площадь, м <sup>2</sup>	Объем	Высота, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Средняя площадь, м <sup>2</sup>	Объем								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18



### 2.7.11 Оформление проекта

Курсовое проектирование является частью учебного процесса. Цель курсового проектирования – закрепить и систематизировать знания студентов по общетехническим и специальным предметам, развить навыки самостоятельной работы и научить студентов применять полученные ими теоретические знания при решении вопросов производственного характера. Курсовые проекты выполняются по окончании теоретической части или раздела курса. Курсовые проекты состоят из пояснительной записки и графической документации. Пояснительная записка содержит: титульный лист, задание на проектирование, основные технико-экономические показатели проекта, текстовую часть, список использованной литературы, приложение, оглавление. Её объём для курсового проекта не должен превышать 25-30 страниц рукописного текста.

Таблицы в тексте должны иметь название и соответствующий номер. План хозяйства вычерчивается на ватмане. Обязательно должны соблюдаться установленные стандартные условные обозначения. Продольные профили каналов выполняются по установленной форме, на миллиметровке в карандаше. Проект подшивается в специальную папку вместе с оглавлением и списком чертежей.

Формулы, приводимые в тексте, должны сопровождаться пояснением значений входящих в них буквенных обозначений, коэффициента и размерности. Весь текст должен быть тщательно откорректирован грамматически и стилистически. В конце записки обязательно следует список использованной литературы.

Комплектность и состав курсового проекта зависит от темы проекта и должны соответствовать заданию на проектирование.

### **Глава 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА С БЕСПЛОТИННЫМ СПОСОБОМ ВОДОЗАБОРА**

Курсовая работа разрабатывается в соответствии с выданным каждому бакалавру заданием на плане  $M=1:50000$  или  $1:100000$  с сечением горизонталей через 1-5 м. Курсовая работа состоит из общей пояснительной записки с расчётами и таблицами, плана трассы магистрального канала (МК) и отходящих от него межхозяйственных распределительных (МХР) каналов, продольного профиля МК, ведомости подсчёта объёма земляных работ, удельных объёмов, сооружений на МК.

Курсовая работа должна состоять из 15-20 страниц пояснительной записки и 2 чертежей:

а) план в  $M=1:100000$  с показанием трассы МК. На плане должен быть разбит пикетаж в соответствии с масштабом, но не реже чем через 1 км. План выполняется в общепринятых условных обозначениях со всеми необходимыми надписями на них.

б) продольный профиль МК в пределах заданного плана в масштабе - горизонтальный  $1:50000$  или  $1:20000$ , вертикальный в  $M=1:100$ . Продольный профиль должен быть выполнен в соответствии с общепринятым образцом и в общепринятых условных обозначениях. Все графы профиля должны быть заполнены. Графа "Гидравлические элементы" должна иметь типовое поперечное сечение и таблицу гидравлических элементов каждого участка, соответственно тем характерным расходам, на которые производится расчёт и проектирование поперечного сечения;

в) ведомость подсчёта объёмов земляных работ составляется по установленной форме. В записке приводится перечень необходимых гидротехнических сооружений на МК и в головах МХР.

В общей части пояснительной записки приводится краткий очерк естественно-исторических условий - географическое положение, климат, рельеф, почвы, геология и гидрогеология. Очерк составляется в основном по

материалам задания и дополняется из других источников, характеризующих

КПД МХР		Расход брутто отводов, м <sup>3</sup> /с		
нормальный	минимальный	нормальный	минимальный	форсированный
11	12	13	14	15

заданный район или область.

### 3.1 Определение земельного фонда и расчётных расходов межхозяйственных распределителей магистрального канала

Для определения земельного фонда и расчётных расходов МХР составляем линейную схему МК. Расчёты по определению земельного фонда и расчётных расходов МХР сводятся в таблицу.

Таблица 3.1.1 Земельный фонд и расчётные расходы МХР

Пикетаж по МК	Наименование отводов	КЗИ	Площади по отводам, га.				Расчёт ординаты приведённого гидромодуля, л/с на га	
			Брутто			нетто		
			Гидромодульные районы			всего		
			I	II	III			максимальная
1	2					9	10	
	3К							
	2К							
	1К							

1. Графа первая заполняется после разбивки пикетажа по МК.
2. Графы 2,3,4,5,6 заполняются согласно заданию.
3. Графа 7 составляет сумму граф 4,5,6.

4. Графа 8 - записывается результат произведения граф 3 и 7.

5. Расчётные ординаты средневзвешенного приведённого гидромодуля для каждого МХР определяются по данным граф 4,5,6 по формуле:

$$q_{\max \text{ ср.вз.}} = \frac{\bar{q}_1 \cdot \omega_1 + \bar{q}_2 \cdot \omega_2 + \bar{q}_3 \cdot \omega_3 + \dots + \bar{q}_n \cdot \omega_n}{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \dots + \omega_n}; \quad \text{л/с га}$$

Где  $\bar{q}_1, \bar{q}_2, \bar{q}_3, \dots, \bar{q}_n$  - ординаты приведенного гидромодуля, для каждого гидромодульного района (даны в задании), л/с га;

$\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_n$  - площадь соответствующих гидромодульных районов, га.

Результаты определений расчётных ординат приведенного гидромодуля записываются в графу 9.

Минимальная ордината приведённого гидромодуля принимается равной

$\bar{q}_{\min} = 0,4 \cdot \bar{q}_{\max}$ , л/с га. Результаты записываются в графу 10.

6. В графы 11 и 12 записываются из задания КПД системы МХР.

7. По данным граф 8,9,10,11 и 12 вычисляются нормальные и минимальные расходы МХР и вписываются в графы 13 и 14 таблицы.

Нормальный расход "брутто" определяется по формуле:

$$Q_{\text{нор}}^{\text{бр}} = \frac{\omega_{\text{нетто}} \cdot \bar{q}}{\eta_{\text{нор.с.мхр}}}, \quad \text{м}^3/\text{с}$$

где  $\omega_{\text{нетто}}$  - площадь нетто, подвешенная к рассчитываемому каналу, берётся из графы 8, га;

$\bar{q}_{\max}$  - максимальная ордината приведенного гидромодуля, берется из графы 9, л/с. га;

$\eta_{\text{нор.с.мхр}}$  - коэффициент полезного действия (КПД) системы МХР, берется из графы 11:

$$Q_{\text{мин}}^{\text{бр}} = \frac{\omega_{\text{нетто}} \cdot \bar{q}_{\min}}{\eta_{\text{мин.с.мхр}}}, \quad \text{м}^3/\text{с}$$

В формуле обозначения те же, но  $\bar{q}_{\min}$  и  $\eta_{\min}$  берутся соответственно из граф 10 и 12 таблицы.

8. Форсированный расход вычисляется умножением нормального расхода брутто канала на коэффициент форсировки, который принимается по данным таблицы 3.1.2. Этот расход вписывается в графу 15 таблицу 3.1.1.

Таблица 3.1.2 Коэффициент форсировки

$Q_{\text{нор}}^{\text{бр}}$ - расход канала, м <sup>3</sup> /с	Коэффициент форсировки
от 10 до 50	1,15-1,10
50-100	1,10-1,05
более 100	1,05

### 3.2 Проектирование рабочей части магистрального канала

По расходу нетто конечного участка МК, который равен расходам брутто МХР К-3 и К-4, определяют предельно допустимый на размыв уклон расчётного участка МК. Расчёты сводятся в таблицу 3.2.1.

Таблица 3.2.1 Определение предельно допустимых на размыв уклонов по участкам МК

№ участков	Пикеты	Нормальный расход участка, м <sup>3</sup> /с	$R = 0,5 \cdot Q^{0,4} R^{1/3}$	$V_{\text{T}}, \text{м/с}$	$Vq = V_{\text{T}} \cdot R^{1/3}$	$V_q^2$				$J_{\text{дон}} = \frac{V_{\text{дон}}^2}{C^2 \cdot R}$
			4						0	1

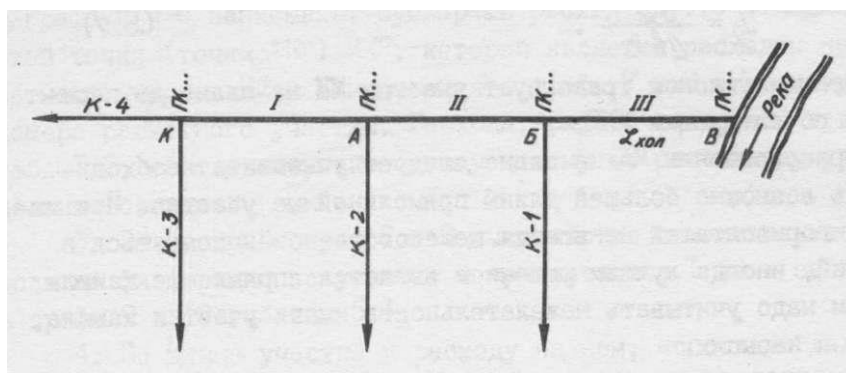


Рис. 3.2.1 Линейная схема магистрального канала

Номера участков берутся из расчётной схемы и записываются в графу 1 таблицы 3.2.1.

Графа 2 заполняется после разбивки пикетажа по МК.

В графу 3 записывается суммарный расход брутто МХР.

Гидравлический радиус определяется по формуле С.А.Гиршкана:

$$R = 0,5 \cdot Q^{0,4}, \text{ м}$$

и записывается в графу 4.

Допустимая на размыв скорость определяется по формуле А.А.Черкасова:

$$g_{дон} = g_{табл} \cdot R^{1/3}, \text{ м/с,}$$

где  $g_{табл}$  - допустимая (табличная) скорость на размыв для данного грунта при  $R = I$ .

При содержании в воде более  $0,1 \text{ кг/м}^3$  глинистых частиц и наличии пленки ила, покрывающей русло канала, значение неразмывающих скоростей повышается для суглинков легких на 10-15%, суглинков средних на 15-20% и суглинков тяжелых на 20-25%.

Для определения коэффициента "С" рекомендуется пользоваться формулой Маннинга:

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}$$

где  $n$  - коэффициент шероховатости, принимается в каналах с земляным руслом для нормального расхода 0,02, облицованных бетоном 0,015.

Допустимый на размыв уклон расчетного участка определяется по формуле:

$$J_{\text{дон}} = \frac{V_{\text{дон}}^2}{C^2 \cdot R}$$

С полученным уклоном трассирует участок МК на плане до пересечения со следующим МХР.

При трассировании МК на плане следует учитывать необходимость иметь возможно большей длины прямолинейные участки. При извилистости горизонталей не всегда целесообразно "вписываться в горизонтали", иногда лучшим решением является спрямление канала, но при этом надо учитывать нежелательность иметь участки канала, проходящие в насыпях.

### 3.3 Определение расчётных расходов

Определение расчётных расходов по участкам МК производится в таблице 3.3.1.

Таблица 3.3.1 Расчётные расходы по участкам МК, м<sup>3</sup>/с

№ участка	Пикет	Длина участка, км.	Наименование отвода	Расход brutto отводов		Расход нетто участка	
				норм.	миним.	норм.	миним.
1	2	3	4	5	6	7	8

Потери на участке в:				Расходы brutto участка		
% на 1 км		м <sup>3</sup> /с		норм.	миним.	форсир.
норм.	миним.	норм.	миним.			
9	10	11	12	13	14	15

Таблицы 3.2.1 и 3.3.1 заполняются одновременно. Определив допустимый уклон на первом участке и протрассировав МК с этим уклоном от точки "К" до пересечения с трассой последующего МХР, начинают заполнять таблицу 3.3.1.

1. В таблицу 3.3.1 заносятся номера всех расчётных участков МК с записью их через строчку. По плану точно измеряется расстояние между точкой "К" и пересечением МК трассы следующего МХР (на приведенной схеме между точкой "К" и пересечением МК с МХР 2-К). Это расстояние в километрах записывается в графу 3 в строке с номером расчётного участка МК.

2. В строку, соответствующую началу расчётного участка, в графе 5 и 6 записывают суммарный расход брутто отводящего от этой точки (точки "К") МХР, который является расходом нетто расчётного участка МК и вписывается в графы 7 и 8 в строчку против номера расчётного участка. Расходы графы 7 таблицы 3.3.1 и графы 3 таблицы 3.2.1, соответствующие одному и тому же расчётному участку, должны совпадать.

3. По расходам граф 7 и 8 вычисляются относительные потери воды на фильтрацию на участке в процентах на 1 км и записываются в графы 9 и 10 таблицы 3.3.1.

4. По длине участка и расходу на нём, используя данные граф 9 и 10, вычисляют абсолютные потери по участку и записывают их в графы 2 и 12. Относительные потери могут вычисляться по одной из формул, представленных в таблице 3.3.2.

Таблица 3.3.2 Формулы для определения потери воды на фильтрацию, % на 1 км.

Характеристика грунта русла канала	Формула А.Н.Костякова	Формула САНИИРИ
Сильно проницаемые	$\sigma_1 = \frac{3,4}{Q_{\text{нетто}}^{0,5}}$	$\sigma_1 = \frac{2,85 \div 3,5}{Q^{0,5}}$
Средне проницаемые	$\sigma_2 = \frac{1,9}{Q^{0,4}}$	$\sigma_2 = \frac{1,87 \div 2,3}{Q^{0,5}}$
Слабо проницаемые	$\sigma_3 = \frac{0,7}{Q^{0,3}}$	$\sigma_3 = \frac{1,0 \div 1,3}{Q^{0,5}}$



Исчисленные по этим формулам потери в процентах на 1 км записываются в графы 9 и 10 в строке против номера расчётного участка.

Абсолютные потери по длине расчётного участка определяются по формуле:

$$S = \frac{\sigma \cdot l \cdot Q}{100} \cdot P, \text{ м}^3/\text{с}$$

где  $Q$  – расход, м<sup>3</sup>/с;

$l$  - длина участка, км;

$\sigma$  - относительные потери, % на 1 км;

$P$  – поправочный коэффициент влияния подпора грунтовых вод (ГВ) на величину фильтрации.

Ориентировочно влияние подпора грунтовых вод (ГВ) на величину фильтрации можно учесть путем введения поправочного коэффициента согласно таблице 3.3.3.

Таблица 3.3.3 Поправочный коэффициент «Р» для потерь воды на фильтрацию при подпоре ГВ.

Расход воды в канале, м/с.	Глубина грунтовых вод, м.							
	3,0	3,0	5,0	7,5	10,	15,0	20,0	25,0
0,3	0,82							
1,0	0,63	0,79						
3,0	0,50	0,63	0,82					
10,0	0,41	0,50	0,65	0,79	0,91			
20,0	0,36	0,45	0,57	0,71	0,82			
30,0	0,36	0,42	0,54	0,66	0,77	0,94		
50,0	0,32	0,37	0,49	0,60	0,69	0,84	0,97	
100,0	0,28	0,33	0,42	0,52	0,58	0,73	0,84	0,94

При промежуточных значениях ГВ принимается ближайшее значение поправочного коэффициента.

5. Суммируя потери по участку на фильтрацию с расходом нетто, получают расход брутто участка, который записывают соответственно в графы 13 и 14. Умножив нормальный расход на коэффициент форсировки

(таблица 3.1.2), получают форсированный расход участка, который записывают в графу 15 таблицы 3.3.1.

6. Суммируя расходы брутто МХР-2-К (графы 5 и 6) с расходам брутто предыдущего расчётного участка (графы 13 и 14), получают расходы нетто для следующего расчётного участка, которые записывают в графы 7 и 8 таблицы 3.3.1 в строку против номера расчётного участка.

7. Нормальный расход нетто для второго расчётного участка записывают в графу 3 таблицы 3.2.1 и по этому расходу определяют допустимый уклон для второго расчётного участка МК.

8. По вычисленному уклону трассируют МК до пересечения с трассой следующего МХР – 1- К, определяют расстояние второго расчётного участка и определяют потери на фильтрацию на этом участке в таком порядке, как это делалось для первого расчётного участка. Точка "Б" является концом холостой части и началом рабочей части МК.

#### **3.4 Проектирование холостой части магистрального канала**

1. Определив в таблице 3.2.1 допустимый на размыв уклон холостой части МК, трассируют с этим уклоном холостую часть МК по направлению к источнику орошения и определяют длину холостой части канала  $L_{хол}$ .

2. Обозначив  $\Delta h$  превышение уровня воды над поверхностью земли в точке "Б" при  $Q_{норм}$  и принимая  $\Delta h$  равное 0,4 - 0,5, имеем отметку уровня воды в точке "Б".

$$H'_B = H_B + \Delta h, \quad \text{м}$$

где  $H_B$  - отметка земли в точке "Б".

3. Определяется отметка уровня воды в МК у реки в точке "В" по формуле:

$$H'_B = H'_B + L_{хол} \cdot J_{хол}, \quad \text{м}$$

где  $L_{хол}$  - длина холостой части МК;

$J_{хол}$  - расчетный уклон холостой части МК.

4. Замеряют на плане расстояние от заданного гидрометрического створа до места выхода трассы МК к реке  $L_p$ . По  $L_p$  и уклону реки -  $J_p$ , равному уклону поверхности земли, вычисляется  $H_B''$  - отметка расчётного уровня воды у головы МК:

$$H_B'' = H_0 \pm L_p J_p, \quad \text{м}$$

где  $H_0$  - уровень воды реки в гидрометрическом створе.

Если гидрометрический створ расположен выше точки "Б":

$$H_B'' = H_0 - L_p J_p, \quad \text{м}$$

Место водозабора МК может быть принято у точки "В" на реке в случае, если:

$$H_B'' \geq H_B' + Z + \Delta h_\phi, \quad \text{м}$$

где  $Z$  - потери напора на входе через головной регулятор МК, принимаемые равными 0,2 - 0,3 м;

$\Delta h_\phi$  - превышение форсированного уровня вода в МК над нормальным уровнем, принимается равным 0,2-0,3 м.

6. В случае, если  $H_B'' < H_B' + Z + \Delta h_\phi$  для условий самотечного орошения не обеспечивается и точка водозабора МК должна быть перенесена вверх по реке на расстояние  $L_x$  от точки "В", обеспечивающее командные уровни воды в заданной точке "Б", и определяется по формуле:

$$L_x \equiv \frac{H_B' - H_B'' + Z + \Delta h_\phi}{J_p - J_{хол}}, \quad \text{м}$$

где  $J_p$  - уклон реки;

$J_{хол}$  - уклон холостой части МК.

7. После установления точки водозабора разбивается пикетаж по всей длине МК таким образом, чтобы на плане были обозначены точки МК не реже, чем через 1 км. Устанавливается пикетаж каждого МХР и выписывается на

плане против места водозабора распределителем на линейной схеме МК (рис. 3.2.1) и в табл. 3.2.1 и 3.3.1.

8. Определив длину холостой части МК, вычисляют потери воды на этом участке канала, прибавляют их к расходу нетто последнего расчётного участка МК и получают расход брутто в голове МК.

9. Получив расход брутто в голове МК, заканчивают работу над таблицей 3.3.1 вычислением КПД МК и системы МК.

Расход нетто в голове МК равен расходу брутто минус сумма потерь по графам 11 и 12 табл. 3.3.1.

Коэффициент полезного действия МК определяется по зависимости:

$$\eta_{МК} = \frac{Q_{МК}^{нетто}}{Q_{МК}^{брутто}}$$

Коэффициент полезного действия системы МК равен произведению КПД МК на КПД системы МХР:

$$\eta_{СМК} = \eta_{МК} \cdot \eta_{СМХР}$$

Где  $\eta_{СМХР}$  - КПД системы МХР дается в задании;

Если коэффициент полезного действия канала получился меньше, чем в задании, необходимо запроектировать противofильтрационные мероприятия.

### 3.5 Противofильтрационные мероприятия

В тех случаях, когда расчёт потерь воды на фильтрацию показывает, что КПД, полученный для МК, меньше заданного, применяют специальные противofильтрационные мероприятия, которые уменьшают потери на фильтрацию, повышают КПД канала, увеличивают оросительные возможности системы и улучшают мелиоративное состояние орошаемых земель.

При проектировании каналов могут применяться следующие противofильтрационные мероприятия:

а) покрытие каналов различного типа противofильтрационными одеждами и устройство скрытых экранов;

- б) глубокое уплотнение, рыхление и укатка ложа каналов;
- в) обработка ложа канала химическими веществами;
- г) кольматация.

Химические противofильтрационные мероприятия вследствие их недостаточной изученности пока в производственных условиях не применяются.

По признаку применяемых материалов противofильтрационные одежды разделяются на следующие основные типы:

1. Бетонные и железобетонные.
2. Бетоннопленочные.
3. Асфальтобетонные.
4. Экраны из полимерных пленок.
5. Грунтовые экраны, кольматаж.

Выбор типов противofильтрационных одежд производится в зависимости от фofильтрационных свойств грунтов, слагающих ложе канала, геологических и гидрогеологических условий, протяженности и размеров каналов, величины требуемого снижения потерь воды на фofильтрацию и наличия материалов.

Эффективность противofильтрационных одежд определяется:

- а) снижением фofильтрационных потерь воды;
- б) сроком службы;
- в) улучшением мелиоративного состояния земель и уменьшением затрат на строительство дренажа;
- г) увеличением сбора сельскохозяйственной продукции за счёт дополнительно орошаемых земель, сбереженной водой.

Исходные данные для определения потерь воды на фofильтрацию можно принимать по таблице 3.5.2.

Расчёт фofильтрационных потерь из каналов с облицовкой с учётом исходных данных можно производить по следующей зависимости для каналов трапециевидальной формы.

$$Q_{\phi} = 0,0116 K_{\phi} \cdot \mu \cdot (B + h_0) \quad \text{при } \frac{B}{h_0} < 4$$

$$Q_{\phi} = 0,0116 K_{\phi} (B + A \cdot h_0) \quad \text{при } \frac{B}{h_0} > 4$$

где  $Q_{\phi}$  - расход фильтрационных потерь на 1 км длины канала, м<sup>3</sup>/с;

$K_{\phi}$  - коэффициент фильтрации противофильтрационной облицовки  
 ложа канала, м/сут;

$A, \mu$  - коэффициенты, зависящие от отношения  $B$  и  $h_0$  определяются по  
 таблице 3.5.2.

$B$  - ширина канала по урезу воды при глубине  $h_0$ , м;

$h_0$  - глубина воды в канале, м.

Таблица 3.5.1 Данные для определения потерь воды на фильтрацию

Типы одежд	Осредненный коэффициент фильтрации, см/с	Осредненная величина фильтрации, л/сут/м <sup>2</sup>	ориентировочный срок службы до полного восстановления, лет
Бетонный монолитный	$3 \cdot 10^{-6} + 5 \cdot 10^{-5}$		15-20
Железобетонный монолитный			20-25
Бетонопленочный монолитный		3-6	20-25
Железобетонный сборный			36-40
Бетонопленочный сборный	-	7-10	35-40
Асфальтобетонный	$1 \cdot 10^{-6} + 1 \cdot 10^{-5}$	-	10-15
Экран глинистый	$7 \cdot 10^{-6} + 1 \cdot 10^{-5}$		5-10
Экран из полимерной пленки	-	10-15	8-10

Таблица 3.5.2 Значение коэффициентов  $A$  и  $\mu$

$\frac{B}{h_0}$	Значения $A$ и $\mu$					
	m=1		m=1,5		m=2,0	
	A	$\mu$	A	$\mu$	A	$\mu$
1	2	3	4	5	6	7
2		0,98		0,78		0,62

3		1		0,96		0,82
4		1,14		1,03		0,94
5	3		2,5		2,1	
6	3,2		2,7		2,3	
6	3,4		3		2,7	
10	3,7		3,2		2,9	
15	4		3,6		3,3	
20	4,4		3,9		3,6	

При отсутствии данных о сечении канала потери воды на фильтрацию можно подсчитать по формуле С.А.Гиршкана:

$$Q_{\text{потери}} = 0,063 \sqrt{Q} \cdot K_{\phi}, \text{ м}^3/\text{с на 1 км канала}$$

или

$$= \frac{6,3}{\sqrt{Q^H}} \cdot K_{\phi} \text{ \% на 1 км канала}$$

$$S = \frac{v \cdot l \cdot Q_{\text{нетто}} \cdot P}{100}, \text{ м}^3/\text{с}$$

Где:  $S$  - абсолютные потери на фильтрацию,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$\sigma$  - относительные (удельные) потери, % на 1 км канала;

$P$  - коэффициент, учитывающий влияние подпора ГВ (табл. 3.3.3)

$$Q_{\text{нор}}^{\text{брутто}} = Q_{\text{нор}}^{\text{нетто}} + S, \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\eta_{\text{канала}} = \frac{Q_{\text{нор}}^{\text{нетто}}}{Q_{\text{нор}}^{\text{брутто}}}$$

### 3.6 Гидравлический расчёт магистрального канала

1. Гидравлический расчёт производится в соответствии с произведенной разбивкой МК на расчётные участки на линейной схеме (рис. 3.2.1). Расчёты сводятся в таблицу 3.6.1.

Таблица 3.6.1 Гидравлический расчет магистрального канала

№ расчетных участков	Участок от ПК...до ПК...	Вид расхода	Значение расхода, м <sup>3</sup> /с	доп									v	R	ср. м/с	доп, м/с	факт, м <sup>3</sup> /с	

2. Для каждого расчётного участка занимается три строчки таблицы и в соответствующие графы вписываются: 1 - номер расчётного участка; 2 - пикетаж крайних точек расчётного участка; 3 - вид расхода (нормальный, минимальный и форсированный); 4 - значение расхода; 5 - предельно допустимый на размыв уклон участка, определённый ранее (табл. 3.2.1).

Расчёт МК производится при одном значении коэффициента шероховатости от грунта ложа канала ( $n=0,020$ ) по следующим видам расходов:

- а) по нормальному - с целью определения гидравлических элементов канала, соответствующих нормальным условиям его работы;
- б) по минимальному - с целью проверки условий командования над отводами и значения места постройки подпорных сооружений;
- в) по форсированному - с целью определения запаса в дамбах и берм над уровнем воды в канале.

3. Коэффициент откоса канала в графе 7 принимается по таблице 3.6.2.

Таблица 3.6.2 Коэффициент откоса канала – m

Наименование грунтов	Расход воды в канале, м <sup>3</sup> /с			
	Q $\geq$ 10		Q=2-10	
	подводных	надводных	подводных	надводных
Суглинок тяжелый и средний	1,25	1,00	1,00	1,0
Суглинок легкий	1,50	1,25	1,25	1,0
Песок	2,25	2,00	2,0	1,75



4. В графу 8 вписывается значение относительной глубины для устойчивых каналов, которое вычисляется по формуле С.А.Гиршкана:

$$\beta = 3\sqrt[4]{Q_{\text{нор}}^{\text{бр}}} - m$$

5. Имея величину нормального расхода, уклон канала, коэффициент шероховатости  $n$  и  $\beta$ , по линейке В.Ф.Пояркова или по программам на ЭВМ определяется ширина канала по дну, которая записывается в графу 9, округленная до ближайшего стандарта.

6. Наполнение воды в канале  $h$  в графе 10 определяется по зависимости:

$$h = \frac{b}{\beta}, \text{ м}$$

При отсутствии линейки В.Ф.Пояркова глубину наполнения воды в канале можно определять по формуле С.А.Гиршкана:

$$h = 0,85 \cdot Q^{1/3}, \text{ м} \quad h = 0,85 \cdot Q_{\text{нор}}^{1/3}, \text{ м}$$

и тогда ширина по дну  $b$  определяется по зависимости:

$$b = h \cdot \beta, \text{ м}$$

7. Площадь живого сечения канала  $\omega$  определяется по зависимости:

$$\omega = (b + m \cdot h) \cdot h, \text{ м}^2, \text{ и результат записывается в графу 11.}$$

8. Смоченный периметр  $\chi$  определяется по формуле:

$$\chi = b + 2 \cdot h \sqrt{1 + m^2}, \text{ м, и записывается в графу 12.}$$

9. Гидравлический радиус  $R$  определяется по зависимости:

$$R = \frac{\omega}{\chi}, \text{ м и записывается в графу 13.}$$

10. Средняя скорость течения воды в канале определяется по формуле:

$$V_{\text{cp}} = C \cdot \sqrt{R \cdot J}, \text{ м/с.}$$

11. Фактический расход (графа 19) определяется по зависимости  $Q_{\phi} = \omega \cdot V_{cp}$  и не должен значительно расходиться со значением  $Q_{расч}$  (графа 4).

12. По форсированному и минимальному расходам расчётного участка определяется по линейке В.Ф.Пояркова значение  $\beta$  по принятому  $b$ . Таким образом рассчитываются все участки магистрального канала.

13. Для форсированного и минимального расходов определяются только значения  $h$  (графа 10).

14. При переходе от одного участка к другому нужно подбирать ширину по дну смежных участков таким образом, чтобы вертикальное сопряжение участков происходило без подпора.

Если позволяет рельеф местности, сопряжение уровней может быть осуществлено перепадом, но с соблюдением необходимого командования на всех отводах.

### **3.7 Проектирование продольного профиля магистрального канала**

Для проектируемого канала строится продольный профиль в масштабах: горизонтальный - 1:50000 или 1:20000, вертикальный - 1:100. Профиль строится по общепринятой форме с использованием установленных условных знаков (рис. 3.7.1 и 3.7.2).

1. После окончания гидравлического расчёта строят продольный профиль поверхности земли по трассе МК. Имея отметку уровня воды в конце холостой части МК (точка Б) и идя от этой точки с уклоном холостой части МК к голове канала, получают положение линии уровня воды этой части канала, после этого аналитически вычисляют отметки уровней воды на всех точках профиля, имеющих отметки земли.

3. Отняв от отметки нормального уровня воды величину нормального наполнения канала, получают отметку дна в данной точке канала.

$$H_{\text{дна}} = \nabla H_{\text{УВ}} - h_{\text{нор}}, \text{ м}$$

4. Прибавив к отметкам дна величину наполнения канала при минимальном расходе, получают отметки уровня воды при минимальном

расходе; прибавляя к отметке дна величину наполнения при форсированном расходе, получают отметку уровня воды при форсированном расходе:

$$\nabla MUB \equiv \nabla H_{\text{дна}} + h_{\text{мин}}, \text{ м} \quad \nabla \Phi UB \equiv \nabla H_{\text{дна}} + h_{\text{фор}}, \text{ м}$$

5. Запас в дамбах над форсированным уровнем воды в канале принимается в следующих пределах  $\nabla H_{\text{дамбы}} = \nabla H_{\text{фор}} + \nabla h$ , м, (табл. 3.7.1).

Таблица 3.7.1 Запас в дамбах, м

Расход канала, м <sup>3</sup> /с	Запас в дамбах
1,1-10,0	0,4
11,0-30,0	0,50
31,0-50,0	0,6
61,0-100	0,75
более 100	1,0

6. Закончив нанесение всех проектных линий профиля на верхнем участке, переходят к следующему участку. При этом линию нормального уровня двух смежных участков следует проектировать "линия в линию" ИЛИС перепадом, когда это позволяют условия рельефа. Линия дна может проектироваться с уступами, но уступы эти не должны быть большими (не более 0,3 м) и должны совмещаться с перегораживающими сооружениями.

При проектировании двух смежных участков необходимо так подбирать ширину по дну каждого участка, чтобы наполнение воды при нормальном расходе в нижнем и верхнем участке было примерно равным.

7. Графы "Глубина выемки" и "Высота насыпи" получаются:

$$h_{\text{выем}} = \nabla H_{\text{зем}} - \nabla H_{\text{дна}}, \text{ м}; \quad h_{\text{нас}} = \nabla H_{\text{дамб}} - \nabla H_{\text{зем}}, \text{ м};$$

Первая - как разность между отметками земли и отметками дна канала в данной точке, а вторая - как разность между отметками дамбы и земли в данной точке.

На границе двух расчётных участков все проектные отметки показываются дробью: в числителе - данные, относящиеся к верхнему участку (бьефу), а в знаменателе - к нижнему.

8. В графе "Гидравлические элементы" на проектном профиле для каждого расчётного участка составляется таблица с данными для трех расходов. Эти данные:  $Q$ ,  $b$ ,  $h$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $v_{cp}$ ,  $v_{дон}$ .

В этой же графе помещается типовое поперечное сечение канала, характеризующее данный участок канала.

### 3.8 Конструирование поперечного профиля магистрального канала

После конструирования продольного профиля канала переходят к конструированию по участкам поперечного профиля. Могут быть следующие случаи:

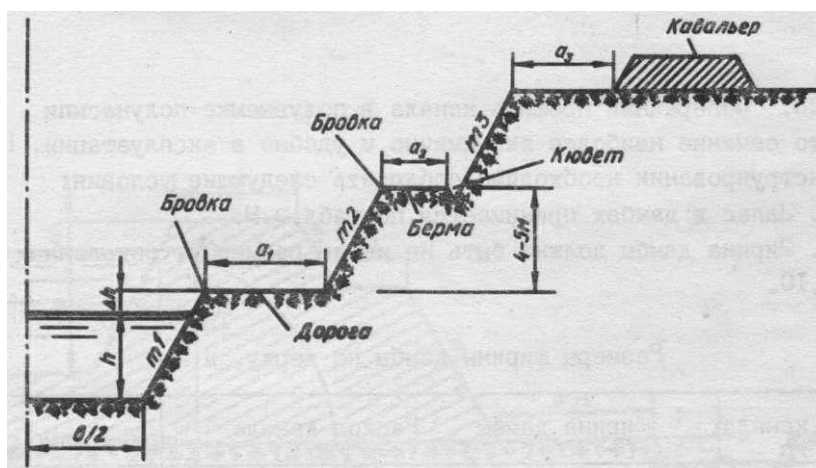


Рис. 3.8.1 Поперечный профиль канала в глубокой выемке

Особенностями этого поперечного сечения являются:

I) через каждые 4 - 5 м по высоте профиля устраиваются бермы. Одна из берм используется под дорогу и принимается не уже 3,5- 4 м.

Уширенная берма проектируется на границе перехода к рабочей части поперечного сечения канала, остальные бермы имеют ширину 1 - 2 м. В месте сопряжения бермы с верхним откосом канала делается нагорная канава глубиной 0,3 - 0,4 м треугольного сечения. Откосы рабочей и надводной частей поперечного сечения принимаются по таблице 3.6.2. Удаление

кавальера от бровки канала  $d$  должно быть не менее 4 - 5 м, а высота его не допускается больше 1,5 - 2,0 м.

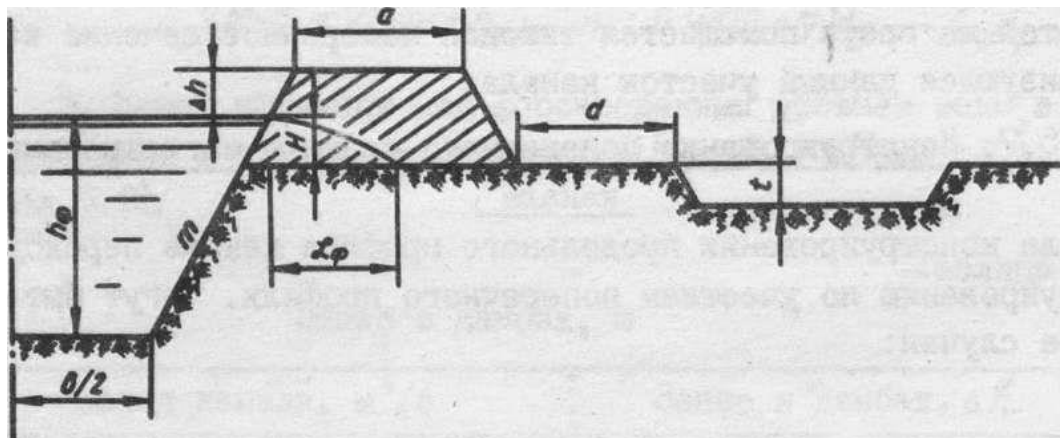


Рис. 3.8.2 Поперечный профиль канала в полувыемке – полунасыпи

Это сечение наиболее экономично и удобно в эксплуатации. При его конструировании необходимо соблюдать следующие условия:

1. Запас в дамбах принимается по табл. 3.7.1.
2. Ширина дамбы должна быть не менее размеров, показанных в таблице 3.8.1.

Таблица 3.8.1. Размеры ширины дамбы по верху, м

Расход канала, м <sup>3</sup> /с	Ширина дамбы	Расход канала, м <sup>3</sup> /с	Ширина дамбы
1-5	1,25	31-50	2,5
6-10	1,5	51-100	3,5
11-30	2,0	более 100	4,0

Желательно одну из дамб МК использовать под инспекторскую дорогу, и тогда ширина дамбы по верху должна быть не меньше 4,5 м.

Размеры дамбы проверяют на фильтрацию по формуле:

$$L_{cp} = C \cdot H, \quad \text{м}$$

где  $H$  – напор на дамбу при форсированном расходе воды в канале (рис. 3.8.2, 3.8.3), м

$l_{cp}$  - проекция кривой депрессия на основание дамбы, м

$C$  - коэффициент, зависящий от грунта тела дамбы и размеров канала (табл. 3.8.2).

Таблица 3.8.2 Значение коэффициента «С»

Грунт	Коэффициент «С» при расходе канала, м <sup>3</sup> /с				
	100	52-100	31-50	11-30	5-10
Супесчаные	9	7-8	6-7	5-8	4-5
Легкосуглинистые	8	6-7	5-6	4-5	3-4
Среднесуглинистые	7	5-6	4-5	3-4	2,5-3
Тяжелосуглинистые и глинистые	6	4-5	3-4	2,5-3	2-2,5

В случае недостатка грунта из выемки канала для возведения насыпи закладывается резерв вдоль внешней подошвы дамбы на расстоянии не менее  $3t$ , где  $t$  - глубина резерва, принимается не более 1,0 - 1,8 м.

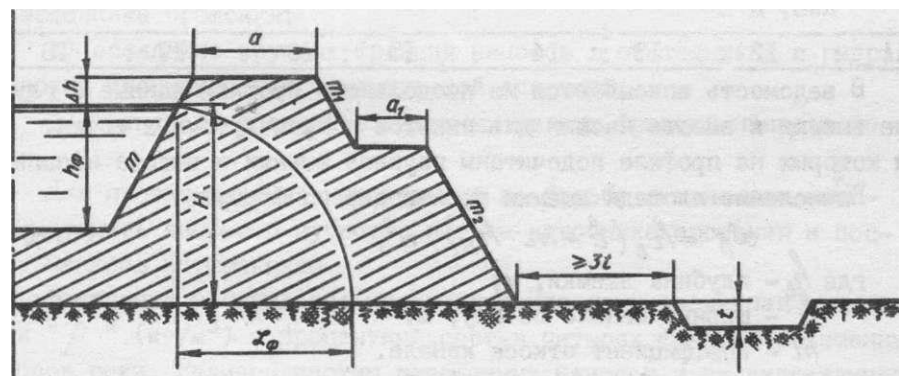


Рис. 3.8.3 Поперечный профиль канала в насыпи

Это сечение наиболее опасное в эксплуатации. В целях максимальной надежности участки в насыпи проектируют с антифильтрационной одеждой. При проектировании сечения в насыпи запасы в дамбах над уровнем форсированного расхода и размеры дамб по верху назначаются увеличенными на 10-15% против дамб каналов в полувыемке - полунасыпи.

### 3.9 Подсчёт объёма земляных работ

Подсчёт объёмов земляных работ сводят в ведомость, составленную по следующей форме (таблица 3.9.1).

Таблица 3.9.1 Объём земляных работ по магистральному каналу, м<sup>3</sup>

№№ пикетов и точек	Расстояние, м	Выемка				Насыпь			
		Глубина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Средняя площадь м <sup>2</sup>	Объём, м <sup>3</sup>	Высота, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Средняя площадь, м <sup>2</sup>	Объём, м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Ширина дамбы по основанию, м	Средняя ширина дамбы по основанию, м	Площадь вспашки или срезки, м <sup>2</sup>	Объём срезки при глубине 0,1 м, м <sup>3</sup>	Объём дамбы с учётом усадки, м <sup>3</sup>	Объём в кавальере, м <sup>3</sup>	Объём из резерва, м <sup>3</sup>	Примечание
11	12	13	14	15	16	17	18

В ведомость вписываются из продольного профиля данные о глубине выемки к высоте насыпи для пикетов и промежуточных точек, для которых на профиле подсчитаны глубина выемки и высота насыпи.

Вычисление площади выемки производят по формуле:

$$\omega_g \equiv h_g (b + m \cdot h_g), \quad \text{м}^2$$

где  $h_g$  - глубина выемки, м;

$b$  - ширина канала по дну, м;

$m$  - коэффициент откоса канала.

Площадь насыпи определяется по формуле:

$$\omega_n = 2h_n \left( a + \frac{m_1 + m_2}{2} \right) \cdot \gamma, \quad \text{м}^2$$

где  $h_n$  - высота насыпи, м;

$a$  - ширина дамбы по верху, м;

$\gamma$  - коэффициент усадки грунта в дамбы;

$m_1, m_2$  - коэффициенты внутреннего и наружного откосов дамбы.

По вычисленным площадям сечения канала на пикетах определяется средняя площадь по участку, а по средней площади и длине участка определяются объёмы работ.

При вычислении объёмов насыпи нужно учитывать коэффициент усадки в теле дамбы в результате уплотнения. Коэффициент усадки рекомендуется принимать следующий, для грунтов:

легкосуглинистых	1,2
среднесуглинистых	1,15
тяжелосуглинистых	1,10
супесчаных	1,05

Графы объёмов выемки, насыпи, резервов и кавальеров должны быть подытожены. Объёмы срезанного и насыпанного грунта должны балансироваться.

В графе "Примечание" приводится типовое поперечное сечение канала со строительными размерами.

### **3.10 Проверка магистрального канала на заиление**

Если при водозаборе возможно попадание наносов в МК, то при проектировании его должны быть предусмотрены мероприятия, обеспечивающие:

- а) предохранение канала от попадания в него донных наносов из источника орошения;
- б) осаждение крупных фракций наносов в отстойниках с гидравлической промывкой или механической очисткой;
- в) транспортирование взвешенных мелких фракций наносов на поля.



Для проектирования мероприятий по борьбе с наносами необходимо иметь данные о мутности потока источника орошения и составе наносов по фракциям.

В задании на курсовое проектирование даны расчётная мутность реки " $\rho$ " (кг/м<sup>3</sup>) и процентный состав четырёх фракций взвешенных наносов реки. Размеры частиц взвешенных наносов и их гидравлическая крупность приняты в следующих размерах (таблица 3.10.1).

Средняя гидравлическая крупность фракции определяется по формуле А.Н.Гастунского:

$$U_{cp} = \frac{U_1 + 3U_2}{4}, \text{ мм/с}$$

где  $U_1$  - верхний предел гидравлической крупности Фракции,

$U_2$  - нижний предел гидравлической крупности фракции, мм/с.

Таблица 3.10.1 Размеры и гидравлическая крупность частиц взвешенных наносов

Фракции	Диаметр фракции, м	Гидравлическая крупность, мм/с
I	0,5-0,25	50,0-32,0
II	0,25-0,005	32,0-2,0
III	0,05-0,01	2,0-0,2
IV	<0,01	0,2-0,1

Средневзвешенная гидравлическая крупность состава наносов определяется по формуле:

$$\bar{U} = \frac{U_{cp}^I \cdot P_I + U_{cp}^{II} \cdot P_{II} + U_{cp}^{III} \cdot P_{III} + U_{cp}^{IV} \cdot P_{IV}}{100}, \text{ мм/с}$$

где  $P_I, P_{II}, P_{III}, P_{IV}$  - процентный состав фракций (из задания).

Транспортирующая способность всех расчётных участков МК определяется по формуле проф. Е.А.Замарина:

$$\rho = 0,022 \left( \frac{V_{cp}}{U} \right)^{3/2} \sqrt{RJ}, \text{ кг/м}^3$$

при  $0,008 > \bar{U} > 0,002$  м/с,

где  $V_{cp}$  - средняя скорость потока на расчетном участке, м/с;

$R$  - гидравлический расчет, м;

$J$  - уклон участка канала.

Если средневзвешенная гидравлическая крупность находится в пределах  $0,0004 < \bar{U} < 0,002$  м/с, то транспортирующая способность потока определяется по формуле:

$$\rho = 11V \sqrt{\frac{RVJ}{\bar{U}}}, \text{ кг/м}^3$$

Расчёты сводятся в ведомость (таблица 3.10.2).

Таблица 3.10.2 Проверка магистрального канала на заиливание

Уча стки кана ла	, м/с	, мм/с	$\left(\frac{V}{\bar{U}}\right)$	$\left(\frac{V}{\bar{U}}\right)^{3/2}$ , м		$J$		$\sqrt{RJ}$	$\rho = 0,022 \left(\frac{V_{cp}}{\bar{U}}\right)^{3/2} \sqrt{\dots}$

Сравнивая транспортирующую способность всех участков МК, устанавливают участок с наименьшей транспортирующей способностью, который и определит количество насосов, могущих поступать в заиляющийся канал, при этом мутность потока в голове МК определится по зависимости:

$$\rho_0 = \rho_{кр} \cdot \eta_{сис}, \text{ кг/м}^3$$

Где:  $\rho_0$  - мутность, допустимая в голове канала, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{кр}$  - транспортирующая способность расчётного участка канала, кг/м<sup>3</sup>;

$\eta_{сис}$  - КПД системы расчётного участка до головы канала.

Сравнивая  $\rho_0$  с заданной мутностью источника орошения, определяют необходимость устройства отстойника:

$$\rho = \rho_{ex} - \rho_0$$

Где:  $\rho_{ex}$  - мутность источника орошения.

Если транспортирующая способность всех участков канала будет больше мутности реки, то для предохранения МК от заиления отстойник не требуется.

### 3.11 Сооружения на магистральном канале

На продольном профиле МК указываются места расположения всех гидротехнических сооружений и мостов. Сооружения изображают в общепринятых условных знаках, на ординате условного знака выписывается пикетное положение сооружения на канале. В состав сооружений на МК могут входить:

- а) головной регулятор на источнике орошения;
- б) отстойник в голове магистрального канала;
- в) узел сооружений в конце холостой части.

Этот узел может включать в себя:

1. Перегораживающее сооружение на магистральном канале.
2. Сбросное сооружение в катастрофический сброс.
3. Гидроэлектростанцию.
4. Головной регулятор межхозяйственного распределителя.
5. Мост для переезда через канал;

б) Узел сооружений в местах отвода МХР. Этот узел может иметь те же сооружения, что и узел в конце холостой части канала, за исключением сбросного сооружения и электростанции;

д) концевой узел сооружений, представляющий обычно вододелитель отходящих здесь распределительных каналов и мост для переезда через канал;

- е) сооружения на пересечениях - трубы, дюкеры, акведуки и т.д.

Необходимое количество гидротехнических сооружений указывается в специальной ведомости (таблица 3.11.1).

Таблица 3.11.1 Сооружения на магистральном канале

	наимен				Гидравлические элементы канала	Отметка	хсма распо
--	--------	--	--	--	-----------------------------------	---------	---------------

						глубина воды, м	ширина на по дну, м	внутренний откос	дна	дамбы и бермы	повышение поверхности земли	
						7		9	0	1	12	1
												3

## II. 5 ВОДНЫЙ БАЛАНС

Орошение земель приводит к изменению их водного и солевого режимов. Для того, чтобы орошение не сопровождалось недопустимым подъемом уровня грунтовых вод необходимо устройство искусственного дренажа.

Основой проектирования дренажа является анализ водного и солевого режимов на рассматриваемой территории.

Для обоснования необходимости дренажа и установления нагрузки на дренаж необходимо составить уравнение водного баланса. Так как в ВКР предусматривается устройство комбинированного дренажа, составляется уравнение баланса за период вегетации.

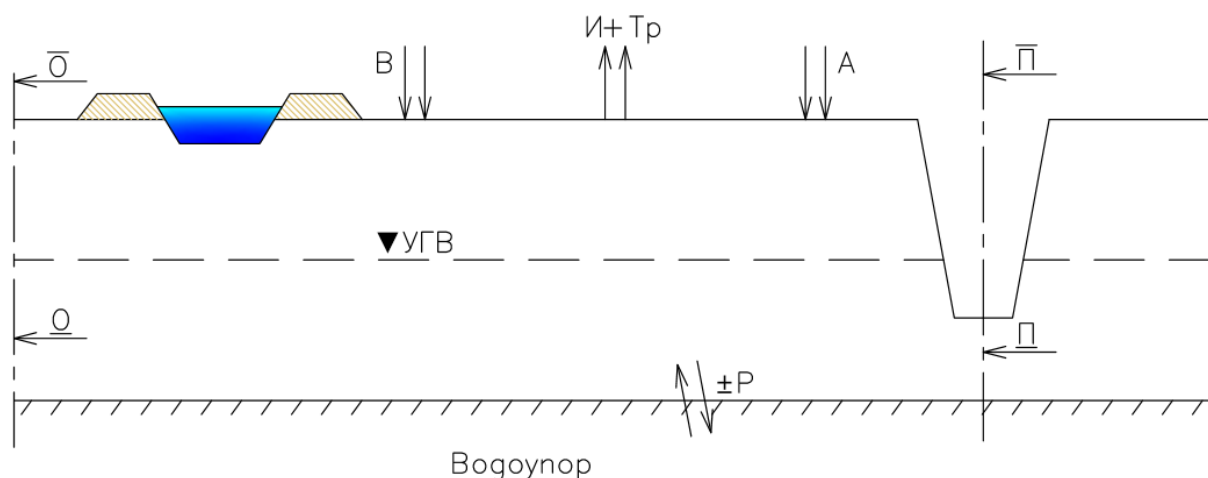


Рис. II.5.1 Схема составляющих водного баланса.

Уравнение общего водного баланса

$$\Delta W = B + A + \bar{П} - \underline{П} - (I + T_p) - \bar{O} - \underline{O} - C - D \pm \rho, \quad \text{м}^3/\text{га},$$

где:  $\Delta W$  – изменение запаса воды за период вегетации в расчетной толще почвогрунтов;

$B$  – водоподача;

$A$  – атмосферные осадки,

$\bar{П}, \underline{П}$  – приток поверхностных и грунтовых вод;

$I + T_p$  – суммарная величина испарения и транспирации;

$\bar{O}, \underline{O}$  – отток поверхностных и грунтовых вод;

$C$  – сброс оросительной воды;

$D$  – дренажный сток;

$\pm \rho$  – величина водообмена между грунтовыми и напорными подземными водами.

Приведенное уравнение упрощаем. Так как на территории хозяйства отсутствуют естественные водотоки,  $\bar{П}$  и  $\bar{O}$  равняются 0.

На слабодренированной территории разность между притоком и оттоком грунтовых вод небольшая, поэтому можно принять  $\underline{П}$  и  $\underline{O} = 0$ .

При хорошей эксплуатации  $C=0$ . Так как напорное питание отсутствует  $\pm \rho=0$

$$\Delta W = B + A - (I + T_p) - D, \quad \text{м}^3/\text{га}.$$

Так как изменения запасов воды происходить не будут,  $\Delta W=0$ .

$$D = B + A - (I + T_p), \quad \text{м}^3/\text{га}.$$

Величина водоподачи « $B$ » будет зависеть от режима орошения сельскохозяйственных культур и от их состава. Значение водоподачи принимается в зависимости от гидромодульного района по рекомендации института ООО «УзГИП» «Расчетные значения оросительных норм сельскохозяйственных культур в бассейне рек Сырдарьи и Амударьи».

В соответствии с природными условиями и учитывая, что по проектным условиям грунтовые воды с помощью дренажа будут удерживаться на глубине 2-3 м, гидромодульный район будет Ц-II-Б(в)У.

Оросительные нормы принимаем на третий этап освоения

$$B = O_p^H + \Delta O_p + \Phi_k, \text{ м}^3/\text{га},$$

где:  $O_p^H$  - средневзвешенное значение оросительных норм с учетом состава культур.

$$O_p^H = \frac{O_{\text{хл.}} \cdot n_{\text{хл.}} + O_{\text{пш.}} \cdot n_{\text{пш.}} + O_{\text{карт.}} \cdot n_{\text{карт.}} + O_{\text{бахч.}} \cdot n_{\text{бахч.}}}{n_{\text{ч.к.}}} \cdot \text{КЗИ}$$

где:  $O_{\text{хл}}$ ,  $O_{\text{пш}}$ ,  $O_{\text{карт}}$  и  $O_{\text{бахч}}$  - оросительные нормы для хлопчатника, пшеницы, картофеля и бахчевых культур;

$n_{\text{хл}}$ ,  $n_{\text{пш}}$ ,  $n_{\text{карт.}}$ , и  $n_{\text{бахч}}$  - площадь занятая хлопчатником, пшеницей, картофелем и бахчевыми культурами соответственно;

$n_{\text{ч.к.}}$  - площадь чередования культур;

$\Delta O_p$  - дополнительный объем воды, идущий для создания необходимого солевого режима почвогрунтов.

$$\Delta O_p = \beta \cdot O_p^H = 0,21 \cdot O_p^H.$$

Для У гидромодульного района

$$O_{pY}^H = \frac{5700 \cdot 55,4 + 3400 \cdot 23,7 + 3000 \cdot 7,6 + 2900 \cdot 11,4}{100} \cdot 0,91 = 4115,2, \text{ м}^3/\text{га}$$

$$\Delta O_p = 0,21 \cdot 4115,2 = 864,19 \text{ м}^3/\text{га}$$

$$\Phi_k = \left( \frac{1 - \eta_{\text{с.х.в.}}}{\eta_{\text{с.х.в.}}} \right) \cdot (O_p^H + \Delta O_p),$$

где:  $\Phi_k$  - потери воды на фильтрацию из канала;

$\eta_{\text{с.х.в.}}$  - КПД системы внутрихозяйственного распределителя.

$$\Phi_k = \left( \frac{1 - 0,89}{0,89} \right) \cdot (4115,2 + 864,19) = 615,43 \text{ м}^3/\text{га}$$

$$B_{\text{всг}} = 4115,2 + 864,19 + 615,43 = 5594,82 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Определяем водоподачу в невегетационный период

$$B_{невег} = \frac{O_{пред} + O_{влаг}}{\eta_{с.х.в.}},$$

где:  $O_{пред}$  – предполивной полив;

$O_{влаг}$  - влагозарядковые и промывные поливы.

### Предпахотные поливы

У гидромодульный район – 700 м<sup>3</sup>/га

### Влагозарядковые и промывные нормы

У - 2300 м<sup>3</sup>/га.

$$B_{невег} = \frac{700 + 2300}{0,89} = 3370,8 \text{ м}^3/\text{га}.$$

### Установление величины атмосферных осадков «А»

Из таблицы климатических показателей выписываются данные суммарного количества осадков за год и за вегетационный период.

$$A_{год} = 3510 \text{ м}^3/\text{га} \text{ (с I по XII)}$$

$$A_{вег} = 1230 \text{ м}^3/\text{га} \text{ (с I/У по 30/IX)}$$

### Установление испарения и транспирации

Необходимо установить средневзвешенную ( $I + T_p$ ) за период вегетации для выбранного гидромодульного района с учетом состава культур

$$(I + T_p)_{ср.взв.У} = \frac{(I + T_p)_{хл} \cdot n_{хл} + (I + T_p)_{ни} \cdot n_{ни}}{n_{о.с.}} \cdot КЗИ$$

Для У гидромодульного района

$$(I + T_p)_{хл}^{вез} = 5660 \text{ м}^3/\text{га}$$

$$(I + T_p)_{ни}^{вез} = 1,3 \cdot (I + T_p)_{хл}^{вез} = 1,3 \cdot 5660 = 7358 \text{ м}^3/\text{га}$$

$$(I + T_p)_{ср.взв.У}^{вез} = \frac{5660 \cdot 55,4 + 7358 \cdot 23,7}{100} \cdot 0,91 = 4440,33 \text{ м}^3/\text{га}$$

Определяем суммарное количество испарения и транспирации за год

$$(I + T_p)_{год} = (I + T_p)_{ср.взв.У}^{вез} + I_{невег},$$

$I_{невег}$  – испарение за невегетационный период, определяется по таблице, приведенной в методическом указании

$$I_{невег} = 1260 \text{ м}^3/\text{га}$$

$$(I + Tp)_{год} = 4440,33 + 1260 = 5700,33 \text{ м}^3/\text{Га}.$$

Составляем уравнение общего водного баланса за год для возможности прогноза изменения уровня грунтовых вод при орошении без дренажа

$$\Delta W_{год} = A_{год} + B_{вез} + B_{невег} - (I + Tp)_{год}, \text{ м}^3/\text{Га}.$$

$$\Delta W_{год} = 3510 + 5594,8 + 3370,8 - 5700,33 = 6775,27 \text{ м}^3/\text{Га}.$$

$$\Delta h = \frac{\Delta W_{год}}{10000 \cdot \mu} = \frac{6775,27}{10000 \cdot 0,18} = 3,76 \text{ м}$$

где:  $\Delta W_{год}$  – подъем уровня грунтовых вод, м;

$\mu$  – коэффициент свободной водоотдачи (принимается из методического указания, приложение 3)  $\mu = 0,18$ .

Определяем уровень грунтовых вод к концу первого орошения

$$h_2 = h_1 - \Delta h = 5 - 3,76 = 1,24 \text{ м}$$

$h_1$  – уровень грунтовых вод до орошения;

$\Delta h$  – подъем уровня грунтовых вод;

$h_2$  – новое значение уровня грунтовых вод.

Прогноз подъема уровня грунтовых вод на массиве показывает, что, если не предусматривается необходимость строительства дренажа, то уровень грунтовых вод поднимется до поверхности земли.

Таким образом, из уравнения водного баланса за невегетационный период устанавливаем нагрузку на дренаж.

$$D_{вез} = A_{вез} + B_{вез} - (I + Tp)_{ср.взв}^{вез} = 1230 + 5594,82 - 4440,33 = 2384,49 \text{ м}^3/\text{Га}.$$

Определяем интенсивность фильтрации

$$W_{вез} = \frac{D_{вез}}{10000 \cdot T_{вез}} = \frac{2384,49}{10000 \cdot 183} = 0,001, \text{ м/сут},$$

где:  $T_{вез}$  – 183 сут, вегетационный период (с 1/IV по 30/IX).

Дренажный модуль

$$q_0 = \frac{D_{вез}}{86,4 \cdot T_{вез}} = \frac{2384,49}{86,4 \cdot 183} = 0,151 \text{ л/с/Га}$$

## II. 7 РАСЧЕТЫ ДРЕНАЖА



В соответствии с выделенной типовой фильтрационной схемой в хозяйстве мы имеем двухслойное строение почвогрунтов. Для типовой фильтрационной схемы мощность покровного слоя  $m=8,0\div 28$  м.

В этих условиях возможно применение комбинированного дренажа. По рекомендации института ООО «УзГИП» принимаем глубину заложения дрены  $t_{др}=3,5$  м и норму осушения ( $H_{н.о.}$ ) в зависимости от механического состава почвогрунтов.

$H_{н.о.}$  – это технический показатель, по которому устанавливается глубина заложения дрен и это минимально допустимая глубина залегания грунтовых вод в вегетационный период, при которой не происходит процессов засоления,  $H_{н.о.} = 2,7$  м.

Глубину наполнения дрены для закрытых дрен принимаем  $h_o = 0,1$  м.

Расстояние между дренами определяем в зависимости от мощности и коэффициента фильтрации каждого слоя, входящее в литологическое строение территории, от действующего напора на дренах, от величины нагрузки на дренах, от диаметра дрены. В расчетах используем метод, предложенный В.Н.Шестаковым.

Исходя из этих условий, расчет ведем для комбинированного дренажа:

- комбинированного для зон с двухслойной толщиной двухпластовой системы.

Междреннее расстояние определяем по формуле

$$B = 2 \left[ \sqrt{A^2 + \frac{2T \cdot h}{W}} - A \right], \text{ м}$$

$$A = 2 L_{кд}$$

где:  $L_{кд}$  - длина зоны резкой деформации потока вблизи комбинированного дренажа;

$L_{нд}$  – длина зоны резкой деформации потока вблизи горизонтального дренажа;

$L_c$  - длина зоны резкой деформации потока вблизи скважины усилителя

$$L_{к\delta} = \frac{L_{н\delta} \cdot L_c}{L_{н\delta} + L_c}, \text{ м}$$

$$L_{н\delta} = 0,75 \cdot \frac{T_2}{K_1} \cdot \lg \frac{8m_b}{\pi d_p}, \text{ м}$$

$$\Delta h = \frac{W}{K_1} m_6^0, \text{ м}$$

$$m_6^0 = m_6 - H_{н.о}, \text{ м}$$

$$T_1 = m_6^0 \cdot K_1, \text{ м}^2/\text{сут}$$

$$T_2 = m_2 \cdot K_2, \text{ м}^2/\text{сут}$$

$$m_6 = m_1 - t_{\delta p} + h_0, \text{ м}$$

$$L_c = \sigma \cdot f_k, \text{ м}$$

$$f_k = 0,366 \cdot \lg \frac{\sigma}{\pi d_c},$$

где:  $\sigma$  – расстояние между скважинами-усилителями;

$d_c = 0,5$  м – диаметр скважины-усилителя фильтровой обсыпки.

$$L_{yc} = m_2 + (m_1 - t_{\delta p}), \text{ м.}$$

Все расчеты сводим в таблицу

Таблица Ш.7.1 Параметры дренажа

Показатели	Комбинированный дренаж		
	$\sigma = 50$	$\sigma = 100$	$\sigma = 150$
$t_{\delta p}$	3,5	3,5	3,5
$H_{н.о}$	2,7	2,7	2,7
$h$	0,1	0,1	0,1
$K_1$	0,33	0,33	0,33
$K_2$	15	15	15
$m_6$	4,6	4,6	4,6

$m_0^0$	5,3	5,3	5,3
$m_1$	8,0	8,0	8,0
$m_2$	11,5	11,5	11,5
$T_1$	1,75	1,75	1,75
$T_2$	172,5	172,5	172,5
$\Delta h$	0,029	0,029	0,029
$h$	0,671	0,671	0,671
$A$	52,18	116,86	178,22
$L_{нд}$	509,46	509,46	509,46
$L_{кд}$	26,09	58,43	89,11
$L_c$	27,5	66,0	108,0
$B$	416,0	327,0	265,6

Из таблицы Ш.7.1 видно, что для фильтрационной схемы наивыгоднейшим дренажем является комбинированный дренаж с шагами  $\sigma=100$  метров.

## II. 6 РАСЧЕТ ПРОМЫВНЫХ НОРМ

Так как почвогрунты средnezасоленные, то необходимо произвести промывку земель. Промывка – наиболее быстродействующее и эффективное средство для опреснения почв. Однако она даёт нужный результат лишь в том случае, когда проводится дифференцированно, с учетом почвенных, гидрогеологических и хозяйственно-ирригационных условий отдельных территорий и участков.

Назначение промывки – удаление из почвы избытка вредных для растений солей (главным образом, хлористых и сернокислых солей  $Na$ , отчасти  $Mg$ ) и снижение засоленности грунтовых вод.

При промывке соли растворяются и вытесняются водой прежде всего из активного, корнеобитаемого слоя почвы мощностью около 1 метра.

В дальнейшем важно увеличить глубину рассоления почвы (до 1,5-2 м и более).

Большое значение имеют способ и техника проведения промывных поливов. В зависимости от условий (агрофизических свойств и степени засоленности почвы, величины уклона местности) принимаем способ промывки – затопление чеков (мелких делянок или больших участков) без сброса воды.

При этом способе промывки вспаханное и спланированное поле разделяют валиками и временными оросителями на делянки (чеки). Воду в делянки подают из временных оросителей.

Промывка земель проводится в осенний период, время и продолжительность её не должна превышать 60 дней.

Величину промывной нормы определяем по формуле Волобуева В.Р.

$$N = 10000 \cdot h \cdot \alpha \cdot \lg\left(\frac{S_u}{S_0}\right), \text{ м}^3/\text{га}.$$

где:  $h$  – глубина промывного слоя,  $h = 1,5$  м;

$S_u$  – содержание солей в промываемом слое почвогрунта до начала промывки, % от всей почвы;

$S_0$  – допустимое содержание солей в почве в %, зависит от типа засоления. Так как на территории хозяйства тип засоления хлоридно-сульфатный,  $S_0 = 0,4$  %.

$\alpha$  – показатель самоотдачи зависит от типа засоления и механического состава почвы.

Тип засоления хлоридно-сульфатный.

Для тяжелых  $\alpha_3 = 1,42$ .

По степени засоления имеем:

Средняя –  $S_u = 1,2\%$ ,

Определяем промывную нормы для средnezасоленных почвогрунтов.

$$N = 10000 \cdot 1,5 \cdot 1,42 \cdot \lg \frac{1,2}{0,4} = 10160,68 \text{ м}^3/\text{га}$$

Определяем продолжительность промывки по пропускной способности типового внутрихозяйственного распределителя 1-2К.

$$T_{np} = \frac{\omega_{exp}^{нет} \cdot N}{86400 \cdot \eta_{свх} \cdot Q_{exp}^{фap}}$$

$$Q_{1-2K}^{нор.бр} = \frac{\omega_{с.м}^{нет} \cdot q_{ср.вз}}{\eta_{свх}} = \frac{200,2 \cdot 0,535}{0,89} = 120,34 \text{ л/с}$$

$$Q_{1-2K}^{фap} = Q_{1-2K}^{нор.бр} \cdot K_{фap} = 120,34 \cdot 1,3 = 0,156 \text{ м}^3/\text{га}$$

$$T_{np} = \frac{200,2 \cdot 10160,68}{86400 \cdot 0,89 \cdot 0,156} = 170 \text{ сут.}$$

Так как  $T_{np} > 60$  суток, то промывку проведем в два сезона.

$$T_{np} = \frac{200,2 \cdot 10160,68}{86400 \cdot 0,89 \cdot 0,156 \cdot 3} = 56 \text{ сут.}$$

Устанавливаем требуемую скорость отвода промывной воды по формуле

$$V = \frac{N}{10000 \cdot T_{np}} = \frac{10160,68}{10000 \cdot 58} = 0,018 \text{ м/сут.}$$

Постоянный горизонтальный дренаж позволяет отвести грунтовые воды со скоростью

$$V_n = \frac{3,14 \cdot 0,33 \cdot 3,76}{22,57 \cdot \left( \ln \frac{22,57}{0,53} - 1 \right)} = 0,046 \text{ м/сут}$$

где:  $K$  – коэффициент фильтрации верхнего слоя;

$h$  – напор на дрени при условии, что грунтовые воды поднялись до поверхности земли, т.е.  $h=t_{op}=3,76$  м;

$B$  – расстояние между дренами, м. в данном случае ведем расчет на минимальное расстояние между дренами.

Так как  $V > V_n$  (0,018 меньше 0,046), то временный дренаж не требуется.

## II. 7 РАСЧЕТЫ ДРЕНАЖА

В соответствии с выделенной типовой фильтрационной схемой в хозяйстве мы имеем двухслойное строение почвогрунтов. Для типовой фильтрационной схемы мощность покровного слоя  $m=8,0\div 28$  м.

В этих условиях возможно применение комбинированного дренажа. По рекомендации института ООО «УзГИП» принимаем глубину заложения дрены  $t_{др}=3,5$  м и норму осушения ( $H_{н.о.}$ ) в зависимости от механического состава почвогрунтов.

$H_{н.о.}$  – это технический показатель, по которому устанавливается глубина заложения дрен и это минимально допустимая глубина залегания грунтовых вод в вегетационный период, при которой не происходит процессов засоления,  $H_{н.о.} = 2,7$  м.

Глубину наполнения дрены для закрытых дрен принимаем  $h_o = 0,1$  м.

Расстояние между дренами определяем в зависимости от мощности и коэффициента фильтрации каждого слоя, входящее в литологическое строение территории, от действующего напора на дренах, от величины нагрузки на дренах, от диаметра дрены. В расчетах используем метод, предложенный В.Н.Шестаковым.

Исходя из этих условий, расчет ведем для комбинированного дренажа:

- комбинированного для зон с двухслойной толщиной двухпластовой системы.

Междреннее расстояние определяем по формуле

$$B = 2 \left[ \sqrt{A^2 + \frac{2T \cdot h}{W}} - A \right], \text{ м}$$

$$A = 2 L_{кд}$$

где:  $L_{кд}$  - длина зоны резкой деформации потока вблизи комбинированного дренажа;

$L_{нд}$  – длина зоны резкой деформации потока вблизи горизонтального дренажа;

$L_c$  - длина зоны резкой деформации потока вблизи скважины усилителя

$$L_{к\delta} = \frac{L_{н\delta} \cdot L_c}{L_{н\delta} + L_c}, \text{ м}$$

$$L_{н\delta} = 0,75 \cdot \frac{T_2}{K_1} \cdot \lg \frac{8m_b}{\pi d_p}, \text{ м}$$

$$\Delta h = \frac{W}{K_1} m_6^0, \text{ м}$$

$$m_6^0 = m_6 - H_{н.о}, \text{ м}$$

$$T_1 = m_6^0 \cdot K_1, \text{ м}^2/\text{сут}$$

$$T_2 = m_2 \cdot K_2, \text{ м}^2/\text{сут}$$

$$m_6 = m_1 - t_{\delta p} + h_0, \text{ м}$$

$$L_c = \sigma \cdot f_k, \text{ м}$$

$$f_k = 0,366 \cdot \lg \frac{\sigma}{\pi d_c},$$

где:  $\sigma$  – расстояние между скважинами-усилителями;

$d_c = 0,5$  м – диаметр скважины-усилителя фильтровой обсыпки.

$$L_{yc} = m_2 + (m_1 - t_{\delta p}), \text{ м.}$$

Все расчеты сводим в таблицу

Таблица Ш.7.1 Параметры дренажа

Показатели	Комбинированный дренаж		
	$\sigma = 50$	$\sigma = 100$	$\sigma = 150$
$t_{\delta p}$	3,5	3,5	3,5
$H_{н.о}$	2,7	2,7	2,7
$h$	0,1	0,1	0,1
$K_1$	0,33	0,33	0,33
$K_2$	15	15	15
$m_6$	4,6	4,6	4,6

$m_0^0$	5,3	5,3	5,3
$m_1$	8,0	8,0	8,0
$m_2$	11,5	11,5	11,5
$T_1$	1,75	1,75	1,75
$T_2$	172,5	172,5	172,5
$\Delta h$	0,029	0,029	0,029
$h$	0,671	0,671	0,671
$A$	52,18	116,86	178,22
$L_{нд}$	509,46	509,46	509,46
$L_{кд}$	26,09	58,43	89,11
$L_c$	27,5	66,0	108,0
$B$	416,0	327,0	265,6

Из таблицы Ш.7.1 видно, что для фильтрационной схемы наивыгоднейшим дренажем является комбинированный дренаж с шагами  $\sigma=100$  метров.

## II. 8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ

За расчетный расход дрены принимается её устьевой расход, если

$$L_{др} = 600 \text{ м.}$$

$$Q_{уст} = \omega_{др} \cdot q_0 = 26,43 \cdot 0,151 = 2,96 \text{ , л/с,}$$

где:  $\omega_{др}$  – площадь, подвешенная к дрене

$$\omega_{др1} = \frac{L_{др1} \cdot B}{10000}$$

где:  $B$  – расстояние между дренами, м;

$q_0$  – дренажный модуль, л/с/га.

В нашем случае за типовую дрину принимаем 1-2.2Д.1,  $L_{др} = 1115$  м, поэтому разбиваем её на 2 участка:

I участок – ПК0 – ПК6,



II участок – ПК6 – ПК11+15,

Площадь, подвешенная к I участку дрены

$$\omega_{др1} = \frac{L_{др1} \cdot B}{10000} = \frac{600 \cdot 327}{10000} = 19,62 \text{ га}$$

$$Q_{др1} = q_0 \cdot \omega_{др1} = 0,151 \cdot 19,62 = 2,96 \text{ л/с.}$$

Площадь, подвешенная к II участку дрены

$$\omega_{др2} = \frac{L_{др2} \cdot B}{10000} = \frac{515,5 \cdot 327}{10000} = 16,84 \text{ га}$$

$$Q_{др2} = q_0 \cdot \omega_{др2} = 0,151 \cdot 16,84 = 2,54 \text{ л/с.}$$

Устьевой расход дрены равен

$$Q_{II} = (Q_{др1} + Q_{др2}) = (2,96 + 2,54) = 5,5 \text{ л/с}$$

За типовой коллектор принимаем  $L_{кол} = 712$  м и определяем его устьевой расход

$$Q_{кол} = \omega_{кол} \cdot q_0 = 100,1 \cdot 0,151 = 15,12 \text{ л/с}$$

где:  $\omega_{кол}$  – площадь, подвешенная к коллектору.

## **II. 9 ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ**

В ВКР предусматриваются закрытые трубчатые дрены. В качестве фильтра применяется гравийно-песчаная смесь.

Основные конструктивные элементы закрытого горизонтального дренажа: траншеи, трубы, фильтровая обсыпка, обратная засыпка, колодцы, устьевые сооружения.

В нашем случае глубина залегания грунтовых вод составляет 10 м и более, местами глубина залегания грунтовых вод 3-5 м, 5-10 м. Поэтому строительство дренажа ведем механизированным способом, т.е. строительство дрен ведется дреноукладчиком, выемки траншеи выполняются траншейным экскаватором.

В ВКР предусмотрены керамические раструбные трубы  $\alpha = 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300$  мм и  $l = 60$  см.

Фильтровая обсыпка предотвращает заиливание труб и суффозию дренируемого грунта, а также обеспечивает необходимую водоприемную способность.

Толщина фильтровой обсыпки принята 0,15 м.

Качественное выполнение обратной засыпки влияет на эффективность работы дренажа. Она должна уплотняться путем замочки грунта.

Фильтровая обсыпка применяется в зависимости от механического состава грунтов по двум показателям:

1. коэффициенту неоднородности

$$\eta = \frac{D_{60}}{D_{10}} \leq 5 - 10$$

2. коэффициенту межслойности

$$\zeta = \frac{D_{50}}{d_{50}} \leq 15 - 20$$

где:  $D_{60}, D_{50}, D_{10}$  - диаметры частиц обсыпки, меньше которых в её составе содержится соответственно 60, 50, 10 % от веса;

$d_{50}$  - диаметр частиц грунта, меньше которых в её составе содержится 50 % частиц по весу.

Колодцы на дренаже необходимы для наблюдения за работой дрен, для промывки дренажной сети. Колодцы являются заодно и отстойниками. Устраиваются они в начале дрены, через каждые 200-400 м, а также в местах сопряжения с заиленными собирателями. Для сопряжения закрытых дрен с открытыми коллекторами строятся устьевые сооружения.

Комбинированные дренажи представляют собой сочетание горизонтального и вертикального дренажей. К их достоинствам относится:

- 1) значительное увеличение притока воды в дрене за счет усилителя, что позволяет увеличить расстояние между дренами;
- 2) усилители работают на самоизлив под действием напора на дрину и не требуют механического подъема воды;
- 3) усилители позволяют снять напор подземных вод и способствуют созданию нисходящих токов воды, что приводит к рассолительному процессу.

Усилители выполняются из полиэтиленовых труб диаметром 100 мм и имеют фильтровую обсыпку толщиной 20 см.

## **II. 10 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ПО ЗАКРЫТОЙ ДРЕНЕ**

Гидравлический расчет закрытых дрен заключается в следующем:

1. устанавливается стандартный диаметр дрены;
2. определяется наполнение дрены;
3. определяется фактическая скорость движения воды в дрене, которая больше или равна минимально допустимой скорости на заиливание

$$V_{дон} = (0,2 \div 0,3) \text{ м/с.}$$

Задача решается графоаналитическим способом, задаваясь произвольными значениями « $d$ » в пределах принятого стандартного диаметра труб. Подсчитываем величину

$$K = 0,312 \cdot \frac{d^{8/3}}{n}; \text{ м}^3 / \text{с},$$

строим график  $K=f(d)$ , затем определяем

$$K = \frac{Q_{оп}}{\sqrt{V_{оп}}}; \text{ м}^3 / \text{с}$$

и по этой величине на графике находим  $d$ . Окончательно принимается ближайший больший стандартный диаметр (по таблице).

Фактическая скорость движения воды  $V_{\phi}$  и фактическое наполнение  $h$  определяется по формулам

$$h_0 = d \cdot d_{cm}, \quad \text{м},$$

где:  $d$  принимается по таблице в зависимости от  $A$

$$V_{\phi} = \beta \cdot V_{n.c.},$$

где:  $\beta$  принимается по таблице в зависимости от  $A$ ,

$V_{n.c.}$  – скорость движения воды в дрене, когда она работает в полном сечении

$$V_{n.c.} = \frac{Q_{n.c.}}{\omega_{cm}}, \quad \text{м/с},$$

где:  $Q_{n.c.}$  – расход в полном сечении.

$$\omega_{cm} = \frac{\pi d_{cm}^2}{4}, \quad \text{м}^2$$

$$Q_{n.c.} = K_{cm} \cdot \sqrt{I_{\partial p}}, \quad \text{м}^3/\text{с}$$

$$A = \frac{Q_{\partial p}}{Q_{n.c.}}$$

Так как в проекте предусмотрены керамические раструбные трубы коэффициент шероховатости  $n=0,012$ .

Расход воды в дрене по участкам распределяется следующим образом

$$Q_{\partial p1} = 2,96 \text{ л/с}$$

$$Q_{\partial p2} = 5,5 \text{ л/с}$$

Определяем уклоны на каждом участке дрены

$$I_{\partial p1} = \frac{\nabla_{ПК0} - \nabla_{ПК6}}{L_{\partial p1}} = \frac{\nabla_{371,73} - \nabla_{364,91}}{600} = 0,01137$$

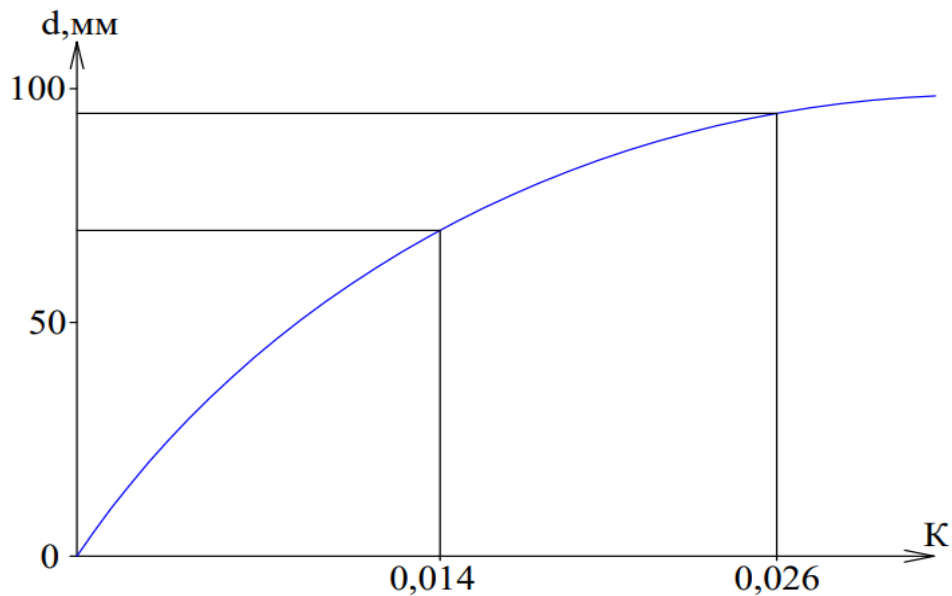
$$I_{\partial p2} = \frac{\nabla_{ПК6} - \nabla_{ПК11+15}}{L_{\partial p2}} = \frac{\nabla_{364,91} - \nabla_{358,30}}{515} = 0,01102$$

Расчеты сводим в таблицу

Диаметр, мм	$K = 0,312 \frac{d^{8/3}}{n}$	$K_{0_1}$	$K_{0_2}$
-------------	-------------------------------	-----------	-----------

50	0,0088		
100	0,056		
150	0,165	0,014	0,026
200	0,356		
250	0,645		

Строим график  $K = f(d)$ .



Из графика  $K = f(d)$ , зная  $K_{0_1}, K_{0_2}$ , устанавливаем диаметры дрены  $d_1, d_2$

Все расчеты сводим в таблицу

Наименование показателей	$Q_1 = 2,96$ л/с	$Q_2 = 5,50$ л/с
$K_0$ , м <sup>3</sup> /с	0,014	0,026
$d$ , мм	71	93
$d_{cm}$ , мм	100	100
$K_{cm}$ , м <sup>3</sup> /с	0,06	0,06
$\omega_{cm}$ , м <sup>2</sup>	0,0079	0,0079
$Q_{н.с.}$ , м <sup>3</sup> /с	0,006398	0,006299
$V_{н.с.}$ , м/с	0,8099	0,7973
$A$	0,463	0,860
$\alpha$	0,41	0,63
$\beta$	0,85	1,111
$h_0$ , мм	0,071	0,093

$V_{\phi}$ , м/с	0,687	0,876
------------------	-------	-------

## II. 11 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ПО КОЛЛЕКТОРУ

Гидравлический расчет ведем по линейке Пояркова.

Исходные данные для расчета:

$$Q_{кол.1} = 15,12 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$m = 1,0;$$

$$n = 0,035, \text{ для открытого коллектора};$$

$$b = 0,8 \text{ м, ширина по дну.}$$

$$I_{кол.} = \frac{\nabla ПК0 - \nabla ПК7 + 12}{L_{кол.}} = \frac{\nabla 371,73 - \nabla 370,92}{712} = 0,00114$$

Глубина наполнения в коллекторе равна

$$h_1 = \frac{b}{\beta_0} = \frac{0,8}{5,4} = 0,15 \text{ м}$$

## Глава 5 РАСЧЁТ ВЕРТИКАЛЬНОГО НАСОСНОГО КОЛОДЦА

### 5.1 Общие положения

#### 5.1.1 Цель и задачи курсового проекта

Курсовая работа имеет цель закрепления и углубления у магистрантов знаний, полученных в процессе учебы, а также умелого их применения в мелиоративном строительстве. При выполнении курсовой работы магистрант должен проявить самостоятельность в выборе расчётных схем и решений вопросов, максимально использовав при этом техническую и справочную литературу.

#### 2.1.2 Содержание и объём курсового проекта

Курсовая работа на тему: «Расчёт вертикального насосного колодца» разрабатывается на основании выданного каждому магистранту задания.

Курсовая работа предусматривает установление нагрузки на дренаж, определение основных параметров его таких как: радиус влияния, дебит, соответствующие заданным понижениям, дренажный модуль, междреннее расстояние для совершенного колодца.

#### Исходные данные

1. Мощность покровных отложений ... м и коэффициент фильтрации их  $K_{п} \dots \text{м/сут.}$
2. Мощность кооптируемого водоносного пласта ... м, и коэффициент фильтрации его  $K_{ф} \dots \text{м/сут.}$
3. Кооптируемый пласт представлен грунтами (тонкозернистый песок, мелкозернистый песок, крупнозернистый и гравелистый песок).
4. Водоупор залегает на глубине  $H_{в} = \dots \text{ м.}$
5. Глубина дренажного колодца от поверхности земли  $H_{к} = \dots \text{ м.}$
6. Диаметр колодца  $D = \dots \text{ м.}$
7. Глубина грунтовых вод от поверхности земли  $h_{гр.} = \dots \text{ м.}$

8. В результате орошения, выпадающих осадков и испарения, среднегодовой слой воды, поступающий на питание грунтовых вод составил  $W_6$ , м/год.

9. Для создания промывного режима орошения следует дополнительно подать воды в количестве  $\beta = \dots\%$  от  $W_6$

10. Откачка воды из колодцев производится в течение  $T$ -...сут.

11. Норма осушения жилых массивов или в котловане под гидротехническое сооружение  $H_{н.о.} = \dots$  м

### Т р е б у е т с я :

1. Определить нагрузку на дренаж.

2. Определить радиус влияния колодца при понижении уровня воды в нем на  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$  м.

3. Определить дебит колодца и модуль дренажного стока при тех же понижениях.

4. Построить график зависимости  $Q = f(S)$   $q_{уд} = F(S)$

5. Определить междреннее расстояние вертикальных скважин в случае применения их в целях рассоления засоленных земель при тех же показаниях, а также при осушении жилых массивов или котлованов под гидротехнические сооружения, но при понижении  $S_3$ .

6. Произвести подбор фильтровой обсыпки для насосного колодца.

Задание выдано \_\_\_\_\_  
дата

Срок выполнения \_\_\_\_\_  
дата

Руководитель \_\_\_\_\_  
подпись



### **5.1.3 Выдача заданий и пояснение общих положений методики его выполнения**

Задание выдается каждому магистранту на отдельном бланке.

Курсовая работа выполняется магистрантом самостоятельно в пределах отведенных часов аудиторных занятий, умело используя при этом техническую литературу, а также справочные и нормативные документы.

Расчётная часть курсовой работы вместе с графическим материалом оформляется как пояснительная записка с титульным листом.

Руководитель должен провести краткое пояснение основных пунктов задания и основные положения методики его выполнения.

Следует разъяснить группе признаки выделения видов и типов насосных колодцев.

Различают несколько видов насосных колодцев, выделяемых в соответствии с литологическим строением и гидрогеологическими условиями, где они устраиваются:

а) обыкновенный грунтовый колодец, устраиваемый в однородных пластах (рис. 5.1.3.1).

б) артезианский колодец, устраиваемый в простейшем случае в двуслойной однопластовой системе, при котором покровная толща имеет несравненно низкие коэффициенты фильтрации, чем подстилающая водоносная толща, воды которой, как правило напорные (рис. 5.1.3.2); артезианский колодец устраивается и в случае 2-х и более пластовых системах с 3-х и многослойными сложениями каптируемых толщ (рис. 5.1.3.3).

в) грунтово-артезианский колодец, устраивается в двуслойных системах и при этом кривая депрессии опускается в подстилающие пласты (рис. 5.1.3.4).

По характеру действия различают гидродинамически совершенные и несовершенные колодцы.

Совершенные колодцы вскрывают всю мощность отложений до водоупора, и в формировании дебита его принимает участие вся толща водоносного пласта.

Несовершенные колодцы вскрывают часть отложений, поэтому в питании таких колодцев участвует не весь водоносный пласт, а верхняя часть его, так называемая активная зона.

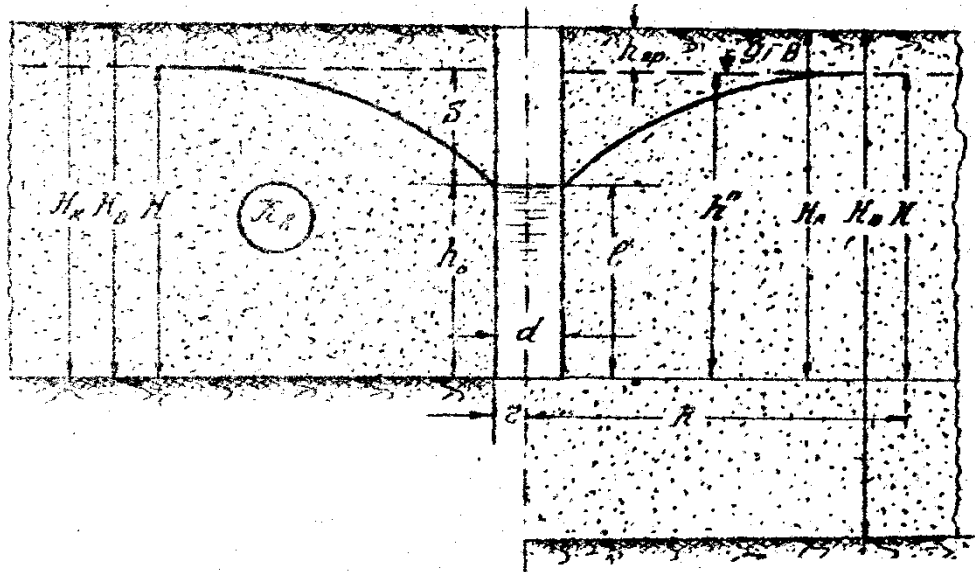


Рис. 5.1.3.1 Обыкновенный грунтовый колодец

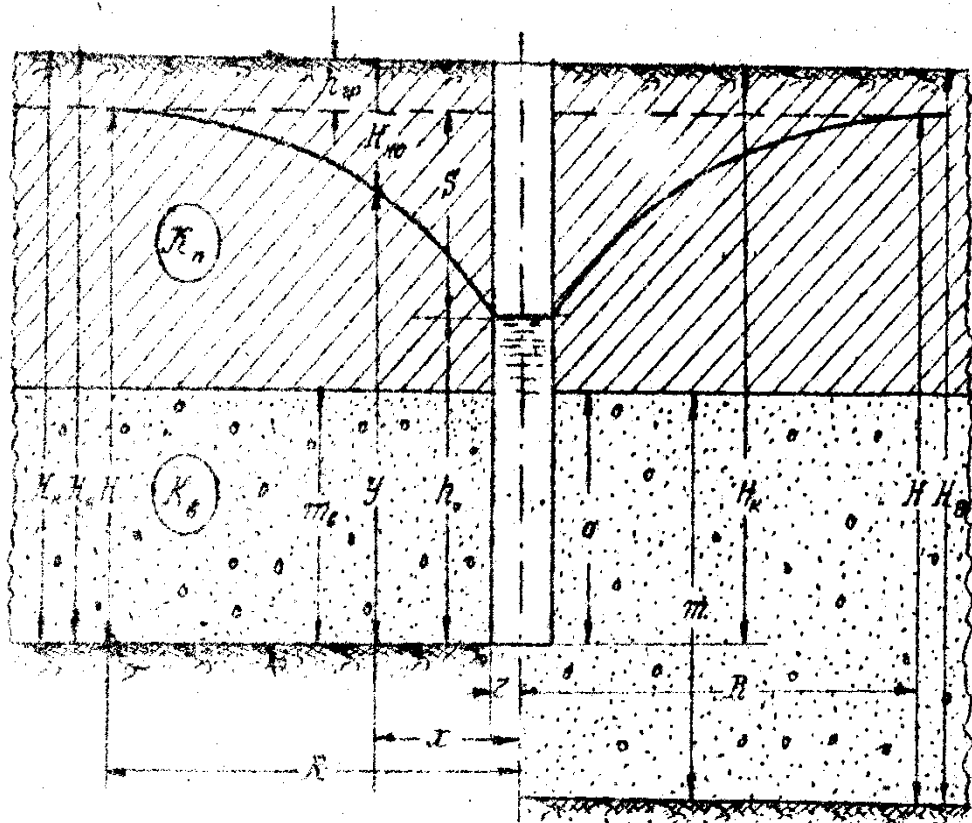


Рис. 5.1.3.2 Артезианский колодец

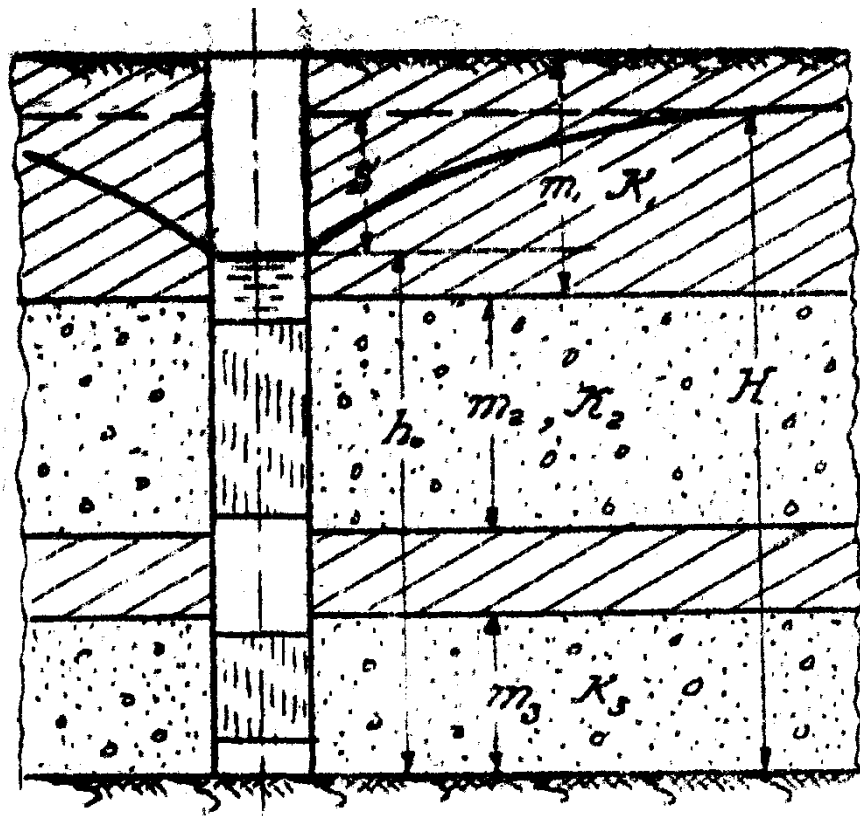


Рис. 5.1.3.3 Двупластовая система

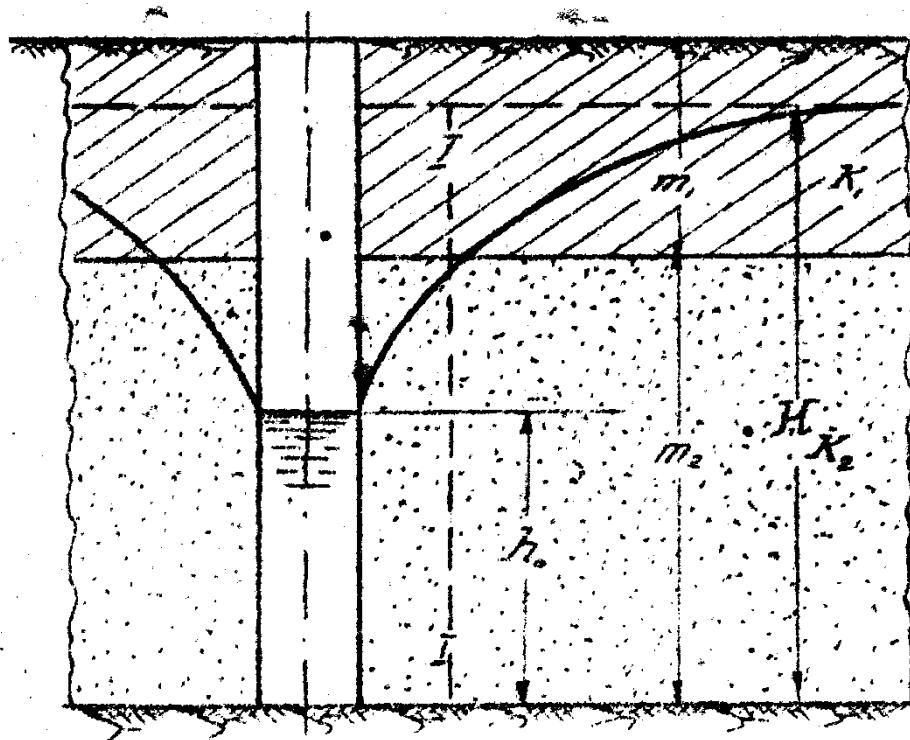


Рис. 5.1.3.4 Грунтово-артезианский колодец

В данной курсовой работе рассматривается наиболее распространенный в практике мелиоративного строительства артезианский колодец, работающий в двуслойной фильтрационной системе.

## 5.2 Методика выполнения курсового проекта

### 5.2.1 Составление расчетных схем

По условиям курсовой работы скважина строится в однопластовой системе с 2-х слойным сложением грунтов, характеристика которых и основные параметры даны в бланке задания. Пользуясь исходными данными, следует вычертить расчётные схемы скважин. Гидродинамически совершенная скважина обычно вскрывает всю мощность каптируемого пласта и поэтому глубина её определяется глубиной залегания водоупора  $H_b$ . Несовершенная же скважина имеет ограниченную глубину  $H_k < H_b$ .

Дебит совершенной скважины в случае местного питания, которое имеет место в данном задании, определится по формуле:

$$Q = \frac{2\pi k m S}{\ell_n R / r - 0,5}, \text{ м}^3/\text{сутки}$$

где:  $m$  – мощность водоносного пласта, м;

$S$  – понижение динамического уровня в колодце, м

Дебит несовершенного колодца определяется по формуле Козени:

$$Q_{\text{ном}} = \frac{2\pi k a S}{\ell_n R / r - 0,5} \left[ 1 + 5 \sqrt{\frac{r}{a}} \cos \cdot \left( \frac{\pi a}{2m} \right) \right]$$

где: « $S$ » - глубина погружения колодца в водоносный пласт (рис. 5.1.3.2 правая часть).

### 5.2.2 Определение нагрузки на дренаж

Вследствие орошения и промывок засоленных земель водный баланс и солевой режим почвогрунтов и заменяются и при отсутствии или

недостаточности естественной дренированности территории, земля постепенно засоляется и выходит из сельхозоборота. На таких землях водный и солевой баланс складывается положительным, т.е. сумма приходных статей водного баланса превалирует над расходным и происходит накопление воды, что приводит к подъёму уровня грунтовых вод. А процессы суммарного испарения оросительных и минерализованных грунтовых вод приводит к рестарации засоления почво-грунтов зоны аэрации.

Чтобы избежать таких явлений необходимо вести земледелие с правильным режимом орошения культур, вести борьбу с фильтрацией и другими видами потерь оросительной воды, регулировать режим уровня грунтовых вод путем устройства технически совершенных дренажных систем с целью создания и поддержания благоприятного водного и солевого баланса в заданной толще почвогрунтов.

В связи с этим нагрузка на дренаж определяется на основании расчётов водного и солевого балансов. В настоящее время определение нагрузки на дренаж проектные организации ведут по формулам и рекомендациям «Инструкции по проектированию оросительных систем», часть VIII – «Дренаж на орошаемых землях» сокращенно ВСН-П-8-74. Согласно этой инструкции, на основании расчётов водных и солевых балансов, устраивается среднегодовая нагрузка на дренаж в виде интенсивности питания грунтовых вод.

Кроме того, когда ведётся орошение или освоение земель, подвергнутых интенсивным процессам вторичного засоления, на дренаж возлагается дополнительная нагрузка, возникающая от водоподачи ( $\Delta Op$ ), необходимой для поддержания проектного солевого режима. Эта величина обычно определяется расчётом в зависимости от водно-физических свойств почвогрунтов, минерализации поливной и грунтовой воды, глубины залегания грунтовых вод и допустимого содержания солей в корнеобитаемом слое почвогрунтов. В рассматриваемом задании эти величины даны в виде интенсивности питания грунтовых вод  $W_e$  в м/год, а количество воды,

необходимое на поддержание промывного режима орошения, дается в % от  $W_6$ . Отсюда следует, что нагрузка на дренаж определяется как сумма двух величин:

$$W_{\partial} = W_6 \left( 1 + \frac{\beta}{100} \right), \quad \text{м/ГОД}$$

где:  $\beta$ - объём воды, подаваемой на поддержание промывного режима орошения в % от  $W_6$ . Эта же нагрузка ( $W_{\partial}$ ) принимается для случая осушения ЖИЛЫХ МАССИВОВ И КОТЛОВАНОВ.

### 5.2.3 Определение радиуса влияния одиночного колодца

По заданию курсовой работы дренажный колодец работает в условиях местного питания с интенсивностью  $W_{\partial}$ , уже определенной в разделе 5.2.2. Зная величину  $W_{\partial}$ , можно определить питание грунтовых вод за время  $T$ , назвав его требуемым дебитом скважины:

$$Q_{\text{треб}} = \frac{W_{\partial} \pi R^2}{T}, \quad \text{м}^3/\text{СУТ}$$

где:  $T$  – период работы скважины в году в сутках.

Дебит этой же совершенной скважины для принятой фильтрационной схемы (рис. 5.1.3.2 левая часть) определится по формуле (назовем его  $Q_{\text{фак}}$ ),

$$Q_{\text{фак}} = \frac{2 \pi k_{\text{в}} m_{\text{в}} S}{\ell_n R / r - 0,5}, \quad \text{м}^3/\text{СУТ}$$

Приравняв правые части уравнений и, несколько преобразовав, получим тождества, из которых находим радиус влияния:

$$\frac{W_{\partial} \pi R^2}{T} = \frac{2 \pi k_{\text{в}} m_{\text{в}} S}{\ell_n R / r - 0,5},$$

$$R^2 (\ell_n R / r - 0,5) = \frac{2 T k_{\text{в}} m_{\text{в}} S}{W_{\partial}},$$

где:  $S_i$  – заданные понижения динамического уровня воды в скважине и определяются они из выражения  $S=H-h_o$ , здесь  $H$  – действующий напор, определяемый из выражения  $H-H_г-h_{cp}$ ; остальные обозначения понятны из схем (рис. 5.1.3.1 и 5.1.3.2). Как видно из выражения функция  $R=f(S)$  неявная, поэтому нахождение его производится методом подбора, задаваясь некоторым рядом значений  $R$ , но не менее 4-5 чисел, при этом следует выражение  $R^2(\ln R/r - 0,5)$  обозначить какой-либо буквой ( $M$ ,  $N$  и пр.)

Вычисления удобно вести в табличной форме (таб. 5.2.3.1.).

Таблица 5.2.3.1

№ п/п	$R, м$	$R^2$	$\ln R/r-0,5$	$M = R^2(\ln R/r - 0,5)$

При этом надо помнить, что если левую часть тождества обозначили через  $M$ , то их правая часть также должна быть равной  $M$ . Поэтому вычисленный ряд величины  $M = R^2(\ln R/r-0,5)$  должен иметь несколько больший диапазон чисел, нежели  $M_{\text{треб}}$ , определяемое по заданным понижениям  $S_1, S_2$  и  $S_3$ .

$$M_{\text{треб}}^1 = \frac{2 T k_{\text{г}} m_{\text{г}} S_1}{W_{\text{д}}}; \quad M_{\text{треб}}^2 = \frac{2 T k_{\text{г}} m_{\text{г}} S_2}{W_{\text{д}}};$$

где:  $M_{\text{треб}}$ . – определяется по аналогичной формуле .

Для нахождения радиуса влияния соответствующего понижениям  $S_1, S_2$  и  $S_3$ , необходимо по данным таблице 5.2.3.1 построить график  $R=f(M)$ , по которой для любого  $M_{\text{треб}}$ . можно найти  $R_{\text{треб}}$ . .

#### 5.2.4 Определение дебита колодца и модуля дренажного стока для заданных понижений

Пользуясь исходными данными и только что определенными значениями радиуса в разделе 5.2.3, устанавливаются основные расчётные

показатели скважин. Вычисления ведут для удобства в табличной форме (таб. 5.2.4.1).

Таблица 5.2.4.1

$S$	$R, м$	$Q = \frac{2 \pi k_{\text{в}} m_{\text{в}} S}{\ell_n R / r - 0,5}, м^2/сут$	$q_{\text{уд}}, л/с/м$	$q_0, л/с/га$
$S_1$	$R_1$	$Q_1$	$Q_1 / S_1$	$Q_1 / \omega_{\text{абс}1}$
$S_2$	$R_2$	$Q_2$	$Q_2 / S_2$	$Q_2 / \omega_{\text{абс}2}$
$S_3$	$R_3$	$Q_3$	$Q_3 / S_3$	$Q_3 / \omega_{\text{абс}3}$

По данным таблицы 5.2.4.1 строят 2 графика.

1-ый  $Q=f(S)$  и 2-ой  $q_{\text{уд}} = f(S)$ . При этом удельный дебит в дренажный модуль в общем виде определяется по формуле:

$$q_{\text{уд}} = \frac{Q}{86.4 S}, \text{ л/с.пог.м.}$$

$$q_0 = \frac{10000 Q}{86.4 \pi R^2} = 36.86 \frac{Q}{R^2}, \text{ л/с/Га}$$

Эти графики показывают зависимости общего и удельного дебита от понижения, чем больше понижение, тем больше дебит скважины на 1 пог.м понижения, а удельный дебит постепенно снижается. Кроме того, первый график (а) позволяет правильно назначить эксплуатационный дебит скважины, а второй позволяет установить экономически наивыгоднейшее понижение. Дальнейшее увеличение понижения не сопровождается ростом общего дебита, в то же время наблюдаются потери энергии на откачку.

### 5.2.5 Определение междренного расстояния вертикальных скважин в случае применения их в целях рассоления засоленных земель и осушения котлованов под гидротехнические сооружения



В случае применения скважин в целях рассоления засоленных земель, зная дебит скважины и интенсивность питания грунтовых вод, можно найти междреннее расстояние: по формуле В.М.Шестакова вида:

$$\sigma = \sqrt{\frac{Q}{W_{e\partial}}}, \text{ м}$$

где:  $W_{e\partial}$  - инфильтрационное питание, м/сут, определяемое из выражения

$$W_{e\partial} = \frac{W_y}{T}, \text{ м/сут}$$

где  $T$  – продолжительность откачек по системе скважины вертикального дренажа.

В случае размещения площадного вертикального дренажа по вершинам квадратов с шагом  $\delta$ , радиус влияния колодца определяется по зависимости того же В.М.Шестакова в виде:

$$R = \frac{\sigma}{\sqrt{\pi}} = 0.56 \sigma$$

Площадь обслуживания такого колодца определяется из выражения вида:

$$W = \frac{\sigma \times \sigma}{10000} = \frac{\pi R^2}{10000}, \text{ га}$$

Определение радиуса влияния скважин, применяемых в целях осушения, производится из уравнения депрессионной кривой для вполне конкретной нормы осушения котлованов под гидротехнические сооружения.

Пользуясь вышеприведенным тождеством вида:

$$\frac{W_g \pi R^2}{T} = \frac{2\pi K_B \cdot m_B \cdot S}{\ln R/r - 0,5}$$

и имея в виду, что  $S=H-h$ , записываем уравнение кривой депрессии:

$$H - h_0 = \frac{W_\partial}{2 T k_\partial m_\partial} R^2 (\ell_n R/r - 0,5)$$

Для конкретного сечения с координатами кривой депрессии «х» и «у» уравнение кривой депрессии запишется в виде:

$$Y - h_0 = \frac{W_{\partial}}{2 T k_{\epsilon} m_{\epsilon}} \left( \ln \frac{x}{r} - \frac{x^2}{2R^2} \right) \cdot R^2$$

Отсюда

$$\ln \frac{x}{r} - \frac{x^2}{2R^2} = (Y - h_0) \frac{2 T k_{\epsilon} m_{\epsilon}}{W_{\partial} R^2}$$

Уравнение позволяет определить радиус влияния скважины  $X=R_0$ , где понижение уровня грунтовых вод будет соответствовать заданной норме осушения ( $H_{н.о.}$ ). Для этой цели обозначают правую часть уравнения через  $N_{треб.}$  и определяют его значение для заданного понижения.

$$N_{треб} = (Y - h_0) \frac{2 T k_{\epsilon} m_{\epsilon}}{W_{\partial} R^2}$$

где:  $Y = H + h_{зп} + H_{н.о.}$ , м где:  $h_{зп}$  – глубина грунтовых вод, м.

Определенному значению ординаты кривой депрессии «у» для заданного  $S$  должна соответствовать определенная абсцисса «х», поэтому, задавшись рядом значений  $X$  находят величину  $N_{фак.}$

$$N_{фак} = \ln \frac{x}{r} - \frac{x^2}{2R^2}$$

Все вычисления производят в табличной форме табл. 5.2.5.1.

Таблица 5.2.5.1

$x$	$x^2$	$\ln x/r$	$x^2/2R^2$	$N_{фак} = \ln \frac{x}{r} - \frac{x^2}{2R^2}$

Для нахождения радиуса влияния колодцев в этих условиях, необходимо по данным таблице 5.2.5.1 построить график  $N=-f(x)$  (черт. 5.2.6.1) и по  $N_{треб}$  найти  $X$ , соответствующий радиусу влияния колодца. Площадь обслуживания колодца, предназначенного для осушения, определяется по формуле:

$$W = \frac{\pi R^2}{10000}, \text{ м}$$

Если по условия задания колодец оказался несовершенного типа, то соблюдая ту же последовательность выполнения задания для определения дебита следует воспользоваться приведенной выше формулой.

### 5.2.6 Подбор рыхлой фильтровой обсыпки для насосного колодца

Материалом для фильтровой обсыпки обычно служит гравийно-песчаная смесь и, лучше всего, когда она речная, разнозернистая и окатанная.

В зависимости от механического состава каптируемых водоносных грунтов сотрудниками САНИИРИ был разработана методика подбора оптимального состава обсыпок (табл. 5.2.6.1). Пользуясь этими рекомендациями и исходя из данных задания следует подобрать необходимый фракционный состав гравийно-песчаных обсыпок для насосного колодца.

Таблица 5.2.6.1

Характеристика грунтов	Диаметр фракции, мм					
	20-10	10-7	7-5	5-8	3-2	2-1
Тонкозернистый песок		18-20	10-15	17-20	15	30-85
Мелкозернистый и среднезернистый песок	27	18-20	18-15	17-20	14-15	16-25
Крупнозернистый и гравелистый песок	27-40	13-15	10-13	17-15	10-14	10-16

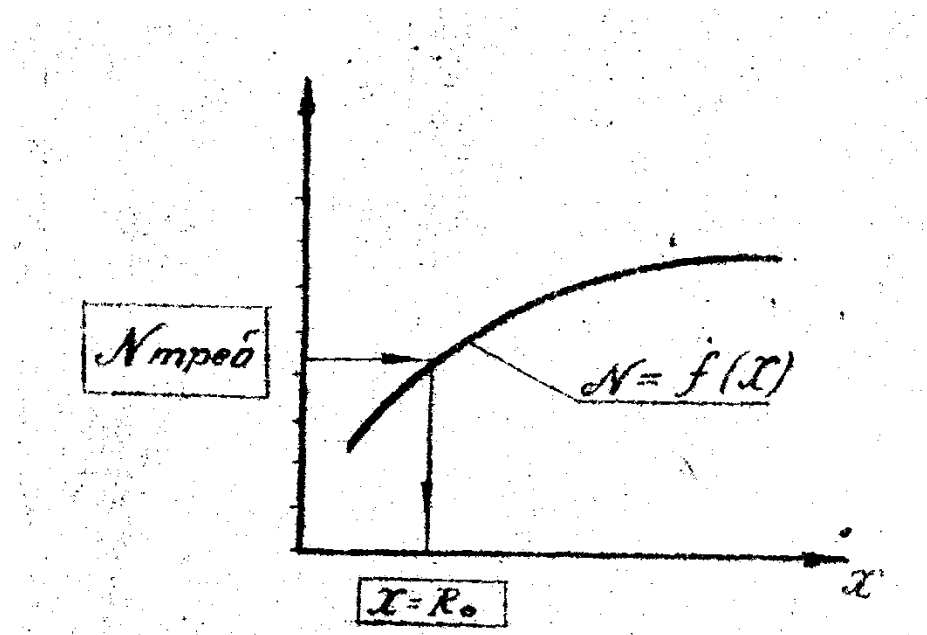


Рис. 5.2.6.1 График зависимости  $N$  от изменения абсцисс

## Приложение 1

### Диапазон значений исходных данных

№ пп	Показатели	Пределы	
		миним.	максим
1.	Мощность покровных отложений, м	10	30
2.	Коэффициент фильтраций покровный отложений, $K_{п}$ , м/с	0,1	0,25
3.	Мощность каптируемого пласта, м	10	50 и >
4.	Коэффициент фильтрации каптируемого пласта $K_{в}$ , м/сут	7,5	50 и >
5.	Водопроводимость каптируемого пласта, $m^2/сут$	75	300 и >
6.	Водоупор залегает на глубине $H_{в}$ , м	25	80
7.	Глубина грунтовых вод от поверхности земли, м	0,8	1,8
8.	Инфильтрационное питание за год, м	0,35	050
9.	Инфильтрационное питание от воды подаваемой на промывной режим орошения, $\beta$ в % от $W_{е}$	15	25
10.	Диаметр колодца, м	0,5	1,27
11.	Глубина колодца, $H_{к}$ , м	25	80
12.	Динамическое понижение уровня воды в скважине $S_1, S_2$ и $S_3$	$S_1 = 3$ $S_2 = 6$ $S_3 = 9$	12 18 24
13.	Продолжительность откачек, $T$ , сут	200	270
14.	Норма осушения под жилым массивом или в котловане под гидротехническим сооружением, м	5-9	15-24

## ГЛАВА 6. ЗАДАЧИ.

### 6.1. Качество оросительной воды.

#### 6.1.1. Оценка качества воды в ирригационных целях.

Исследователи И.Н.Антипов-Каратаев и Г.М.Кадер в качестве критерия оценки пригодности воды для орошения рекомендуют использовать показатели обмена ионов. Этот показатель определяется с помощью следующего выражения:

$$K_1 = \frac{(Ca^{2+} + Mg^{2+})}{(Na^+ + 0,238 \Sigma U)}$$

где:  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$  - эквивалентные значения количества катионов в воде;  $\Sigma U$ -общая степень минерализации, г/л. Если  $K \leq 1.0$ , то вода пригодна для орошения, если  $K > 1.0$ , то в этом случае она не пригодна для орошения.

Для оценки качества воды в ирригационных целях А.В.Можайко и Т.К.Воротник предложили определять это значение отношением ионов  $Na^+$  и  $K^+$  к общей сумме катионов, выраженное в процентах. Это значение определяется по следующей формуле:

$$K_2 = \frac{(Na^+ + K^+) \cdot 100}{(Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+)}$$

При условии  $K_2 > 75\%$ , вода очень опасна, если  $K_2 = 66-75\%$  - опасна, если  $K_2 < 66\%$  - вода считается безопасной для орошения.

М.Ф.Буданов предложил оценивать пригодность оросительной воды по степени ее минерализации, жесткости, соотношением количества натрия к кальцию и магнию. Расчёты производятся по следующей зависимости:

$$K_3 = \frac{Na^+}{(Ca^{2+} + Mg^{2+})}$$

Если  $K_3 \leq 0.7$ , то засоление на орошаемой территории не наблюдается, но при  $K_3 > 0.7$  вода, взятая на полив, приведет к повторному засолению орошаемой территории.

Еще один способ определения качества воды для использования в ирригационных целях был предложен Х.Стеблером. В этом случае для определения качества воды предлагается величина называемая коэффициентом щелочности. Это значение коэффициента определяется зависимостью ионов к количеству эквивалентов. В этих целях предлагается данное выражение:

$$K_4 = \frac{288}{(Na^+ + 4 \cdot Cl^-)}$$

Если коэффициент щелочи будет равен значению  $K_4 > 18$ , то качество воды хорошее, если  $K_4 = 18-6$ , то качество удовлетворительное, при  $K_4 = 5.9-1.2$  – оно неудовлетворительно, и если  $K_4 < 1.2$ , то качество воды плохое, т.е. непригодное.

Кроме этого коэффициент щелочности выражающий пригодность воды к орошению рекомендуется рассчитывать с помощью показателя потенциального поглощения натрия (SAR). Это же, при большом количестве натрия в воде, приводит к засолению почвы. Это значение определяется с помощью следующего выражения:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+}+Mg^{2+}}{2}}}$$

Если выполняется условие –  $SAR < 10$ , то такая вода хорошая для орошения, если  $SAR = 11-20$ , то эти воды считаются удовлетворительными, при значении  $SAR > 20$  вода считается непригодной для орошения.

Ниже представлены данные по наблюдениям химического состава воды во время вегетации на Кизилкишлякском гидрологическом посту Сырдарьинской области.

Месяц	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$K^+$	$\Sigma U$
IV	2.57	13.7	3.41	6.05	6.37	7.43	0.20	39.73
V	2.21	9.77	2.74	4.66	4.93	3.92	0.20	28.43
VI	1.75	8.88	0.29	2.41	3.97	3.26	0.05	20.61
VII	2.61	8.75	1.74	3.94	4.05	3.48	0.02	24.59
VIII	1.72	9.58	0.01	2.65	3.58	6.0	0.02	23.56
IX	1.75	12.1	3.36	4.98	4.14	5.52	0.07	31.92

### 6.1.2. Оценка пригодности воды к орошению по формуле И.Н.Антипов-Каратаева и Г.М.Кадера.

$$K_{IV} = \frac{(Ca^{2+}+Mg^{2+})}{(Na^++0,238\Sigma U)} = \frac{6.05+6.37}{7.43+0.238 \cdot 39.73} = \frac{12.42}{16.88} = 0.74$$

$$K_V = \frac{(Ca^{2+}+Mg^{2+})}{(Na^++0,238\Sigma U)} = \frac{4.66+4.93}{3.92+0.238 \cdot 28.43} = \frac{9.59}{10.68} = 0.89$$

$$K_{VI} = \frac{(Ca^{2+}+Mg^{2+})}{(Na^++0,238\Sigma U)} = \frac{2.41+3.97}{3.26+0.238 \cdot 20.61} = \frac{6.38}{8.16} = 0.78$$

$$K_{VII} = \frac{(Ca^{2+}+Mg^{2+})}{(Na^++0,238\Sigma U)} = \frac{3.94+4.05}{3.48+0.238 \cdot 24.59} = \frac{7.99}{9.33} = 0.85$$

$$K_{VIII} = \frac{(Ca^{2+}+Mg^{2+})}{(Na^++0,238\Sigma U)} = \frac{2.65+3.58}{6.0+0.238 \cdot 23.56} = \frac{6.23}{9.90} = 0.64$$

$$K_{IX} = \frac{(Ca^{2+}+Mg^{2+})}{(Na^++0,238\Sigma U)} = \frac{4.98+4.14}{5.52+0.238 \cdot 31.92} = \frac{9.12}{13.11} = 0.70$$

Таким образом, значения всех расчётов выполненных во всех месяцах 1986 года составляют  $K \leq 1.0$ . Это означает, что химический состав воды в этот период был пригоден для орошения.

### 6.1.3. Оценка качества воды в ирригационных целях с помощью выражения SAR.

$$SAR_{IV} = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} = \frac{7.43}{\sqrt{\frac{6.05 + 6.37}{2}}} = \frac{7.43}{2.49} = 2.98$$

$$SAR_V = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} = \frac{3.92}{\sqrt{\frac{4.66 + 4.93}{2}}} = \frac{3.92}{2.19} = 1.79$$

$$SAR_{VI} = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} = \frac{3.26}{\sqrt{\frac{2.41 + 3.97}{2}}} = \frac{3.26}{1.78} = 1.83$$

$$SAR_{VII} = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} = \frac{3.48}{\sqrt{\frac{3.94 + 4.05}{2}}} = \frac{3.48}{1.99} = 1.75$$

$$SAR_{VIII} = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} = \frac{6.0}{\sqrt{\frac{2.65 + 3.58}{2}}} = \frac{6.0}{1.76} = 3.41$$

$$SAR_{IX} = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} = \frac{5.52}{\sqrt{\frac{4.98 + 4.14}{2}}} = \frac{5.52}{2.14} = 2.58$$

Значит условие  $SAR < 10$  выполнено, таким образом качество воды для ирригационных целей во всех месяцах можно оценить как хорошее.

### 6.1.4. Оценка пригодности воды к орошению с помощью коэффициента образования соды.

$$K_{cIV} = \frac{HCO_3^-}{(Ca^{2+} + Mg^{2+})} = \frac{2.57}{6.05 + 6.37} = \frac{2.57}{12.42} = 0.21$$

$$K_{cV} = \frac{HCO_3^-}{(Ca^{2+} + Mg^{2+})} = \frac{2.21}{4.66 + 4.93} = \frac{2.21}{9.59} = 0.23$$

$$K_{cVI} = \frac{HCO_3^-}{(Ca^{2+} + Mg^{2+})} = \frac{1.75}{2.41 + 3.97} = \frac{1.75}{6.38} = 0.27$$

$$K_{cVII} = \frac{HCO_3^-}{(Ca^{2+} + Mg^{2+})} = \frac{2.61}{3.94 + 4.05} = \frac{2.61}{7.99} = 0.33$$

$$K_{cVIII} = \frac{HCO_3^-}{(Ca^{2+} + Mg^{2+})} = \frac{1.72}{2.65 + 3.58} = \frac{1.72}{6.23} = 0.28$$

$$K_{cIX} = \frac{HCO_3^-}{(Ca^{2+} + Mg^{2+})} = \frac{1.75}{4.98 + 4.14} = \frac{1.75}{9.12} = 0.19$$

Значит, условие  $K_c < 1.25$  выполнено для всех месяцев, вода считается безопасной для орошения.

1-задача: в составе 1 литра воды содержится 0.5 г NaCl; 0.8 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и 0.2 г  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Пригодна ли эта вода для орошения?

Отдельно определяем количество ионов:

В составе 0.5 г NaCl имеется  $\frac{0.5 \cdot 23}{23+35} = 0.2$  г Na и  $\frac{0.5 \cdot 35}{23+35} = 0.3$  г Cl.

В составе 0.8 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  имеется  $\frac{0.8 \cdot 23 \cdot 2}{2 \cdot 23 \cdot (12+16 \cdot 3)} = 0.34$  г Na и  $0.8 - 0.347 = 0.453$  г  $\text{CO}_3$ .

В составе 0.2 г  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  имеется  $\frac{0.2 \cdot 23 \cdot 2}{2 \cdot 23 \cdot (32+16 \cdot 4)} = 0.06$  г Na и  $0.2 - 0.06 = 0.14$  г  $\text{SO}_4$ .

Значит в 1 литре воды растворено  $(0.2+0.347+0.06)=0.607$  г Na; 0.3 г Cl; 0.453 г  $\text{CO}_3$ ; 0.14 г  $\text{SO}_4$ .

Выразим эти значения в миллиэквивалентах:

$$Na = \frac{0.607 \cdot 1000}{23} = 26.39; Cl = \frac{0.3 \cdot 1000}{35} = 8.57$$

$$SO_4 = \frac{0.14 \cdot 1000}{96} = 1.46; CO_3 = \frac{0.453 \cdot 1000}{60} = 7.55$$

Как показывают показатели, количество иона Na превышает значение других кислотных ионов. Этот показатель относится к 3 типу ирригационного коэффициента (Приложения табл. №1):

$$\gamma = \frac{288}{10rNa^+ - 5rCl^- - 9rSO_4^-} = \frac{288}{10 \cdot 26.39 - 5 \cdot 8.57 - 9 \cdot 2.92} = 1.48$$

Значит, как показано в таблице (Приложения табл. №2) этой водой можно орошать на фоне искусственного дренажа.

## 6.2. Режим орошения.

2-задача: Плотность, по механическому составу, тяжелых суглинков  $\rho = 1.41$  т/м<sup>3</sup>, относительная плотность  $\rho_{от} = 2.71$  т/м<sup>3</sup>. Предполивная влажность почвы в слое 0.5 м составляет 16% относительно её объёму, определите значение поливной нормы и влажность почвы относительно её пористости.

Решение: на основании таблицы (Приложения табл. №3) и исходя из значения  $\beta_{ппв} = 28\%$  от массы почвы определяем:

$$m = 100 \cdot h \cdot \rho \cdot (\beta_{ппв} - \beta_{ммв}) = 100 \cdot 0.5 \cdot 1.41 \cdot (28 - 16) = 860 \text{ м}^3/\text{га}$$



Объем предполивной влажности почвы в 0.5 м слое равен:

$$W_H = 100 \cdot 0.5 \cdot 1.41 \cdot 16 = 1128 \text{ м}^3/\text{Га}$$

Объем влаги после полива:

$$W_K = W_H + m = 1128 + 860 = 1928 \text{ м}^3/\text{Га}$$

Влажность почвы от пористости:

$$\beta = \frac{W_K}{H \cdot A} = \frac{1928}{0.5 \cdot 48} = 80.3\%$$

Пористость равна:  $A = \frac{\rho_{от} - \rho}{\rho_{от}} 100\% = \frac{2.71 - 1.41}{2.71} 100 = 48\%$

3-задача: Какой объём воды потребуется если поливать 3 часа 1 га суглинистого чека?

Решение: Из закономерности впитываемости воды в почву  $h_0 = K_1 \cdot t^{1-\alpha}$  для суглинистых почв  $K_1 = 18 \text{ см/час}$ ,  $\alpha = 0.5$ , исходя из  $t = 3$ ,

$$h_0 = 18 \cdot 3^{0.5} = 31 \text{ см} \approx 0.31 \text{ м}$$

$$W = 10000 \cdot h = 10000 \cdot 0.31 = 3100 \text{ м}^3/\text{Га}$$

4-задача: Сколько времени потребуется для среднесуглинистых почв, чтобы впитался 30 см слой воды?

Решение: по таблице (Приложения табл. №5) для среднесуглинистых почв:  $K_1 = 7.5 \text{ см/час}$ , при  $\alpha = 0.5$   $K_t = K_1 \cdot t^{1-\alpha}$  или из

$$t = \left( \frac{K_t}{K_1} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} = \left( \frac{30}{7.5} \right)^{\frac{1}{1-0.5}} = 4^2 = 16 \text{ ч.}$$

5-задача: Объём образца  $V_C = 80 \text{ см}^3$ . Вес сушеного образца почвы  $W_H = 120 \text{ г}$ . Образцы почвы из слоя 0,5 м после полива приведены в таблице 6.2.1. Определите следующий поливной период.

Таблица 6.2.1.

Послеполивной период	0	3	6	9	12	15
$W_H$	144	138	133	129	126	124

Решение: Определяем объёмную массу почвы.

$$\rho = \frac{W_H}{V} = \frac{120}{80} = 1,5 \text{ г/см}^3$$

Определяем влагоёмкость почвы относительно веса и вводим в таблицу 6.2.1.

Таблица 6.2.2.

Послеполивной период	0	3	6	9	12	15
%	30	22,5	17,5	15	7,5	5

По значениям таблицы 6.2.1. строим график зависимости  $t_c = f(\%)$ .

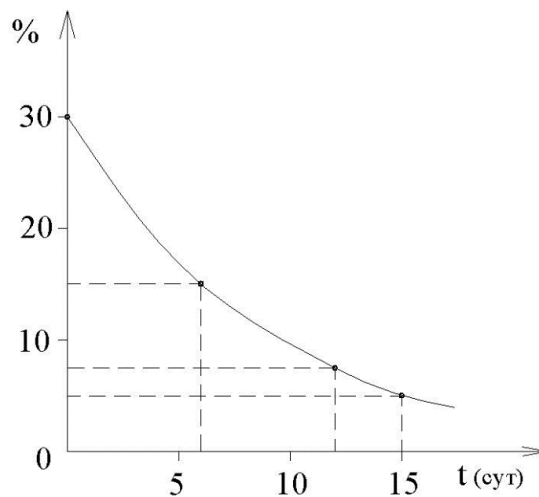


Рис. 6.2.1. График зависимости  $t_c = f(\%)$

Исходя из таблицы и графика зависимости определяем, что полив нужно проводить через 9 дней.

### 6.3. Значение ординаты поливного гидромодуля.

б-задача: Фермерское хозяйство выращивает хлопчатник и пшеницу. Пшеница поливается 1-12 июня с значениями гидромодуля  $q = 0,24$  л/с га, а хлопчатник 10-18 июня с значениями гидромодуля 0,32 л/с га. Постройте график приведённого гидромодуля и укомплектуйте график.

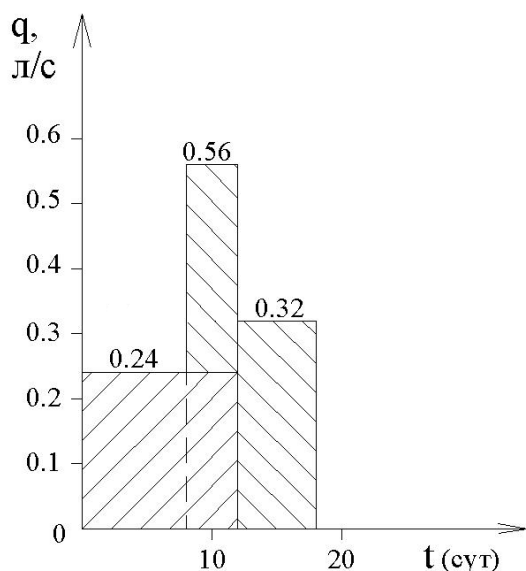


Рис. 6.3.1. График ординаты приведенного гидромодуля.

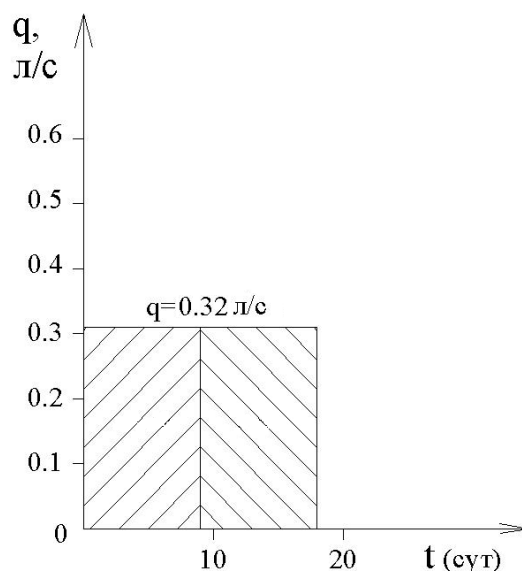


Рис. 6.3.2. Укомплектованный график приведенного гидромодуля.

В первый график подставляем значения ординат гидромодуля по дням. Как видно по графику ордината в 0.56 продолжается всего лишь 2 дня. По этому укомплектуем график. Для пшеницы количество клеток равно  $24 \times 12 = 288$ , для хлопчатника  $9 \times 32 = 288$ . Сумма равна  $288 + 288 = 576$ . Если разделить это число на 18 дней  $\frac{576}{18} = 32$ ,  $\frac{288}{32} = 9$  дней.

Значит в течении 18 дней пшеница должна орошаться 9 дней с ординатой в 0.32 л/с га, и хлопчатник с таким же количеством воды должен поливаться остальные 9 дней. (рис. 6.3.1.).

**7-задача:** Определите гидромодульный район среднесуглинистых почв фермерского хозяйства расположенного в Андижанском районе, Андижанской области, где уровень грунтовых вод составляют 3-4 м и выращиваются в одинаковом количестве хлопчатник и пшеница. Приведите ведомость режима орошения и график приведённого гидромодуля.

**Решение:** По значениям [1] таблицы-9 по методике районирования института Средазгипроводхлопок по почвенно-климатическому районированию и по поясно-высотным зонам принимаем гидромодульный район Ц-II-B-a-III и выписываем таблицу рекомендуемых режимов орошения (для хлопчатника и пшеницы).

Месячная поливная норма определяется по формуле:

$$m = \frac{\beta_i \cdot 100}{M}, \quad \text{м}^3/\text{га}.$$

Поливной гидромодуль определяем по формуле:  $q_{пол} = \frac{m_i}{86,4 \cdot t_i}$ , л/с га

Приведенный гидромодуль:  $q_{пр} = \frac{\alpha}{100} q_{пол}$ , л/с га.

Значения ординат приведённого гидромодуля вычисляем по этим формулам. Расчёт ведём в таблице. По расчётным значениям таблицы чертим график приведенного гидромодуля за вегетацию.

Таблица 6.3.1. Таблица режима орошения сельскохозяйственных культур для гидромодульного района Ц-II-B-a-III

№	Наименование с/х культур и %	Оросительная норма м <sup>3</sup> /га	Поливной период	Показатели	Распределение поливной нормы по месяцам								
					III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Хлопчатник α=50%	6500	26.05- 16.09	β, %			2	20	35	30	10		
				t, сут.			6	30	31	31	16		
				m, м <sup>3</sup> /га			130	1300	2275	1950	650		
				q <sub>пол</sub> , л/с га			0.12	0.25	0.42	0.36	0.24		
2	Пшеница α=50%	3400	15.09- 20.05	β, %	18	25	20				19		18
				t, сут.	31	30	20				15		30
				m, м <sup>3</sup> /га	612	850	680				646		612
				q <sub>пол</sub> , л/с га	0.11	0.16	0.20				0.24		0.12
Всего				q <sub>пр</sub> , л/с га	0.11	0.16	0.32	0.25	0.42	0.36	0.48		0.12

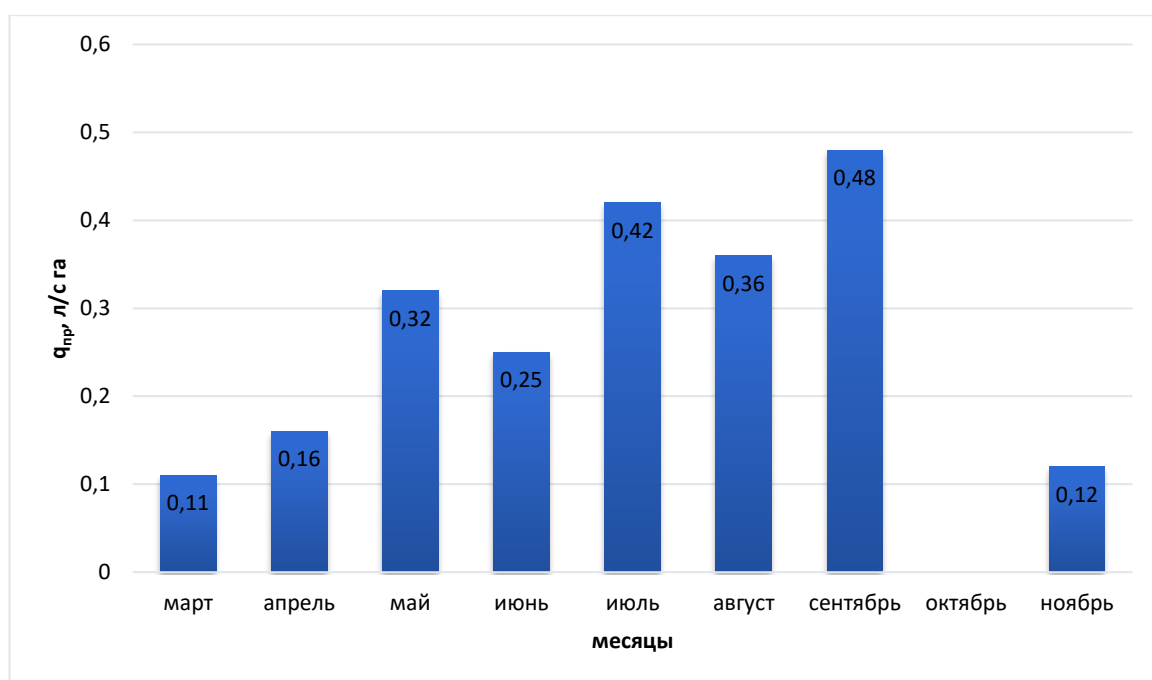


Рис. 6.3.3. График ординат приведенного гидромодуля Ц-II-B-a-III

#### 6.4. Расчёт элементов техники поверхностного способа полива.

8-задача: На среднесуглинистых почвах с междурядьем 0,9 м площадь засеяна хлопчатником, интенсивность инфильтрации на первом часу составляет  $K_1 = 9,6$  см. Уклон борозды равен  $i = 0,002$ , продолжительность полива 1 сутки, поливная норма  $m = 1000$  м<sup>3</sup>/га. Определите длину поливной борозды.

Решение: Исходя из того что, уклон не большой и принято широкое междурядье, применяем тупые борозды. Для этого принимаем значения борозды: глубина  $H = 15$  см, ширина по дну  $b = 0,1$  м, коэффициент откоса  $m = 1,5$ , коэффициент шероховатости  $n = 0,05$ . Если в начале борозды подать количество воды глубиной  $h = 0,06$  м, то площадь живого сечения борозды будет  $\omega = (b + m \cdot h) \cdot h = (0,1 + 1,5 \cdot 0,06) \cdot 0,06 = 0,0114$  м<sup>2</sup>, смоченный периметр  $\chi = b + 2p\sqrt{1+m^2} = 0,1 + 2 \cdot 0,06\sqrt{1+1,5^2} = 0,244$  м, гидравлический радиус

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{0,0114}{0,244} = 0,0473 \quad \text{м,} \quad \text{скоростной} \quad \text{коэффициент}$$

$$c = \frac{R^{1,5\sqrt{n}}}{n} = \frac{0,0473^{1,5\sqrt{0,25}}}{0,05} = 7,2; \quad \text{скорость} \quad \text{воды} \quad \text{в} \quad \text{борозде}$$

$$v = c \cdot \sqrt{R \cdot J} = 7,2\sqrt{0,0473 \cdot 0,002} = 0,07 \quad \text{м/с.}$$

Полученная скорость меньше размываемой скорости для данного типа почв. Значит русло не размывается.

Значение расхода подаваемого в борозду равно

$$q = \omega \cdot v = 0,00114 \cdot 0,07 = 0,0008 \text{ м}^3/\text{с} = 0,8 \text{ л/с} = 2,88 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

С точки зрения того, что вода в почву впитывается по смоченному периметру, это значение

$$\text{определяем по следующей формуле: } \beta = b + \frac{4}{3} \lambda \cdot h \sqrt{1+m^2}$$

здесь:  $\lambda = 1,5 - 2,5$  - коэффициент зависящий от капиллярных свойств почвы.

$$\beta = 0,1 + \frac{4}{3} \cdot 2 \cdot 0,06 \cdot \sqrt{1+1,5^2} = 0,388 \text{ м.}$$

Продолжительность полива борозды:

$$t = \left[ \frac{m \cdot a}{10000 \cdot K_1 \cdot \beta} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}, \text{ час}$$

$$t = \left[ \frac{1000 \cdot 0,9}{10000 \cdot 0,096 \cdot 0,388} \right]^{2,5} = 6,5 \text{ час}$$

Длина борозды:

$$l_{\sigma} = \frac{2,88 \cdot 6,5}{1000 \cdot 0,9} \cdot 10000 = 208 \text{ м}$$

9-задача: В легких суглинках, где скорость впитывания воды в конце первого часа составляет  $K_1 = 18$  см, с междурядием  $a = 0,9$  м засеян хлопчатник. Уклон вдоль поливной борозды составляет  $i = 0,002$ , продолжительность полива 1 сутки. Поливная норма  $m = 1000$  м<sup>3</sup>/га. Определите длину поливной борозды.

Решение: Исходя из наименьшего уклона поливной борозды и при междурядии 0,9, принимаем тупые борозды. Здесь глубина борозды  $H = 15$  см, ширина борозды по дну  $b = 0,1$  м, боковые откосы  $m = 1,5$ , коэффициент шероховатости принимаем  $n = 0,05$  м. Если в начале борозды слой воды равный  $h = 0,06$  м, а живое сечение борозды будет равно  $\omega = (b + m \cdot h) \cdot h = (0,1 + 1,5 \cdot 0,06) \cdot 0,06 = 0,0114$  м<sup>2</sup>, смоченный периметр  $\chi = b + 2p\sqrt{1+m^2} = 0,1 + 2 \cdot 0,06\sqrt{1+1,5^2} = 0,244$  м, гидравлический радиус

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{0,0114}{0,244} = 0,0473 \text{ м, скоростной коэффициент } c = \frac{R^{1,5\sqrt{n}}}{n} = \frac{0,0473^{1,5\sqrt{0,25}}}{0,05} = 7,2;$$

скорость воды в борозде  $v = c \cdot \sqrt{R \cdot J} = 7,2\sqrt{0,0473 \cdot 0,002} = 0,07$  м/с. Полученная скорость меньше размываемой скорости для данного типа почв. Значит русло не размывается. Значение расхода подаваемого в борозду равно  $q = \omega \cdot v = 0,00114 \cdot 0,07 = 0,0008$  м<sup>3</sup>/с = 0,8 л/с = 2,88 м<sup>3</sup>/ч. С точки зрения того, что вода в почву впитывается по смоченному периметру, это значение

определяем по следующей формуле:  $\beta = b + \frac{4}{3} \lambda \cdot h\sqrt{1+m^2}$

здесь:  $\lambda = 1,5 - 2,5$  - коэффициент зависящий от капиллярных свойств ПОВЧВЫ.

$$\beta = 0,1 + \frac{4}{3} \cdot 2 \cdot 0,06 \cdot \sqrt{1 + 1,5^2} = 0,388 \text{ м.}$$

Продолжительность работы поливной борозды равно:

$$t = \left[ \frac{m_1 \cdot a}{10000 \cdot K_1 \cdot \beta} \right]^{1-\alpha}, \text{ час}$$

$$t = \left[ \frac{1000 \cdot 0,9}{10000 \cdot 0,18 \cdot 0,388} \right]^{2,5} = 1,66 \text{ час}$$

Длина борозды:

$$l_y = \frac{2,88 \cdot 1,66}{1000 \cdot 0,9} \cdot 10000 = 53 \text{ м}$$

10-задача: На тяжелых суглинках где скорость впитывания в конце 1 го часа составляет  $K_1 = 0,06$  м, с сеялкой шириной 4,2 м засеяна пшеница. Продольный уклон поверхности составляет  $i = 0,003$ , поперечный  $i = 0,0005$ . При поливной норме  $m = 800$  м<sup>3</sup>/Га определите длину чека.

Решение: Продолжительность подачи воды для каждого чека составляет:

$$t = \left[ \frac{m_1}{10000 \cdot K_1} \right]^{1-\alpha} = \left[ \frac{800}{10000 \cdot 0,06} \right]^{1-0,5} = 1,33 \text{ соат}$$

Длина чека:

$$l = \frac{q \cdot t}{m_1} \cdot 10000 = \frac{1,33 \cdot q}{800} \cdot 10000 = 16,67q \text{ м}$$

$q$  - объём воды подаваемый на 1 п.м. ширины чека за 1 час. Обычно значение  $q$  принимается в пределах  $q = 2 - 6$  л/с, и исходя из этого предела назначаем его из условия неразмываемого расхода русла.

Для тяжелых суглинков засеянных пшеницей скорость размыва почвы равна 0,15 м/сек. Если  $q = 2$  л/с, и ширина чека 1 м, примерную толщину воды принимаем 2-3 см. Тогда живое сечение  $\omega = h \cdot 1 = 0,03 \cdot 1 = 0,03 \text{ м}^2$ , смоченный периметр  $P = 1$  м, гидравлический радиус  $R = \frac{\omega}{P} = \frac{0,03}{1} = 0,03 \text{ м}$ ,

при коэффициенте шероховатости  $n = 0,05$  скоростной коэффициент по Павловскому составляет:

$$c = \frac{R^{1,5\sqrt{i}}}{n} = \frac{0,03^{1,5\sqrt{0,05}}}{0,05} = 5,2;$$

Скорость воды в чеке  $v = c\sqrt{R \cdot J} = 5,2\sqrt{0,03 \cdot 0,003} = 0,05$  м/с.

Значит при этом расходе русло не размывается (если расход воды, подаваемый на поле, увеличится, можно увеличить значение  $q$ ).

$$q = 2 \text{ л/сек} = 7,2 \text{ м}^3/\text{час}.$$

$$l = 16,67 \cdot 7,2 = 120 \text{ м}$$

11-задача: Поливная норма  $m = 1200$  м<sup>3</sup>/га, коэффициент впитывания воды в почву  $K_1 = 0,1$  м,  $\alpha = 0,5$ , коэффициент шероховатости  $n = 0,05$ , удельный расход воды подаваемый на ширину 1 п.м. составляет  $q_u = 2,5$  л/с, необходимо определить продолжительность полива и длину чека.

$$t_u = \left[ \frac{m}{10000 \cdot K_1} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} = \left[ \frac{1200}{10000 \cdot 0,1} \right]^{\frac{1}{1-0,5}} = 1,44 \text{ час}$$

$$l_u = \frac{q_u \cdot t_u}{0,0001 \text{ м}} = \frac{9 \cdot 1,44}{0,0001 \cdot 1200} = 108 \text{ м}$$

$$q_u = 3,6 \cdot q_u = 3,6 \cdot 2,5 = 9 \text{ м}^3/\text{час}$$

12-задача: Поливная норма  $m = 900$  м<sup>3</sup>/га. Скорость впитывания воды в конце первого часа составляет  $K_1 = 0,05$  м,  $\alpha = 0,5$ , ширина борозды  $v = 0,1$  м, глубина воды в борозде  $h = 0,6$  м, коэффициент откоса борозды  $m = 1,5$ , ширина междурядий  $a = 0,9$  м. Уклон поливной борозды  $i = 0,002$ , расход подаваемый в борозду  $q_b = 0,2$  л/сек. Определите продолжительность полива и длину борозды.

$$\beta = v + \frac{4}{3} \lambda \cdot h \sqrt{1 + m^2} = 0,1 + \frac{4}{3} \cdot 2 \cdot 0,06 \cdot \sqrt{1 + 1,5^2} = 0,388$$



$$t = \left[ \frac{m \cdot a}{10000 \cdot K_1 \cdot \beta} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} = \left[ \frac{900 \cdot 0,9}{10000 \cdot 0,05 \cdot 0,388} \right]^{\frac{1}{1-0,5}} = 17 \text{ час}$$

$$l = \frac{3,6 \cdot q \cdot t \cdot 10000}{m \cdot a} = \frac{3,6 \cdot 0,2 \cdot 17 \cdot 10000}{900 \cdot 0,9} = 151 \text{ м}$$

13-задача: Поливная норма  $m = 900 \text{ м}^3/\text{га}$ . Скорость впитывания воды в конце первого часа составляет  $K_1 = 0,10 \text{ м}$ ,  $\alpha = 0,5$ , ширина междурядий  $a = 0,9 \text{ м}$ . Уклон поливной борозды  $i = 0,002$ , расход подаваемый в борозду  $q_b = 0,5 \text{ л/сек}$ . Определите продолжительность полива и длину борозды.

$$\beta = \varepsilon + \frac{4}{3} \lambda \cdot h \sqrt{1+m^2} = 0,1 + \frac{4}{3} \cdot 2 \cdot 0,06 \cdot \sqrt{1+1,5^2} = 0,388$$

$$t = \left[ \frac{m \cdot a}{10000 \cdot K_1 \cdot \beta} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} = \left[ \frac{900 \cdot 0,9}{10000 \cdot 0,05 \cdot 0,388} \right]^{\frac{1}{1-0,5}} = 4,34 \text{ час}$$

$$l = \frac{3,6 \cdot q \cdot t \cdot 10000}{m \cdot a} = \frac{3,6 \cdot 0,5 \cdot 4,34 \cdot 10000}{900 \cdot 0,9} = 96 \text{ м}$$

14-задача: Поливная норма  $m = 900 \text{ м}^3/\text{га}$ . Скорость впитывания воды в конце первого часа составляет  $K_1 = 0,15 \text{ м}$ ,  $\alpha = 0,5$ , ширина междурядий  $a = 0,9 \text{ м}$ . Уклон поливной борозды  $i = 0,002$ , расход подаваемый в борозду  $q_b = 0,8 \text{ л/сек}$ . Определите продолжительность полива и длину борозды.

$$\beta = \varepsilon + \frac{4}{3} \lambda \cdot h \sqrt{1+m^2} = 0,1 + \frac{4}{3} \cdot 2 \cdot 0,06 \cdot \sqrt{1+1,5^2} = 0,388$$

$$t = \left[ \frac{m \cdot a}{10000 \cdot K_1 \cdot \beta} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} = \left[ \frac{900 \cdot 0,9}{10000 \cdot 0,15 \cdot 0,388} \right]^{\frac{1}{1-0,5}} = 1,93 \text{ час}$$

$$l = \frac{3,6 \cdot q \cdot t \cdot 10000}{m \cdot a} = \frac{3,6 \cdot 0,8 \cdot 1,93 \cdot 10000}{900 \cdot 0,9} = 68 \text{ м}$$

## 6.5. Расчёт полива дождеванием.

Орошение дождеванием

Рассматривается полив газонов и садов с помощью дефлекторных насадок, расположенных на поливных трубопроводах. Радиус действия насадок определяется по формуле:

$$R = \frac{H}{0,43 + 0,0014 \cdot \left(\frac{H}{d}\right)}, \text{ м}$$

где:  $H$  – напор для насадки;  $H = 10$  м

$d$  – диаметр выходного отверстия  $d = 0,8$  мм;

$$R = \frac{10}{0,43 + 0,0014 \cdot \left(\frac{10}{0,008}\right)} = 4,58 \text{ м}$$

Шаг насадок составляет

$$G = R \cdot \sqrt{\pi} = 4,58 \cdot \sqrt{3,14} = 8,1 \text{ м}$$

Таким образом, расстояние между поливными трубопроводами принимаем 8 м, расстояние между насадками на поливном трубопроводе – 8 м. Конструкция насадки показана на рис. 6.5.1.

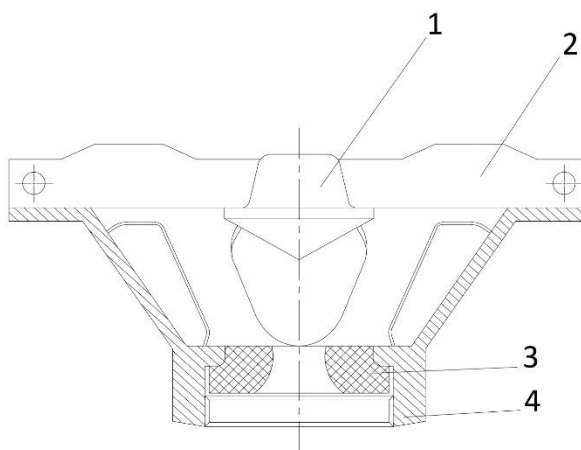


Рис 6.5.1. Короткоструйная дефлекторная насадка:

1 – дефлектор; 2 – планка; 3 – сменное сопло; 4 – корпус.

Оросительная сеть представлена закрытыми трубопроводами из стальных водопроводных труб. Магистральный, распределительные и участковые трубопроводы укладываются на глубину 0,7 м. поливные трубопроводы проходят по поверхности земли. К распределительному трубопроводу РТ – 1

подвешено 16 участковых распределителей, из них одновременно работает один участковый, так как расходы участковых распределителей получаются значительные. Трубопровод УТ – 1 – 6 работает в 5 тактов, а УТ – 1 – 7 – 1, УТ – 1 – 10 и УТ – 1 – 15 – в 2 такта.

Стационарное дождевание с помощью дефлекторных насадок проще в эксплуатации по сравнению с капельным орошением, не требует такой очистки воды, имеет меньшую протяженность поливных трубопроводов и лучше смотрится в эстетическом плане.

Расход насадки принят в соответствии с её технической характеристикой  $Q_{\text{нас}} = 0,5$  л/с.

Результаты расчётов по протяженности и расходом поливных и участковых распределителей, подвешенных к РТ – 1 приводятся в таблице 6.5.1.

Суммарная протяженность поливных трубопроводов подсчитывалась с учётом их шага 8 м и конфигурации участка озеленения. Количество насадок при длине поливного трубопровода 12 м составляет – две, при длине 20 м – 3 насадки.

Потери напора по длине поливного и участкового распределителей рассчитывались по формуле, учитывающей непрерывную раздачу воды:

$$h_e = \frac{(0,58 \cdot Q)^2}{K^2} \cdot l, \text{ м}$$

где:  $0,58 \cdot Q$  – расчётный расход трубопровода при непрерывной раздаче воды;

$K$  – расходная характеристика;

$l$  – длина трубопровода.

Результаты расчётов приводятся в таблице 6.5.2.

Максимальный расчёт и длина поливного трубопровода составляет  $Q_{\text{пт}} = 1,5$  л/с;  $l_{\text{пт}} = 20$  м. Принимаем диаметр  $d = 32$  мм;  $\omega = 0,0008$  м<sup>2</sup>;  $K = 0,0027$  м<sup>3</sup>/с;  $Q_{\text{пт}}^p = 0,58 \cdot 1,5 = 0,87$  л/с;  $h_e = 2,0$  м.

Таблица 6.5.1. Расчётные расходы и протяженность участковых и поливных трубопроводов, подвешенных к РТ – 1  
(вариант дождевания)

Наименование участковых распределителей	ПК на РТ – 1 в голове участкового распределителя	Длина участковых распределителей	Поливные трубопроводы				Количество насадок	Суммарный расход л/с	Количество тактов на участковом распределителе	Расход “ нетто” участковых распределителей л/с
			Суммарная протяженность	Количество	Максимальная длина, м	Максимальный расход				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
УТ – 1 – 1	ПК 0 +36	75	160	8	20	1,5	24	12	1 такт	12
УТ – 1 – 2	ПК 0 +36	185	152	12	20	1,5	23	11,5	1 такт	11,5
УТ – 1 – 3	ПК 1 + 10	60	48	8	12	1,0	10	5	1 такт	5
УТ – 1 – 4	ПК 1 + 64	60	68	5	20	1,5	11	5,5	1 такт	5,5
УТ – 1 – 5	ПК 1 + 64	147	148	11	20	1,5	24	12	1 такт	12
УТ – 1 – 6	ПК 2 + 65	138	596	31	20	1,5	90	45	5 тактов	9
УТ – 1 – 7 – 1	ПК 3 + 20	105	208	16	20	1,5	34	17	2 такта	8,5
УТ – 1 – 7 – 2	ПК 3 + 20	24	64	6	12	1,0	11	5,5	1 такт	5,5
УТ – 1 – 7 – 3	ПК 3 + 20	45	32	2	20	1,5	5	2,5	1 такт	2,5

УТ – 1 – 8	ПК 3 + 85	110	140	9	20	1,5	22	11	1 такт	11
УТ – 1 – 9	ПК 4 + 5	93	108	9	12	1,0	18	9	1 такт	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
УТ – 1 – 10	ПК 4 + 40	160	224	18	20	1,5	37	18,5	2 такта	9,25
УТ – 1 – 11	ПК 4 + 93	125	132	9	20	1,5	21	10,5	1 такт	10,5
УТ – 1 – 12	ПК 5 + 12	115	172	9	20	1,5	25	13	1 такт	13
УТ – 1 – 13	ПК 5 + 65	115	172	9	20	1,5	25	13	1 такт	13
УТ – 1 – 14	ПК 5 + 92	40	84	7	12	1	14	7	1 такт	7
УТ – 1 – 15	ПК 6 + 45	48	240	12	20	1,5	35	18	2 такта	9
УТ – 1 – 16	ПК 6 + 45	56	160	8	20	1,5	24	12	1 такт	18

Таблица 6.5.2. Расчётные расходы и потери напора по участковым распределителям, подвешенных к РТ – 1 (вариант дождевания)

Наименование участковых распределителей	Длина, м	Расходы, л/с			$d$ , м	$\omega$ , м <sup>2</sup>	$C$	$K$ , м <sup>3</sup> /с	$h_e$
		$Q_{У.Т.}^{нетто}$ , л/с	$Q_{У.Т.}^{бр.}$ , л/с	$Q_{У.Т.}^{расч.}$ , л/с					
УТ – 1 – 1	75	12	12,2	7,1	0,08	0,005	43,2	0,0305	4,1
УТ – 1 – 2	185	11,5	11,7	6,8	0,08	0,005	43,2	0,0305	9,2
УТ – 1 – 3	60	5	5,1	3,0	0,08	0,005	43,2	0,0305	0,6

УТ – 1 – 4	60	5,6	5,6	3,2	0,08	0,005	43,2	0,0305	0,7
УТ – 1 – 5	147	12	12,2	7,1	0,08	0,005	43,2	0,0305	8
УТ – 1 – 6	138	9	9,2	5,3	0,08	0,005	43,2	0,0305	4,2
УТ – 1 – 7 – 1	105	8,5	8,7	5,0	0,08	0,005	43,2	0,0305	2,8
УТ – 1 – 7 – 2	24	5,5	5,6	3,2	0,08	0,005	43,2	0,0305	0,3
УТ – 1 – 7 – 3	45	2,5	2,6	1,5	0,08	0,005	43,2	0,0305	0,1
УТ – 1 – 8	110	11	11,2	6,5	0,08	0,005	43,2	0,0305	5,0
УТ – 1 – 9	93	9	9,2	5,3	0,08	0,005	43,2	0,0305	2,8
УТ – 1 – 10	160	9,25	9,4	5,5	0,08	0,005	43,2	0,0305	5,2
УТ – 1 – 11	125	10,5	10,7	6,2	0,08	0,005	43,2	0,0305	5,2
УТ – 1 – 12	115	13	13,3	7,7	0,08	0,005	43,2	0,0305	7,3
УТ – 1 – 13	115	13	13,3	7,7	0,08	0,005	43,2	0,0305	7,3
УТ – 1 – 14	40	7	7,1	4,1	0,08	0,005	43,2	0,0305	0,7
УТ – 1 – 15	48	9	9,2	5,3	0,08	0,005	43,2	0,0305	1,4
УТ – 1 – 16	56	12	12,2	7,1	0,08	0,005	43,2	0,0305	3,0

Примечание: Участковые распределители УТ – 1 – 3 и УТ – 1 – 5, а также УТ – 1 – 7 – 2 и УТ – 1 – 7 – 3 работает одновременно

При длине поливного трубопровода 12 м и расхода 1 л/с, принимаем диаметр  $d = 0,025$  м,  $\omega = 0,00049$  м<sup>2</sup>,  $C = 35,5$ ,  $K = 0,00138$  м<sup>3</sup>/с,  $Q_{пт}^p = 0,58 \cdot 1 = 0,58$  л/с,  $h_e = 2,1$  м.

Таким образом, максимальные потери напора по поливному трубопроводу составляют 2,1 м, а по участковому (см. табл. 6.5.2.) – 9,2 м.

К распределительному трубопроводу РТ – 1 подвешено 16 участковых из которых одновременно работает один. Просчитываем потери напора до конца РТ – 1 длиной 645 м и расходом забираемым в УТ – 1 – 16  $Q_{рт}^{6p} = 12,4$  л/с по таблицам Шевелева Ф.А.  $1000 i = 14$  при  $d = 0,125$  м  $h_e = \frac{14}{1000} \cdot 645 = 9$  м.

Второй случай: максимальный расход в УТ – 1 – 13 составляет  $Q_{рт}^{6p} = 13,6$  л/с, длина РТ – 1 до этого распределителя  $l = 565$  м при  $d = 0,125$  м  $1000 i = 16,4$   $h_e = \frac{16,4}{1000} \cdot 565 = 9,3$  м т.е. максимальные потери напора по РТ – 1 составляет 9,3 м. Необходимый напор в голове РТ – 1 складывается:

$h_{св} = 10$  м – свободный напор для дефлекторной насадки;

$h_{пт} = 2,1$  м;  $h_{ут} = 9,2$  м;  $h_{рт} = 9,3$  м;

$h_r$  – разница в геодезических отметках земли в начале и конце трубопровода РТ – 1;  $h_r = 2$  м.

$$H_{рт-1} = 10 + (2,1 + 9,2 + 9,3) \cdot 1,05 - 2 = 29,6 \text{ м}$$

Распределительный трубопровод РТ – 2 подает воду в 19 участковых распределителей. Трубопроводы с УТ – 2 – 1 по УТ – 2 – 4 и с УТ – 2 – 5 по УТ – 2 – 6 работают одновременно, в остальные – вода поступает по очереди (работает один участковый). Распределители УТ – 2 – 10 и УТ – 2 – 17 работают в 2 такта, а УТ – 2 – 15 – в три такта. Одновременно работающее на них поливные трубопроводы подчинены к соединительному трубопроводу с задвижкой. Сведения по расчетным расходам участковых и поливных трубопроводов и их протяженности приводив в таблице 6.5.3.

Потери напора по поливному и участковым распределителям определяем по формуле, учитывающей непрерывную раздачу воды.

Диаметр поливных трубопроводов с расходом составляет  $Q_{пт} = 2,5 \text{ л/с} - 2 \text{ л/с}$  и  $1,5 \text{ л/с}$  принимаем  $d = 0,04 \text{ м}$ ;  $\omega = 0,00125 \text{ м}^2$ ;  $C = 38,8$ ;  $K = 0,00485 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $Q_{пт}^p = 1,45 \text{ л/с}$ ;  $h_e = 3,2 \text{ м}$ .

Диаметр поливных трубопроводов с расходом  $1,0 \text{ л/с}$  принимаем  $d = 0,025 \text{ м}$ , потери по длине при этом составляет  $2,1 \text{ м}$ .

Из таблицы 6.5.4 максимальные потери напора по участковым распределителям будут для наибольшего расхода  $12,2 \text{ л/с}$  (УТ – 2 – 18) по длине  $988 \text{ м}$ . При диаметре  $150 \text{ мм}$  и расходе  $Q_{рТ-2}^{бр} = \frac{Q_{ут}^{бр}}{\eta} = \frac{12,2}{0,98} = 12,4 \text{ л/с}$

По таблицам Шевелева Ф.А.  $1000 i = 5,28$ ;  $h_e = \frac{5,28}{1000} \cdot 988 = 5,7 \text{ м}$

Необходимый напор в голове РТ – 2 составляет:

$$H_{рТ-2} = h_c + (h_{пт} + h_{ут} + h_{рТ}) \cdot 1,05 + h_r, \text{ м}$$

$h_c = 10 \text{ м}$  (напор на дождевальную насадке);  $h_{пт} = 3,2 \text{ м}$ ;  $h_{ут} = 6,3 \text{ м}$ ;  $h_{рТ} = 5,7 \text{ м}$  – разность в геодезических отметках в конце и начале трубопровода составляет  $h_r = 9 \text{ м}$  (обратный уклон).

$$H_{рТ-2} = 10 + (3,2 + 6,3 + 5,7) \cdot 1,05 + 9 = 34,4 \text{ м}$$

Распределительный трубопровод РТ – 3, подводящий воду в эксплуатационный поселок, имеет расход  $12,5 \text{ л/с}$ ; диаметр трубопровода  $d = 0,125 \text{ м}$ ; длина  $920 \text{ м}$ ; по таблицам Шевелева Ф.А.  $1000 i = 14$ ;  $h_e = \frac{14}{1000} \cdot 920 = 12,9 \text{ м}$

Потери напора по магистральному трубопроводу при поочередной работе распределителей РТ – 1, РТ – 2 и РТ – 3 с расходом  $Q_{мТ} = 13,6 \text{ л/с}$ ; диаметром  $d = 0,150 \text{ м}$  и длиной  $634 \text{ м}$  и составляют  $1000 i = 6,69$   $h_e = \frac{6,69}{1000} \cdot 634 = 4,2 \text{ м}$ .

Требуемый напор в голове магистрального трубопровода будет

$$H_{мТ} = H_{рТ}^{max} + h_e^{мТ} - h_r = 34,4 + 4,2 - 3 = 35,6 \text{ м}$$

$$h_r = 803 - 800 = 3 \text{ м}$$



Замеренный напор в голове магистрального трубопровода составляет 40 м, т.е. он является достаточным для данной закрытой оросительной системы с использованием дождевания.

Таблица 6.5.3. Расчётные расходы и протяженность участковых и поливных трубопроводов, подвешенных к РТ – 2  
(вариант дождевания)

Наименование участковых распределителей	ПК на РТ – 2 в голове участкового распределителя	Длина	Поливные трубопроводы				Количество насадок	Суммарный расход л/с	Количество тактов на участковом распределителе	Расход “ нетто” участковых распределителей л/с
			Суммарная протяженность	Количество	Максимальная длина, м	Максимальный расход				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
УТ – 2 – 1	ПК 0 + 5	5	28	1	28	2	4	2,0	} Работают одновременно	2
УТ – 2 – 2	ПК 0 + 40	5	28	1	28	2	4	2,0		2
УТ – 2 – 3	ПК 0 + 75	5	28	1	28	2	4	2,0		2
УТ – 2 – 4	ПК 1 + 10	5	28	1	28	2	4	2,0		2
УТ – 2 – 5	ПК 1 + 45	5	28	1	28	2	4	2,0		2
УТ – 2 – 6	ПК 1 + 80	5	28	1	28	2	4	2,0		2
УТ – 2 – 7	ПК 2 + 15	5	28	1	28	2	4	2,0		2

УТ-2-8	ПК 2 + 50	5	28	1	28	2	4	2,0	1	2
УТ-2-9	ПК 3 + 38	50	120	6	36	2,5	18	9	2	9
УТ-2-10	ПК 3 + 66	90	256	12	28	2	38	19	1	9,5
УТ-2-11	ПК 4 + 62	64	96	8	12	1	16	8		8
УТ-2-12	ПК 5 + 28	64	96	8	12	1	16	8	1	8
УТ-2-13	ПК 5 + 90	96	96	8	12	1	16	8	1	8
УТ-2-14	ПК 6	104	200	8	28	2	23	11,5	1	11,5
УТ-2-15	ПК 7	208	360	16	28	2	54	27	3	9
УТ-2-16	ПК 7 + 82	56	212	9	28	2	25	12,5	1	12,5
УТ-2-17	ПК 9 + 52	95	224	8	28	2	32	16	2	8
УТ-2-18	ПК 9 + 88	80	156	9	20	1,5	24	12	1	12
УТ-2-19	ПК 10 + 14	40	108	5	28	2	15	8	1	8

Таблица 6.5.4. Расчётные расходы и потери напора по участковым распределителям подвешенным к РТ – 2 (вариант дождевания)

Наименование участковых распределителей	Длина, м	Расходы, л/с			$d$ , м	$C$	$\omega$ , м <sup>2</sup>	$K$ , м <sup>3</sup> /с	$h_e$
		$Q_{\text{У.Т.}}^{\text{нетто}}$ , л/с	$Q_{\text{У.Т.}}^{\text{бр.}}$ , л/с	$Q_{\text{У.Т.}}^{\text{расч.}}$ , л/с					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
УТ – 2 – 1	5	2	2,04		0,032	1000 $i = 404$			
УТ – 2 – 2	5	2	2,04			1000 $i = 404$			
УТ – 2 – 3	5	2	2,04			1000 $i = 404$			
УТ – 2 – 4	5	2	2,04			1000 $i = 404$			
УТ – 2 – 5	5	2	2,04			1000 $i = 404$			
УТ – 2 – 6	5	2	2,04			1000 $i = 404$			
УТ – 2 – 7	5	2	2,04			1000 $i = 404$			
УТ – 2 – 8	5	2	2,04			1000 $i = 404$			
УТ – 2 – 9	50	9	9,2	5,3	0,08	43,2	0,005	0,0305	1,5
УТ – 2 – 10	90	9,5	9,7	5,6	0,08	43,2	0,005	0,0305	3,0
УТ – 2 – 11	64	8	8,2	4,8	0,08	43,2	0,005	0,0305	1,6
УТ – 2 – 12	64	8	8,2	4,8	0,08	43,2	0,005	0,0305	1,6
УТ – 2 – 13	96	8	8,2	4,8	0,08	43,2	0,005	0,0305	2,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
YT – 2 – 14	104	11,5	11,7	6,8	0,08	43,2	0,005	0,0305	5,2
YT – 2 – 15	208	9	9,2	5,3	0,08	43,2	0,005	0,0305	6,3
YT – 2 – 16	56	12,5	12,8	7,4	0,08	43,2	0,005	0,0305	3,3
YT – 2 – 17	95	8	8,2	4,8	0,08	43,2	0,005	0,0305	2,4
YT – 2 – 18	80	12	12,2	7,1	0,08	43,2	0,005	0,0305	4,3
YT – 2 – 19	40	8	8,2	4,8	0,08	43,2	0,005	0,0305	1

15-задача: Почву, со способностью впитывания за один час слоя воды равный  $K_1 = 6$  см, планировалось поливать 3 часа дождеванием. Определите интенсивность полива дождеванием, чтобы не образовалась лужа на поверхности почвы.

Решение: За время  $t$  скорость впитывания воды определяется по формуле  $h_0 = K_1 \cdot t^{1-\alpha}$ , см

здесь  $K_1 = 6$  см,  $\alpha = 0,5$

$$h_1 = K_1 \cdot t^{1-0,5} = 6 \cdot 1^{0,5} = 6 \text{ см}$$

$$h_2 = 6 \cdot 2^{0,5} = 6 \cdot 1,414 = 8,48 \text{ см}$$

$$h_3 = 6 \cdot 3^{0,5} = 6 \cdot 1,732 = 10,39 \text{ см}$$

$$h_4 = 6 \cdot 4^{0,5} = 6 \cdot 2 = 12 \text{ см}$$

Значит имеем толщину впитывания за 1 час 6 см, за 2 часа  $8,48 - 6 = 2,48$  см, за 3 часа  $10,39 - 8,48 = 1,91$  см, за 4 часа  $12 - 10,39 = 1,61$  см.

Скорость впитывание каждые пол часа (0.5, 1.5, 2.5, 3.5) изображаем на графике:

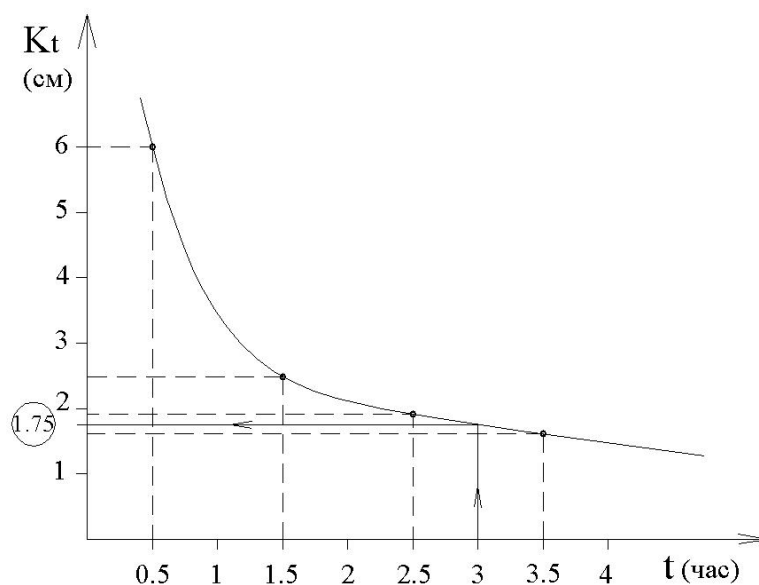


Рис. 6.5.2.

Из графика принимаем среднюю скорость впитывания за 3 часа равной  $K_3 = 1.75 \text{ см/сек} \approx 0.29 \text{ мм/мин}$ .

Если принять интенсивность искусственного дождевания в течении 3 часов  $P = 0.29 \text{ мм/мин}$ , то лужи, за это время, на поверхности не образуется (Приложения табл. №6).

16-задача: Дан уклон в пределах  $i = 0 - 0,05$ . Орошаемая площадь занята люцерной, где верхний слой почвы состоит из легкого а нижний тяжелого суглинков, поливная норма составляет  $m = 600 \text{ м}^3/\text{га}$ , если интенсивность дождя дождевальной машины при первой позиции составляет 1,1 мм/мин, а при второй позиции составляет 0,27 мм/мин. Определите время полива дождеванием.

$$\text{Время полива для первой позиции: } t = \frac{m_0}{P} = \frac{60}{1,1} = 54,54 \text{ мин}$$

$$\text{для второй позиции: } t = \frac{m_0}{P} = \frac{60}{0,27} = 222,22 \text{ мин}$$

17-задача: На легких суглинистых почвах, уклон поверхности которых составляет 0,0008, дождевальная машина ДДА-100МА орошает растительные культуры с оросительной нормой  $m = 600 \text{ м}^3/\text{га}$ .

Определите время полива и поливной такт при поливной норме "m", не образующей сток.

Решение: Допустимую скорость впитывания принимаем по таблице (Приложения табл. №6) равной  $V = 0,74 \text{ мм/мин}$ . При различных значениях

$L_{cm}$ , интенсивность дождевания определяем по формуле:  $P = \frac{60 \cdot Q_0}{\omega_0} \text{ мм/мин}$ .

Здесь:  $\omega_0 = B \cdot L_{cm}$ ,  $\text{м}^2$  площадь захвата дождём дождевальной машины (для ДДА-10МА  $B = 120\text{м}$ ).

$Q_0$  - Расход дождевальной машины, л/с (для ДДА-10МА  $Q_0 = 130 \text{ л/с}$ )

Если  $L_{cm} = 18 \text{ м}$   $P = 3,61 \text{ мм/мин}$

Если  $L_{cm} = 54 \text{ м}$   $P = 1,2 \text{ мм/мин}$

Если  $L_{cm} = 120$  м  $P = 0,54$  мм/мин

Если  $L_{cm} = 180$  м  $P = 0,36$  мм/мин

Из условия ( $V > P$ ) применения полива дождеванием принимаем значение  $0,74 > 0,54$  мм/мин. Исходя из этого принимаем  $L_{cm} = 120$ .

Продолжительность полива длины  $L_{cm} = 120$  м

$$\text{Составляет: } t = \frac{60 \cdot L_{cm}}{1000 \cdot V} = \frac{60 \cdot 120}{1000 \cdot 0,6} = 12 \text{ мин}$$

Продолжительность подачи поливной нормы " $m$ " составляет:

$$t = \frac{1000 \cdot m \cdot \omega_0}{60 \cdot 10000 \cdot Q_0} = \frac{1000 \cdot 600 \cdot (120 \cdot 120)}{60 \cdot 10000 \cdot 130} = 110 \text{ мин}$$

$$\text{Поливной такт: } n = \frac{110}{12} \approx 9 \text{ раз}$$

18-задача: На суглинистых почвах с уклоном 0.003 создается молодой сад. Поэтому планируется проектирование дождевальных насадок с водозабором из постоянных скважин. Выберите дождевальную насадку и назначьте её продолжительность для подачи поливной нормы  $m = 300$  м<sup>3</sup>/га.

Решение: Для суглинистых почв уклон которых составляет  $i = 0,003$  среднюю скорость впитывания принимаем по таблице (Приложения табл. №6)  $V = 0,85$  мм/мин.

Исходя из условия  $V > P$  принимаем дождевальные насадки. Здесь важен момент при каком напоре и радиусе дождевания они будут работать.

Дождевальная насадка серии 861R (микроскринклер):

Напор  $P = (1,5-2,5)$  атм

Расход воды:  $Q = (60-160)$  л/час =  $(0,017-0,044)$  л/сек

Радиус дождевания:  $R = (4-7)$  м, для ( $Q = 0,03$  сек;  $R = 5$  м):

$$P = \frac{60 \cdot Q}{F} = \frac{60 \cdot 0,03}{78,5} = 0,023 \text{ мм/мин}$$

$$F = \pi \cdot R^2 = 3,14 \cdot 5^2 = 78,5 \text{ м}^2$$



$$t = \frac{m_0}{P} = \frac{30}{0,023} = 1300 \text{ мин} = 21,8 \text{ час} \approx 0,9 \text{ дней}$$

Дождевальная насадка Бабочка:

Напор:  $P=1$  атм

Расход воды:  $Q = 11,8$  л/мин = 0,2 л/сек

Радиус подачи воды:  $R = 6$  м

$$P = \frac{60 \cdot Q}{F} = \frac{60 \cdot 0,2}{113} = 0,1 \text{ мм/мин}$$

$$F = \pi \cdot R^2 = 3,14 \cdot 6^2 = 113 \text{ м}^2$$

$$t = \frac{m_0}{P} = \frac{30}{0,1} = 300 \text{ мин} = 5 \text{ час} \approx 0,2 \text{ дн.}$$

При создании искусственного давления подходит второй случай, а именно дождевальная насадка Бабочка, при естественном давлении - дождевальная насадка серии 861 · R.

19-задача: На суглинистых почвах, где верхний слой легкий суглинок а нижний тяжёлый, с уклоном поверхности  $i = 0,002$  орошаются растительные культуры с передвижным дождевальным агрегатом ДКШ-64 “Волжанка”. Если оросительная норма данной машины составляет  $m = 500$  м<sup>3</sup>/га, определите время полива при передвижении с 1-го участка на 2-ой.

Решение: Из таблицы (Приложения табл. №6) принимаем для данного случая среднюю скорость впитывания почв равную  $V = 0,53$  мм/мин. Интенсивность дождевания ДКШ-64 равняется  $P = 0,27$  мм/мин.

Можно принимать дождевальный полив. Чтобы подавать поливную норму в  $m = 500$  м<sup>3</sup>/га нужно определить время, которое определяется по формуле:

$$t = \frac{m_0}{P} = \frac{50}{0,27} = 185 \text{ мин} = 3 \text{ час.}$$

Значит дождевальная машина должна передвигаться с одного места на другое каждые 3 часа.

## 6.6. Расчёт внутрипочвенного орошения.

20-задача: На среднесуглинистых почвах с уклоном  $i = 0,008$  запланировано внутрипочвенное орошение культур сплошного сева.

Решение: Увлажнитель и его элементы принимаем из [3] таблицы 3.16

Для полиэтиленовых увлажнителей:

Расстояние между увлажнителями-1,2м;

Глубина укладки увлажнителей-0,5м;

Относительный расход увлажнителей-  $q = 0,1$  л/с на 1 п.м;

Длина увлажнителей-100м;

Напор необходимый для увлажнителей-0,4м.

Если принимать модульный участок размером 100х150 м, расход 1 го увлажнителя  $Q_y = 0,1$  л/с.

Расход воды оросительной сети подоваемый в увлажнитель:

$$Q_{yB} = n \cdot Q_y = 125 \cdot 0,1 = 12,5 \text{ л/с. } n = \frac{150}{1,2} = 125$$

Если 1 распределительный трубопровод подает воду не менее 2м увлажнителям то,

$$Q_{PT} = n \cdot Q_{yB} = 2 \cdot 12,5 = 25 \text{ л/с}$$

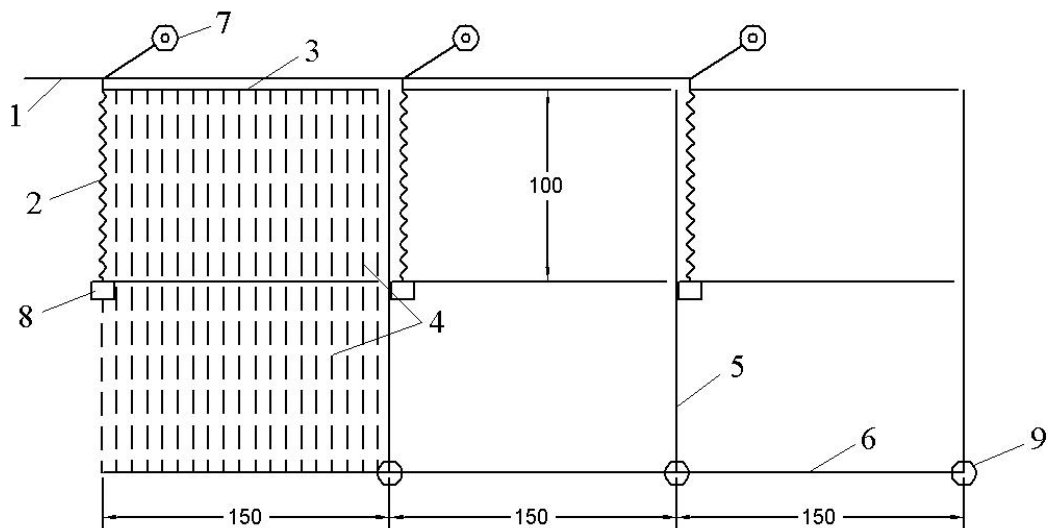


Рис. 6.6.1. 1–водосточник; 2–распределительный трубопровод; 3–распределитель в увлажнитель; 4–увлажнитель; 5,6–сбросные системы; 7–

переключатели воды; 8–прегораживающие сооружения; 9–прегораживающий колодец.

### 6.7. Расчёт капельного орошения.

21-задача: На супесчаных почвах запланировано капельное орошение виноградника с расстоянием 3х2. Выберите вид капельниц.

Решение: Так как междурядье виноградника  $A_{d2} = 3$  м, расстояние между саженцами винограда 2 м, расстояние капельницы на каждом ряду принимаем  $B_{d2} = 1$  м. По рекомендациям таблицы № 4 по вышеприведенным значениям принимаем капельницу с расходом  $q_{d2} = 2$  л/с час.

Таблица 6.7.1. Рекомендуемые значения  $B_{d2}$  и  $A_{d2}$

Механический состав почвы	Значения $A_{d2}$					Обозначения
	0,5/1	1/2	2/4	4/6	6/8	
Тяжелый	0,5	1	1,25	1,25	1,5	$B_{d2}$ , метр
	2	4	4	4	4/8	$q_{d2}$ , л/час
Средний	0,4	1	1	1	1	$B_{d2}$ , метр
	2	2	4	4	4/8	$q_{d2}$ , л/ час
Легкий	0,3	0,6	0,8	1	1	$B_{d2}$ , метр
	2	2	2	4	4	$q_{d2}$ , л/ час
Рекомендуемые культуры: хлопчатник, пшеница, виноград						

По данным взятых из интернета принимаем капельницу VERED-2,1.

Поливной трубопровод:

наружный диаметр – 17 мм;

внутренний диаметр – 14,6 мм;

расход воды – 2,1 л/час;

рабочий напор – (5-40) м.

22-задача: По условиям 21-задачи на площади в 50 га запроектированы системы капельного орошения виноградника. Определите максимальную суточную потребность капельниц для 4 мм (поливной период, рабочий такт, расход модульного участка).

Решение: Интенсивность полива при капельном орошении определяется по формуле:

$$P = \frac{q}{A \cdot B} = \frac{2,1}{3 \cdot 1} = 0,0007 \text{ м/мин} \approx 0,7 \text{ мм/час}$$

Модульный участок принимаем 4 по 12,5 га каждый. Исходя из условия что полив осуществляется 1 раз через каждые 2 дня:

$$M = T \cdot E_{MAX} = 2 \cdot 4 = 8 \text{ мм} \approx 80 \text{ м}^3/\text{га}$$

$$\text{Продолжительность 1-го полива: } t_{пол} = \frac{M_{max}}{P} = \frac{8}{0,7} \approx 11,43 \text{ час}$$

$$\text{Количество поливных тактов: } n = \frac{T \cdot 24}{t} = \frac{2 \cdot 24}{11,43} = 4 \text{ такта}$$

Планируем, что каждый модульный участок в каждые 2 дня поливается максимально 1 раз по 12 часов. Максимальный расход подаваемый на модульный участок равен:  $Q_m = \omega_{м.у.} \cdot P = 12,5 \cdot 0,7 = 78 \text{ м}^3/\text{час}$ .

## **6.8. Планировка орошаемых земель.**

23-задача: Проведите планировочные работы орошаемых земель по горизонтальной плоскости приведённых на рисунке 6.8.1.

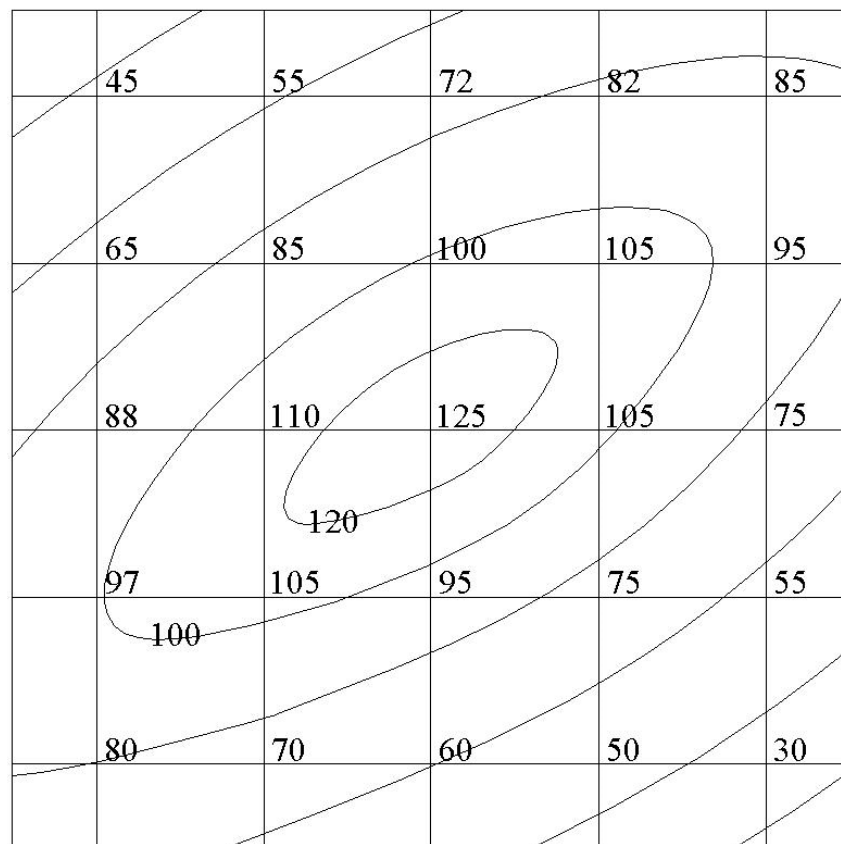
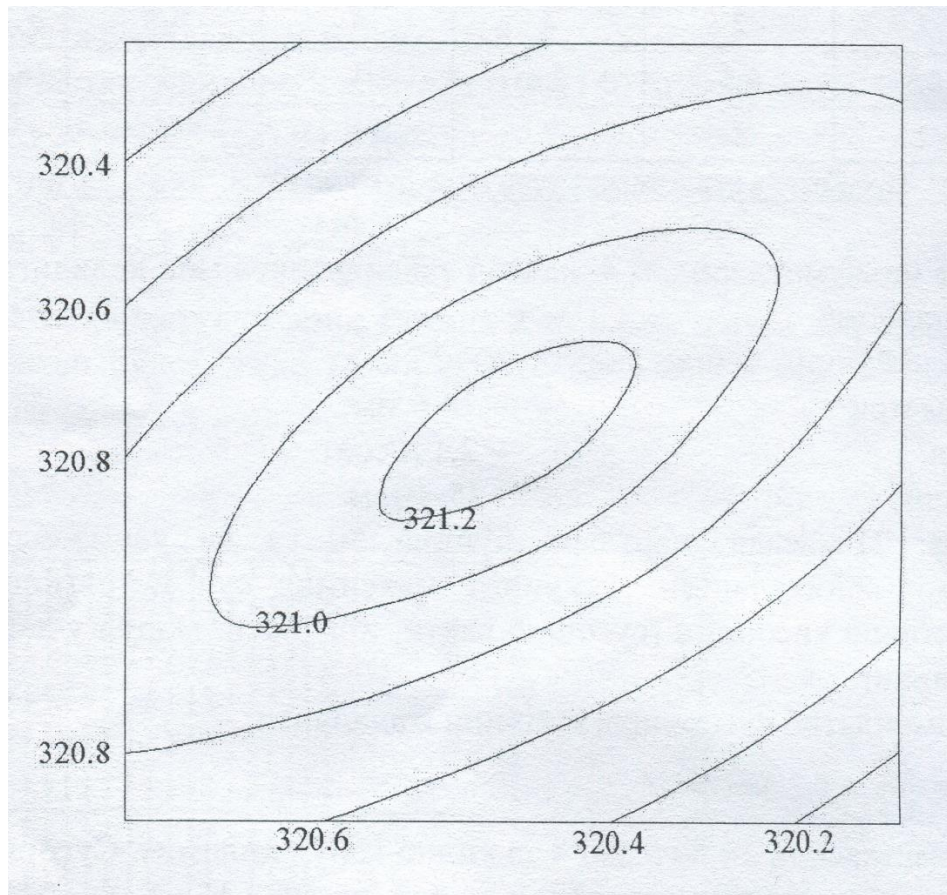


Рис. 6.8.1. Чертёж для планировки под горизонтальную плоскость.

Решение: Площадь приведённую на чертеже разделим на квадраты размером 20х20м и определим центр квадратов. Используя горизонтальные линии методом интерполяции определим отметки центра квадратов.

Отметку проектной горизонтальной плоскости чека находят по формуле:

$$R = \frac{\sum H_n}{n} \text{ (с точностью в } 0,1),$$

где:  $\sum H_n$  -сумма отметок всех центров квадратов (точек) на данном чеке;  
 $n$ -число квадратов (точек) на чеке.

Отметку  $R$  вычисляют с точностью до десятых долей сантиметра, а проектную отметку получают округлением до сантиметра. По отметке проектной горизонтальной плоскости  $R$  и отметкам поверхности в центре каждого квадрата вычисляют рабочие отметки, т.е. определяют величину срезки или подсыпки в каждом квадрате.

Если рабочая отметка представляет собой срезку, то она имеет знак минус, и подсыпку, если имеет знак плюс.

Расчёты производим в таблице и по чертежам.

Объём срезки или подсыпки на площади элементарного квадрата подсчитывают по зависимости:  $W = h \cdot \omega_0 = 400 \cdot \sum h$ , м<sup>3</sup>

$\sum h$  - сумма значений срезки или подсыпки;

$\omega_0$  - площадь элементарного квадрата 20х20, (400 м<sup>2</sup>);

$$W_{\text{срезк}} = \sum h_{\text{ср}} \cdot 400, \text{ м}^3 \quad W_{\text{подсыпка}} = \sum h_{\text{подсып}} \cdot 400, \text{ м}^3$$

Объём землянных работ на этой площади:

$$W = \frac{W_K + W_{\text{подсыпка}}}{2}, \text{ м}^3$$

Удельный объём землянных работ:  $W_{\text{удельн}} = \frac{W}{\omega}$ , м<sup>3</sup>/Га

Средневзвешанную дальность перевозки подсчитываем по формуле:

$$l_{\text{ср}} = \frac{W_1 \cdot l_1 + W_2 \cdot l_2 + \dots + W_n \cdot l_n}{\sum W}, \text{ м}$$

В этом случае получаем поверхность без уклона (рис. 6.8.2.)

36	45	26	55	9	72	-1	82	-4	85
	81		81		81		81		81
16	65	-4	85	-19	100	-24	105	-14	95
	81		81		81		81		81
-7	88	-29	110	-44	125	-24	105	6	75
	81		81		81		81		81
-16	97	-24	105	-14	95	8	73	26	55
	81		81		81		81		81
-1	80	11	70	21	60	31	50	51	30
	81		81		81		81		81

$\Sigma H$	$H_0$	R	h, см		W, м <sup>3</sup>	
			-	+	-	+
339			5	71	20	284
450			61	16	244	64
503	80.28	81	104	6	416	24
425			54	34	216	136
290			1	114	4	456

36		26		9		-1		-4	
16		-4		-19		-24		-14	
-7		-29		-44		-24		6	
-16		-24		-14		8		26	
-1		11		21		31		51	

Рис. 6.8.2. Планировка по горизонтальной плоскости.

24-задача: Проведите планировку поливного участка под наклонную плоскость приведенную на рисунке 6.8.3.

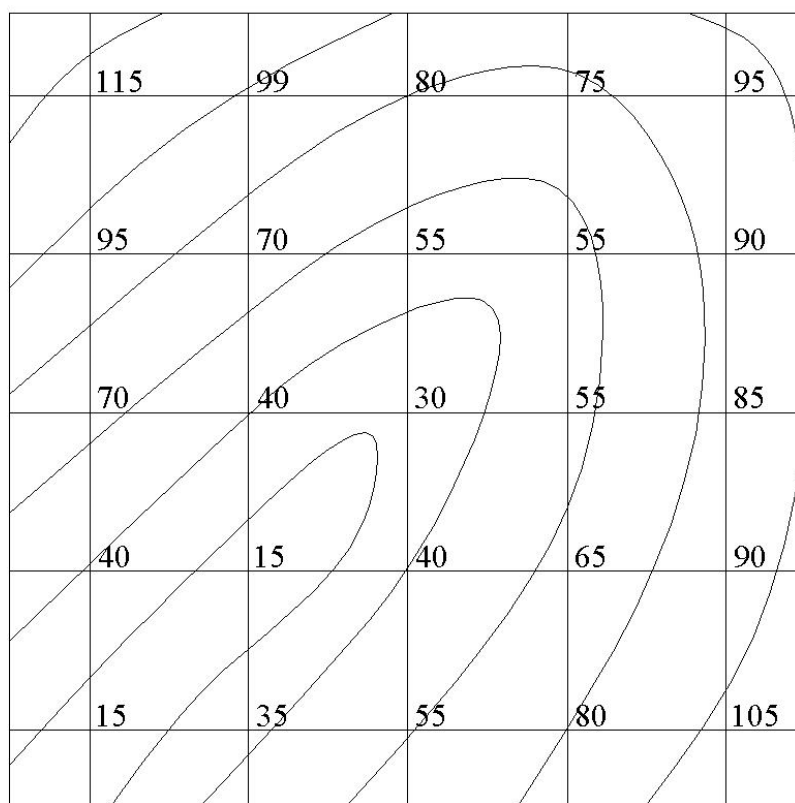
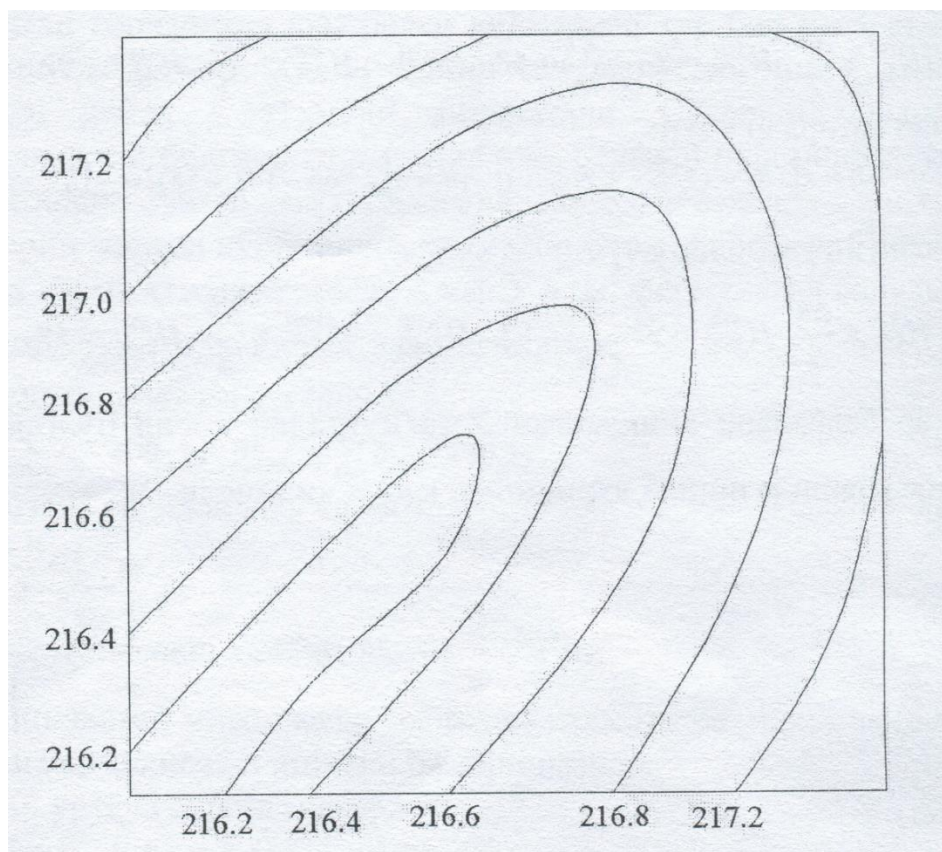


Рис. 6.8.3. Чертёж для планировки под наклонную плоскость.

Решение: Здесь так же как и в предыдущей задаче, площадь приведенную на чертеже делим на квадраты размером 20x20м. Среднюю отметку



поверхности земли вычисляют по формуле:  $H = \frac{\sum H}{n}$  с точностью до 0,1 см.

Округлив до 1 см, эту отметку принимают за проектную отметку центра проектируемой наклонной плоскости  $R_0$ .

Проектные отметки остальных центров квадратов наклонной плоскости определяют, увязывая баланс работ по срезке и подсыпке. Для этого находят средние отметки поверхности земли верхнего (левого) и нижнего (правого)

поперечников по формуле:  $H_{cp}^{en} = \frac{\sum H^{en}}{n_{ne}}$  и  $H_{cp}^{nn} = \frac{\sum H^{nn}}{n_{nn}}$

Здесь:  $\sum H^{en}$  - сумма отметок точек верхнего (или левого) поперечника;

$\sum H^{nn}$  - сумма отметок точек нижнего (или правого) поперечника.

Проектную отметку наклонной плоскости в центре верхнего (левого) и нижнего (или правого) поперечника находят из условия:

$$H_{cp}^{en} + H_{cp}^{nn} = 2R_0 \quad \text{и} \quad H_{cp}^{en} + H_{cp}^{nn} = 2R_0,$$

если эти равенства не соблюдаются, то определяют поправку:

$\Delta h = \pm [2R_0 - (H_{cp}^{en} + H_{cp}^{nn})]$  и тогда проектную отметку центра поперечников

исправляют на величину, равную  $H_{np}^{en} = H_{cp}^{en} \pm \frac{\Delta h}{2}$

Проектные отметки остальных точек находят по уклону, полученному между крайними точками.

Все расчеты сводят в специальную таблицу (рис. 6.8.4.) Схема планировки выполняется точно так же, как и при проектировании планировки под горизонтальную плоскость методом точек.

-45	115	-24	100	3	80	14	75	6	90
	70		76		83		70		96
-34	95	-3	70	19	55	25	55	-3	90
-17	61		67		74		80		87

	70	19	40	36	30	17	55	-6	85
	53		59		66		72		79
4	40	35	15	17	40	-2	65	-20	90
	44		50		57		63		70
21	15	7	35	-6	55	-25	80	-43	105
	36		42		49		55		62

$\Sigma H$	$H_{cp}$	$H_{np}$	$h, \text{cm}$		$W, \text{m}^3$	
			-	+	-	+
460	92		69	23	276	92
365	73		40	44	160	176
280	56	66	23	72	92	288
250	50		22	56	88	224
290	58		74	28	296	112

-45		-24		3		14		6	
-34		-3		19		25		-3	
-17		19		36		17		-6	
4		35		17		-2		-20	
21		7		-6		-25		-43	

Рис. 6.8.4. Планировка под наклонную плоскость.

25-задача: Проводите планировку поливного участка под топографическую поверхность приведённую на рисунке 6.8.5.

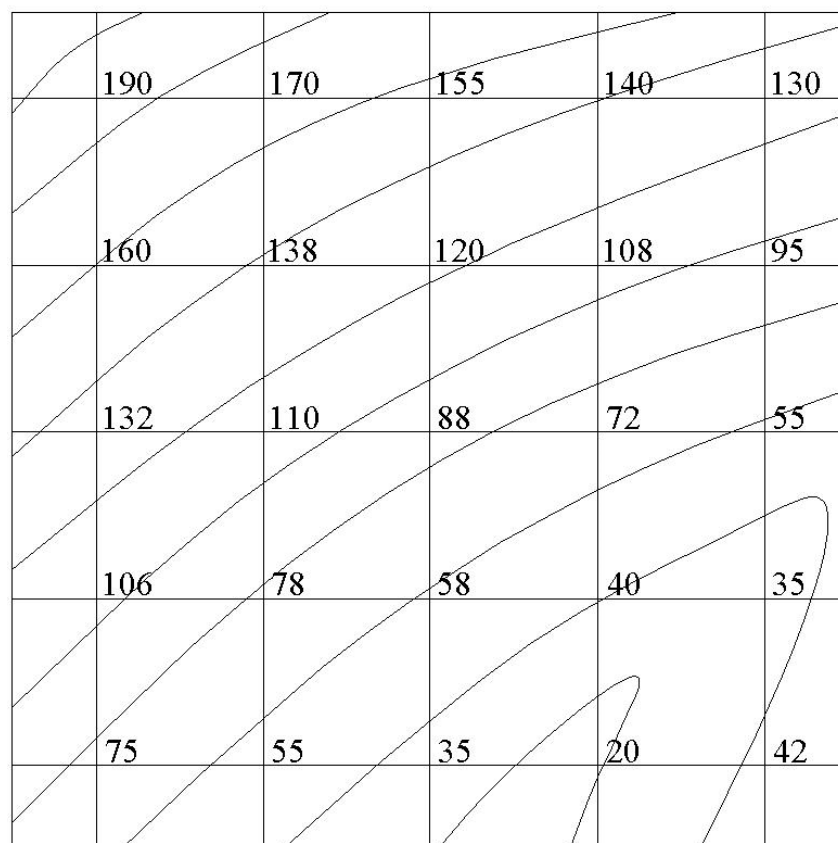
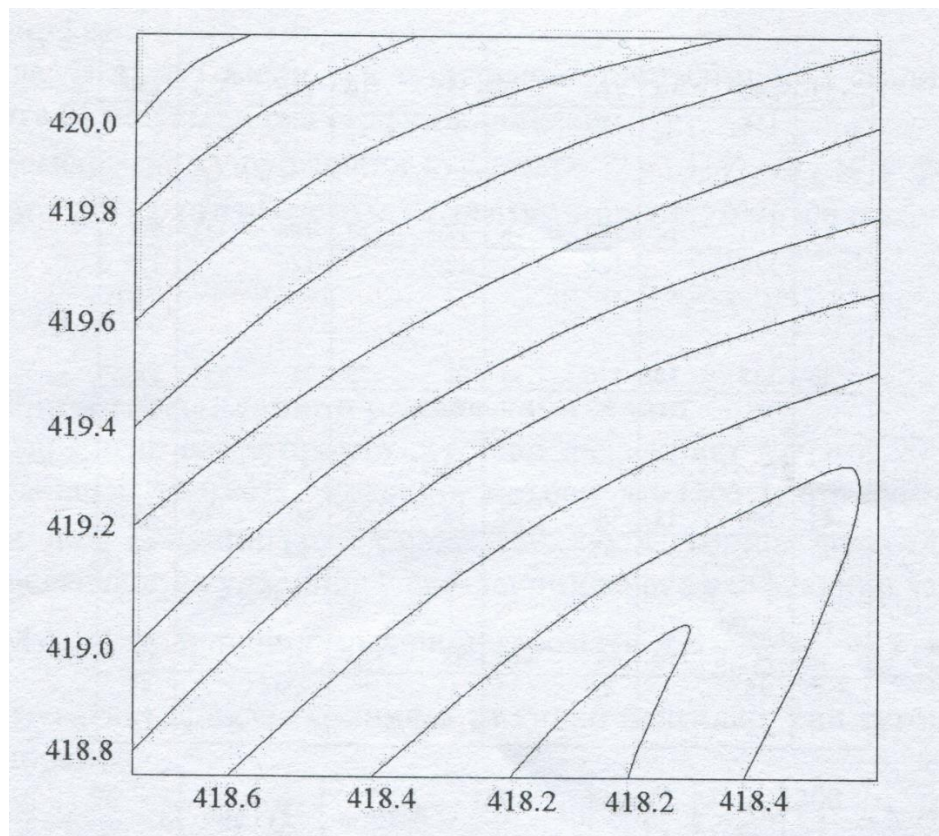


Рис. 6.8.5. Чертёж для планировки под топографическую плоскость.

Решение: Этот вид планировки можно проводить методом исправления существующих горизонталей или методом изолиний. Во втором случае на плане создают новые (проектные) горизонталы (изолинии), проходящие нормально к направлению полива. Планировку под топографическую поверхность методом изолиний проектируют в следующей последовательности: На плане поливного участка в масштабе 1:1000, с рельефом, на котором изображены горизонталы, проводят изолинии, проходящие через одинаковые расстояния через каждые 20х20м. Эти изолинии принимают за проектные горизонталы, характеризующие создаваемую проектную поверхность. В точках пересечения продольных линий с изолиниями интерполяцией между существующими горизонтальными определяют и вписывают на план отметки поверхности земли (рис. 6.8.6.). Вычисляют отметки проектных горизонталей как среднеарифметическую величину отметок всех точек изолиний (с точностью до 0,1 м). Данные записывают в специальную таблицу.

Полученные средние отметки изолиний просматривают в направлении полива сверху вниз. Чтобы обеспечить нормальный полив, средняя отметка последующей изолинии должна быть меньше, чем средняя отметка предыдущей, т.е. уклон на поливном участке должен быть прямым.

При одинаковом количестве точек на соседних изолиниях условие баланса достигается изменением средней отметки этих линий на одну и ту же величину с обратным знаком.

32	190	12	170	-3	155	-18	140	-28	130
	158		158		158		158		158
34	160	14	140	-6	120	-18	108	-31	95
	126		126		126		126		126
40	132	18	110	-4	88	-20	72	-37	55
	92		92		92		92		92
41	106	13	78	-7	58	-25	40	-30	35

	65	65	65	65	65
30	75 10	55 -10	35 -25	20 -3	42
	45	45	45	45	45

$\Sigma H$	$H_{cp}$	$H_{np}$	$\Delta h, \text{cm}$		$W, \text{m}^3$	
			-	+	-	+
790	158	158	44	44	176	176
632	126.4	126	47	50	188	200
459	91.8	92	59	58	236	232
323	64.6	65	60	58	240	232
227	45.4	45	38	40	152	160

32	12	-3	-18	-28
34	14	-6	-18	-31
40	18	-4	-20	-37
41	13	-7	-25	-30
30	10	-10	-25	-3

Рис. 6.8.6. Планировка под топографическую плоскость.

## 6.9. Определение расходов воды.

26-задача: При установлении водослива Томсона в поливную борозду получаем напор высотой 5см. Определите расход подаваемое в поливную борозду.

Решение: Расход водослива Томсона определяется по формуле

$$Q = 1,4 \cdot h^2 \cdot \sqrt{n}, \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q = 1,4 \cdot (0,05)^2 \cdot \sqrt{0,05} = 1,4 \cdot (0,05)^{2,5} = \frac{0,000777\text{м}^3}{\text{с}} \approx 0,78 \text{ л/с}$$

## 6.10. Проектирование оросительных сетей на плане.

27-задача: Даны размеры поливного участка 900х400м. Механический состав почвы – легкий суглинок. Уклон поливных борозд-  $i = 0,0025$ . Поливная норма  $m = 1200 \text{ м}^3/\text{га}$ , расход участкового распределителя подающего воду в поле 180 л/с. Назначьте временные оросители на орошаемом поле в увязке с их расходами и размерами.

Решение: Продолжительность полива временного оросителя определяется по зависимости  $t = \frac{\omega_{BO} \cdot m}{86,4 \cdot Q_{BO}} < 2$  сут. Исходя из этого условия назначаем количество временных оросителей равным 6 и проверяем продолжительность полива временного оросителя.

$$\omega_{BO} = \frac{\omega_{пол}}{n_{BO}} = \frac{36}{6} = 6 \text{ га}; \quad Q_{BO} = \frac{Q_{УР}}{n_{BO}} = \frac{180}{6} = 30 \text{ л/с}; \quad t = \frac{6 \cdot 1200}{86,4 \cdot 30} = 2,72 > 2$$

сут, условия не выполняется.

Назначаем общее количество временных оросителей 8, а количество одновременно работающих временных оросителей принимаем 4.

$$\omega_{BO} = \frac{\omega_{пол}}{n_{BO}} = \frac{36}{8} = 4,5 \text{ га}; \quad Q_{BO} = \frac{Q_{УР}}{n_{BO}} = \frac{180}{4} = 45 \text{ л/с}; \quad t = \frac{4,5 \cdot 1200}{86,4 \cdot 45} = 1,39 < 2 \text{ сут,}$$

условия выполняется. Из таблицы № 4 принимаем рекомендуемые элементы техники полива в зависимости от значения уклона поливной борозды и по механическому составу почв.

$$l_6 = 160 \text{ м}; \quad q_6 = 0,18 \text{ л/с}; \quad a_6 = 0,9 \text{ м}$$

Исходя из значения длины борозды, определяем количество выводных борозд.

$$n_{\text{вб}} = \frac{B_{\text{пол}}}{l_{\text{б}}} = \frac{400}{133} = 3; \quad l_{\text{вб}} = \frac{L_{\text{пол}}}{n_{\text{вб}}} = \frac{900}{3} = 300 \text{ м}$$

Общее количество поливных бороз в выводной борозде:

$$n_{\text{б}} = \frac{l_{\text{вб}}}{a_{\text{б}}} = \frac{300}{0,9} = 333 \text{ шт.}$$

Расход подаваемый на каждую борозду:

$$q_{\text{б}} = \frac{Q_{\text{вб}}}{n_{\text{б}}} = \frac{40}{120} = 0,33 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{вб}} = \frac{Q_{\text{во}}}{n_{\text{вб}}} = \frac{40}{3} = 13,3 \text{ л/с} \quad (m_{\text{вб}} = 1 \text{ рабочий такт временного оросителя})$$

Так как рекомендуемый расход борозды составляет  $q_{\text{б}} = 0,10$  л/с, поливные борозды для каждой выводной борозды поливаем в 2 такта.

$$n'_{\text{б}} = \frac{n_{\text{б}}}{2} = \frac{333}{2} = 166 \text{ шт, тогда } q'_{\text{б}} = \frac{Q_{\text{вб}}}{n'_{\text{б}}} = \frac{13,3}{166} = 0,08 \text{ л/с.}$$

Продолжительность полива одной борозды:

$$t_{\text{б}} = \frac{0,0001 \cdot m \cdot a \cdot l_{\text{б}}}{3600 \cdot q_{\text{б}}} = \frac{0,0001 \cdot 1200 \cdot 0,9 \cdot 133}{3600 \cdot 0,00024} = 16,625 \text{ час}$$

Проверяем продолжительность полива выводной борозды:

$$t_{\text{вб}} = t_{\text{б}} \cdot m_{\text{вб}} \cdot m_{\text{во}} = 16,62 \cdot 2 \cdot 1 = 33,24 \text{ час} \approx 1,39 \text{ сут.}$$

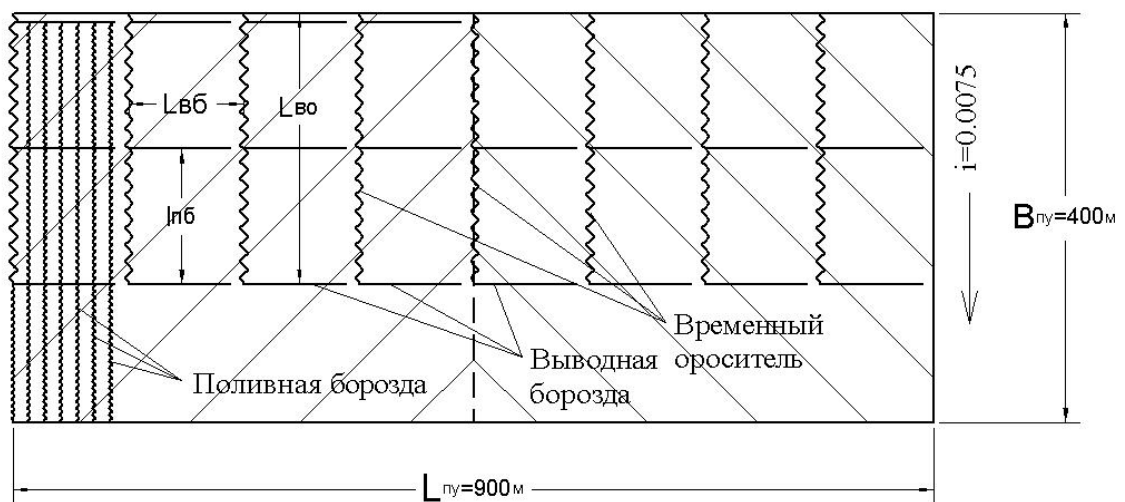


Рис. 6.10.1. Схема временной оросительной сети на орошаемом поле.

## 6.11. Установление трассы канала на плане.

28-задача: Из точки "А" вниз с уклоном  $i = 0,0005$  в масштабе М 1:10000 и расстоянием между горизонталями 0,5 м определите трассу канала через каждые 100 м.

Решение: Сначала определяем значение точки "А". Из точки "А" в сторону нижней горизонтали, с расстоянием в 1 см, опускаем сломанную линию. С каждым сантиметром отметка земли понижается на  $\Delta h = 100 \cdot 0,0005 = 0,05$  м. Это значит что, горизонталь с отметкой 317,5 пересечется через 10 см. И так из точки "А" через 20 см. линия пересечется с 317 горизонталью и т.д.

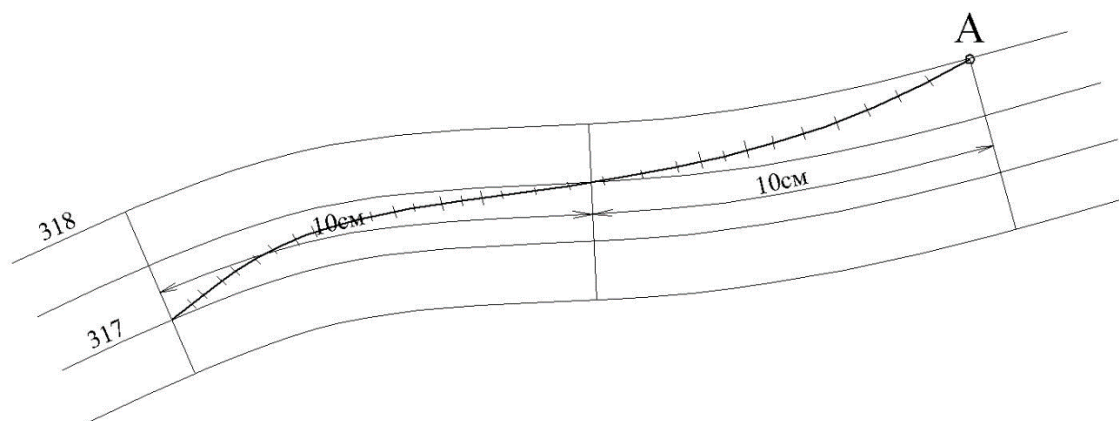


Рис. 6.11.1. Трассировка канала на плане.

29-задача: Рабочая часть главного канала начинается в точке (А) на расстоянии 5 км. от точки (В) водозабора из реки. Уровень воды в реке в точке В равен  $H_0 = 437$  м. Отметка земли в точке (А) 436 м. Расход МК 72 м<sup>3</sup>/с. Уклон реки  $i = 0,0015$ . Трасса канала проектируется тяжелыми суглинками (рис. 6.11.2.).

Определяем уклон трассировки канала от точки А до точки В:

$$J = \frac{V_{дон}^2}{C^2 \cdot R}$$

$$V_{дон} = V_{маб} \cdot R^{1/3} = 1,1 \cdot 2,78^{1/3} = 1,54 \text{ м/с}$$

$$R = 0,5 \cdot Q^{0,4} = 0,5 \cdot 72^{0,4} = 2,78 \text{ м}$$

$$n = 0,02; \quad C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6} = \frac{1}{0,2} \cdot 2,78^{1/6} = 62$$



$$J = \frac{1,54^2}{62^2 \cdot 2,78} = 0,00023$$

Уровень воды МК в точке А:  $H_A^{МК} = 436 + 0,5 = 436,5$  м

Уровень воды МК в точке В:

$$H_B^{МК} = H_A^{МК} + J_K \cdot L_K = 436,5 + 0,00023 \cdot 5000 = 437,65 \text{ м}$$

Проверяем условие с бесплотинным способом водозабора:

$$H_B^P > H_B^{МК} + Z + a$$

$437 > 437,65 + 0,3 + 0,2 = 438,15$  условие не выполняется.

Определяем дополнительную длину которой выполняет условие:

$$L_{ДД} = \frac{438,15 - 437,0 + 0,5}{0,0015 - 0,00023} = \frac{1,65}{0,00127} = 1300 \text{ м} \approx 1,3 \text{ км}$$

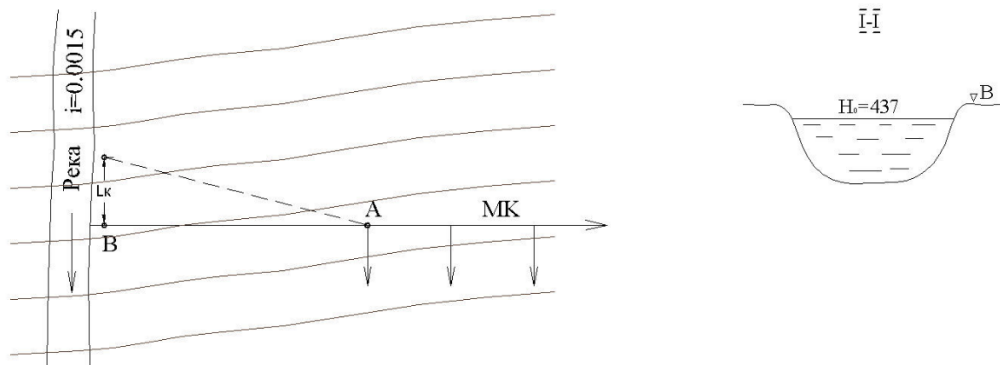


Рис. 6.11.2. Схема определения холостой части МК.

## 6.12. Проверка оросительных систем на заиление.

30-задача: Расход оросительной системы  $Q = 15$  м<sup>3</sup>/сек,  $i = 0,0009$ ,  $V = 0,82$  м/сек. Распределение мутности по фракциям: I – 0,8%; II – 8,2%; III – 31%; IV – 60%. Мутность воды  $\rho_K = 1,72$  кг/м<sup>3</sup>,  $R = 1,25$  м,  $\eta_C = 0,84$ . Проверьте оросительную систему на заиление.

Решение: Среднюю гидравлическую крупность фракции определяем по формуле А.Н.Гастунского:

$$W_{cp} = \frac{W_1 + 3 \cdot W_2}{4}, \text{ мм/с}$$

Таблица 6.12.1. Размеры взвешенных наносов и крупность фракции по А.Н.Гастунскому

Фракция	Диаметр фракции, мм	Гидравлическая крупность, $W$ , мм/с
I	$> 0,25$	50-32
II	0,25-0,05	32-2
III	0,05-0,01	2-0,2
IV	$< 0,01$	0,2-0,1

$$W_I = \frac{50 + 3 \cdot 32}{4} = \frac{146}{4} = 36,5 \text{ мм/с}$$

$$W_{II} = \frac{32 + 3 \cdot 2}{4} = \frac{38}{4} = 9,5 \text{ мм/с}$$

$$W_{III} = \frac{2 + 3 \cdot 0,2}{4} = \frac{2,6}{4} = 0,65 \text{ мм/с}$$

$$W_{IV} = \frac{0,2 + 3 \cdot 0,1}{4} = \frac{0,5}{4} = 0,125 \text{ мм/с}$$

Средневзвешенная гидравлическая крупность состава наносов определяется по формуле:

$$W = \frac{W_1 \cdot P_1 + W_2 \cdot P_2 + W_3 \cdot P_3 + W_4 \cdot P_4}{100} = \frac{36,5 \cdot 0,8 + 9,5 \cdot 8,2 + 0,65 \cdot 31 + 0,125 \cdot 60}{100} = 0,647 \text{ мм/с}$$

Транспортирующая способность мутности оросительной системы определяется по формуле А.Е.Замарина:

а) при  $\bar{W} > 2,0$  мм/сек  $\rho_0 = 0,022 \cdot \left(\frac{V_{cp}}{\bar{W}}\right)^{3/2} \cdot \sqrt{R \cdot J}$ , кг/м<sup>3</sup>;

б) при  $\bar{W} < 2,0$  мм/сек  $\rho_0 = 11 \cdot V_{cp} \cdot \sqrt{\frac{R \cdot V_{cp} \cdot J}{\bar{W}}}$ , кг/м<sup>3</sup>;

Мутность потока в начале оросительной системы должен удовлетворят следующее условие  $\rho_k \leq \rho_T = \rho_0 \cdot \eta_c$ .

Критическую скорость в канале определяем по формуле

$$V_{кр} = A \cdot Q^{0,2} \text{ м/сек.}$$

где:  $A$  - коэффициент зависящий от гидравлической крупности

при  $\bar{W} < 1,5$  мм/сек  $A = 0,33$

при  $\bar{W} = (1,5 - 3,5)$  мм/сек  $A = 0,44$

при  $\bar{W} > 3,5$  мм/сек  $A = 0,55$ .

В нашем случае  $V_{кр} = 0,33 \cdot 15^{0,2} = 0,57$  м/сек. При скорости воды в канале  $V_{cp} = 0,82 > 0,57$  можно предположить, что заиление канала не происходит. Транспортирующая способность мутности канала равна:

$$\rho_0 = 11 \cdot 0,82 \cdot \sqrt{\frac{1,25 \cdot 0,82 \cdot 0,0009}{0,000647}} = 9,02 \cdot \sqrt{1,43} = 11 \text{ кг/м}^3.$$

Кроме этого при  $\rho_k = 1,72 < \rho_T = 11 \cdot 0,84 = 9,2$  кг/м<sup>3</sup>, условие незаиляемости канала удовлетворяется.

31-задача: Расход оросительной системы  $Q = 25$  м<sup>3</sup>/сек,  $i = 0,0004$ ,  $V = 0,7$  м/сек.  $R = 1,4$  м,  $\rho_k = 3,5$  кг/м<sup>3</sup>,  $\eta_c = 0,84$ . Распределение мутности по фракциям: I – 2,5%; II – 10,2%; III – 30%; IV – 57,3%.

Решение: Средневзвешенная гидравлическая крупность

$$\bar{W} = \frac{36,5 \cdot 2,5 + 9,5 \cdot 10,2 + 0,65 \cdot 30 + 0,125 \cdot 57,3}{100} = \frac{214,6}{100} = 2,14 \text{ мм/с}$$

Критическая скорость  $V_{кр} = A \cdot Q^{0,2} = 0,44 \cdot 25^{0,2} = 0,44 \cdot 1,9 = 0,84$  м/сек. Значит  $V_{кр} = 0,84 \frac{м}{с} > V_{cp} = 0,7 \frac{м}{с}$  происходит заиление канала наносами.

Транспортирующая способность оросительной системы

$$\rho_0 = 0,022 \cdot \frac{0,7}{0,00214} \sqrt{\frac{1,4 \cdot 0,7 \cdot 0,0004}{0,00214}} = 7,35 \cdot \sqrt{0,167} = 3,12 \text{ кг/м}^3;$$

$\rho_0 = 3,12$  кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_T = \rho_0 \cdot \eta = 3,12 \cdot 0,84 = 2,62 < \rho_k = 3,5$  происходит заиление русла канала наносами.

### 6.13. Определение расчётных расходов воды и КПД внутрихозяйственной оросительной сети.

32-задача: Площадь прикреплённая к АПВ составляет 260 га, максимальная ордината приведенного гидромодуля равна  $q_{max} = 0,82$  л/с га,  $KЗИ = 0,92$ , средний уклон по ширине  $i = 0,007$ , длина орошаемого среднесуглинистого поля 800 м.

Определите расходы нетто и расчетные расходы ВХР, участкового распределителя, временного оросителя и определите КПД системы.

Решение: Расход нетто АПВ определяется по формуле:

$$Q_{АПВ}^{нет} = Q_{вхр}^{нет} = \omega_{АПВ}^{нет} \cdot \bar{q}_{max} = 240 \cdot 0,82 = 196 \text{ л/с}$$

$$\text{здесь: } \omega_{АПВ}^{нет} = \omega_{АПВ}^{бр} \cdot KЗИ = 260 \cdot 0,92 = 240 \text{ га}$$

Если в АПВ имеется 10 одинаковых полей, тогда площадь одного поля равна:

$$\omega_{поля} = \frac{\omega_{АПВ}}{10} = \frac{260}{10} = 26 \text{ га}$$

Если на одном поле принимать 6 одновременно работающих временных оросителей, то площадь орошаемая из одного временного оросителя составляет:

$$\omega_{вр.ор.} = \frac{\omega_{поля}}{6} = \frac{26}{6} = 4,33 \text{ га}$$

Расход временного оросителя:

$$Q_{вр.орос.} = \frac{196}{6} = 32,67$$

Временный ороситель должен удовлетворять следующему условию: время работы временного оросителя должно быть менее 2 суток:

$$t_{вр.орос.} = \frac{\omega_{вр.орос.} \cdot m}{86,4 \cdot Q_{вр.орос.}} = \frac{4,33 \cdot 1100}{86,4 \cdot 32,67} = 1,69 < 2 \text{ сут.}$$

Здесь:  $m = 1100$  м<sup>3</sup>/га - поливная норма средних суглинков. Время работы временного оросителя удовлетворяет условию. Значит,

1. Расход нетто ВХР:  $Q_{вхр}^{нет} = 196$  л/с;
2. Расход нетто участкового распределителя:  $Q_{уч.распр.}^{нет} = 196$  л/с;

3. Расход нетто временного оросителя:  $Q_{вр.орос.}^{нет} = 33$  л/с

Если длина поля составляет  $L_{поля} = 800$  м, её ширина равна

$$B_{поля} = \frac{\omega_{поля} \cdot 10000}{L_{поля}} = \frac{26 \cdot 10000}{800} = 325 \text{ м}$$

Элементы техники полива принимаем по таблице-3,6, где:

$$l_{б} = 185 \text{ м}; \quad q = 0,11 \text{ л/с}; \quad a = 0,6 \text{ м}$$

Число выводных борозд на одном временном оросителе:

$$n_{в.б.} = \frac{B_{поля}}{l_{бор.}} = \frac{325}{185} \approx 3 \text{ шт.}$$

$$\text{Длина борозды: } l_{бор.} = \frac{B_{поля}}{n_{в.б.}} = \frac{325}{3} \approx 110 \text{ м}$$

$$\text{Длина временного оросителя: } l_{вр.орос.} = 2 \cdot L_{бор.} = 220 \text{ м}$$

$$\text{Длина выводной борозды: } l_{вб.} = \frac{B_{поля}}{n_{вр.орос.}} = \frac{800}{6} = 133 \text{ м}$$

Длина участкового распределителя:

$$L_{уч.расп.} = L_{поля} - l_{вб.} = 800 - 133 = 667 \text{ м} \approx 670 \text{ м}$$

$$\text{Число поливных борозд на одной выводной борозде: } n_{п.б.} = \frac{l_{вб.}}{a} = \frac{133}{0,6} = 222$$

шт.

$$\text{Расход выводной борозды: } Q_{вб.} = \frac{Q_{п.б.}}{n_{п.б.}} = \frac{33}{3} = 11 \text{ л/с.}$$

Число одновременно работающих поливных борозд на временном оросителе:

$$n'_{пб.} = \frac{Q_{вб.}}{q_{пб.}} = \frac{11}{0,11} = 100 \text{ шт.}$$

$$\text{Число тактов по выводной борозде: } m_{вб.} = \frac{n_{пб.}}{n'_{пб.}} = \frac{222}{100} = 2,22 \approx 2 \text{ такта}$$

$$n''_{пб.} = \frac{n_{пб.}}{m_{вб.}} = \frac{222}{2} = 111 \text{ шт.}$$

Расход подаваемый на одну поливную борозду составляет:

$$q_{б.} = \frac{Q_{вр.орос.}}{n_{нб.}} = \frac{11}{111} = 0,1 \text{ л/с}$$

Продолжительность работы поливной борозды:

$$t_{нб.} = \frac{0,0001 \cdot m \cdot l_{нб.} \cdot a_{нб.}}{3600 \cdot q_{нб.}} = \frac{0,0001 \cdot 1100 \cdot 133 \cdot 0,6}{3600 \cdot 0,0001} = 24,4 \text{ часа}$$

Продолжительность работы временного оросителя:

$$t_{вр.орос.} = m_{вр.орос.} \cdot m_{вр.орос.} \cdot t = 1 \cdot 2 \cdot 24 = 48 \text{ час} \approx 2 \text{ сут.}$$

Расчетный расход (брутто) временного оросителя и КПД определяется:

$$Q_{вр.орос.}^{бр} = Q_{вр.орос.}^{нет} + S_{вр.орос.}, \text{ л/с}$$

$$S_{вр.орос.} = \frac{\alpha \cdot \beta \cdot \sigma \cdot Q_{вр.орос.} \cdot l_{вр.орос.}}{100}, \text{ л/с}$$

$\alpha$  - коэффициент зависящий от числа тактов временного оросителя, в нашем случае  $\alpha = 1$ ;

$\beta$  - коэффициент зависящий от работы временного оросителя, в нашем случае  $\beta = 1$ ;

$$\sigma = \frac{A}{Q_{вр.орос.}} = \frac{2}{\sqrt{Q}} = \frac{2}{\sqrt{0,033}} = \frac{2}{0,18} = 11,1\% \text{ на 1 км}$$

$$S_{вр.орос.} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 11,1 \cdot 33 \cdot 0,22}{100} = 0,8 \text{ л/с}$$

$$Q_{вр.орос.}^{бр} = 33 + 0,8 \approx 34 \text{ л/с} \quad \eta_{вр.орос.} = \frac{33}{34} = 0,97$$

Расчетный расход (брутто) участкового распределителя:

$$Q_{ур}^{бр} = Q_{ур}^{нет} + S_{ур}, \text{ л/с}$$

$$Q_{ур}^{нет} = n_{ур} \cdot Q_{ур}^{бр} = 6 \cdot 34 = 204 \text{ л/с}$$

$$S = \frac{\sigma \cdot Q \cdot l}{100} = \frac{4,44 \cdot 204 \cdot 0,63}{100} = 5,7 \text{ л/с}$$

$$\sigma = \frac{2}{\sqrt{0,204}} = \frac{2}{0,45} = 4,44\% \text{ на 1 км}$$

$$Q_{ур}^{бр} = 204 + 5,7 \approx 210 \text{ л/с} \quad \eta_{ур} = \frac{204}{210} = 0,97$$

Расчетный расход (брутто) ВХР:

$$Q_{вхр}^{\text{бр}} = Q_{вхр}^{\text{нет}} + S_{вхр}, \text{ л/с}$$

$$Q_{вхр}^{\text{нет}} = n_{ур} \cdot Q_{ур}^{\text{бр}} = 1 \cdot 210 = 210 \text{ л/с}$$

$$S_{вхр}^{\text{л}} = \frac{\sigma \cdot Q \cdot l_{вхр}}{100} = \frac{4,34 \cdot 210 \cdot 2,925}{100} = 26,6 \text{ л/с}$$

$$\sigma = \frac{A}{Q_{ур}} = \frac{2}{\sqrt{0,21}} = \frac{2}{0,46} = 4,34\% \text{ на 1 км}$$

$$l_{вхр} = (n_{вхр} - 1) \cdot B_{поля} = (10 - 1) \cdot 325 = 2925 \text{ м}$$

$$Q_{вхр}^{\text{бр}} = 210 + 26,6 \approx 237 \text{ л/с} \quad \eta_{вхр} = \frac{210}{237} = 0,88$$

Коэффициент полезного действия внутрихозяйственной оросительной сети:

$$\eta_{свхр} = \eta_{во} \cdot \eta_{ур} \cdot \eta_{вхр} = 0,97 \cdot 0,97 \cdot 0,88 = 0,83$$

Значит в этом АПВ 17 % воды идет на потери.

33-задача: Линейная схема хозяйственного распределителя, которая проходит на среднесуглинистых почвах приведена на рисунке 6.13.1. Определите количество расчетных участков, расчетные расходы участка и КПД.

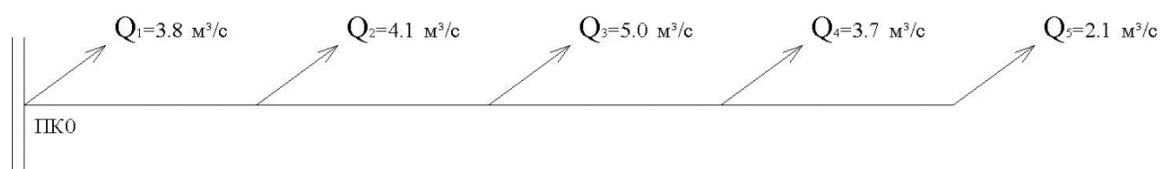


Рис. 6.13.1. Линейная схема хозяйственного распределителя.

Решение: Линейную схему разделим на три расчетных участка.

I-расчетный участок с ПК 0 до ПК 30; II-расчетный участок с ПК 30 до ПК 57; III-расчетный участок с ПК 57 до ПК 74.

Расчетный расход III- расчетного участка:

$$Q_{III}^{\text{бр}} = Q_{III}^{\text{нет}} + S_{III}, \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{III}^{\text{нет}} = Q_4 + Q_5 = 3,7 + 2,1 = 5,8 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$S_{III} = \frac{\sigma_{III} \cdot Q_{III}^{\text{нет}} \cdot l_{III}}{100} = \frac{0,83 \cdot 5,8 \cdot 1,7}{100} = 0,082 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\sigma_{III} = \frac{A}{\sqrt{Q_{III}^{nem}}} = \frac{2}{\sqrt{5,8}} = \frac{2}{2,4} = 0,83 \text{ \% км.}$$

$$Q_{III}^{\bar{p}} = 5,8 + 0,082 = 5,88 \text{ м}^3/\text{с}; \quad \eta_{III} = \frac{5,8}{5,88} = 0,986$$

Расчетный расход II- расчетного участка:

$$Q_{II}^{\bar{p}} = Q_{II}^{nem} + S_{II}, \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{II}^{nem} = Q_{III}^{\bar{p}} + Q_3 = 5,88 + 5,0 = 10,88 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$S_{II} = \frac{\sigma_{II} \cdot Q_{II}^{nem} \cdot l_{II}}{100} = \frac{0,61 \cdot 10,88 \cdot 2,7}{100} = 0,18 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\sigma_{II} = \frac{A}{\sqrt{Q_{II}^{nem}}} = \frac{2}{\sqrt{10,88}} = \frac{2}{3,3} = 0,61 \text{ \% км.}$$

$$Q_{II}^{\bar{p}} = 10,88 + 0,18 = 11,06 \text{ м}^3/\text{с}; \quad \eta_{II} = \frac{10,88}{11,06} = 0,98$$

Расчетный расход I- расчётного участка:

$$Q_{I}^{\bar{p}} = Q_{I}^{nem} + S_{I}, \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{I}^{nem} = Q_{II}^{\bar{p}} + Q_2 = 11,06 + 4,1 = 15,16 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$S_{I} = \frac{\sigma_{I} \cdot Q_{I}^{nem} \cdot l_{I}}{100} = \frac{0,51 \cdot 15,16 \cdot 3,0}{100} = 0,23 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\sigma_{I} = \frac{A}{\sqrt{Q_{I}^{nem}}} = \frac{2}{\sqrt{15,16}} = \frac{2}{3,89} = 0,51 \text{ \% на км.}$$

$$Q_{I}^{\bar{p}} = 15,16 + 0,23 = 15,39 \text{ м}^3/\text{с}; \quad \eta_{I} = \frac{15,16}{15,39} = 0,985$$

$$\eta_{сис} = \eta_{I} \cdot \eta_{II} \cdot \eta_{III} = 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,986 = 0,95$$

34-задача: Магистральный канал состоит из 3 расчётных участков.

I-расчетный участок с ПК 0 до ПК 41 состоит из легких суглинков; II-расчётный участок с ПК 41 до ПК 79 состоит из средних суглинков; III-расчётный участок с ПК 79 до ПК 131 и состоит из тяжелых суглинков.

Если на ПК 41 распределяется  $Q_1 = 17,3 \text{ м}^3/\text{с}$ ; а на ПК 79  $Q_{II} = 14,2 \text{ м}^3/\text{с}$ ; и на ПК131 общим расчётным расходом распределяется  $Q_{III} = 22,7 \text{ м}^3/\text{с}$ , КПД хозяйственных распределителей равно  $\eta_{xp} = 0,84$ . Определите головной расход магистрального канала и КПД системы.



Решение: Расчётный расход III-расчётного участка МК:

$$Q_{III}^{\bar{p}} = Q_{III}^{nem} + S_{III}, \text{ м}^3/\text{с}; \quad Q_{III}^{nem} = 22,7 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$S_{III} = \frac{\sigma_{III} \cdot Q_{III}^{nem} \cdot l_{III}}{100} = \frac{0,21 \cdot 22,7 \cdot 5,2}{100} = 0,25 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\sigma_{III} = \frac{A}{\sqrt{Q_{III}^{nem}}} = \frac{1}{\sqrt{22,7}} = \frac{1}{4,76} = 0,21 \text{ \% на км}$$

$$Q_{III}^{\bar{p}} = 22,7 + 0,25 = 22,95 \text{ м}^3/\text{с}; \quad \eta_{III} = \frac{22,7}{22,95} = 0,989$$

Расчётный расход II-расчётного участка МК:

$$Q_{II}^{\bar{p}} = Q_{II}^{nem} + S_{II} = 37,15 + 0,47 = 37,62 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_{II}^{nem} = Q_{III}^{\bar{p}} + Q_2 = 22,95 + 14,2 = 37,15 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$S_{II} = \frac{\sigma_{II} \cdot Q_{II}^{nem} \cdot l_{II}}{100} = \frac{0,33 \cdot 37,15 \cdot 3,8}{100} = 0,47 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\sigma_{II} = \frac{A}{\sqrt{Q_{II}^{nem}}} = \frac{2}{\sqrt{37,15}} = \frac{2}{6,09} = 0,33 \text{ \% км}$$

$$\eta_{II} = \frac{37,15}{37,62} = 0,987$$

Расчётный расход I-расчётного участка МК:

$$Q_{I}^{\bar{p}} = Q_{I}^{nem} + S_{I} = 54,92 + 0,91 = 55,83 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{I}^{nem} = Q_{II}^{\bar{p}} + Q_2 = 37,62 + 17,3 = 54,92 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$S_{I} = \frac{\sigma_{I} \cdot Q_{I}^{nem} \cdot l_{I}}{100} = \frac{0,4 \cdot 54,92 \cdot 4,1}{100} = 0,91 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\sigma_{I} = \frac{A}{\sqrt{Q_{I}^{nem}}} = \frac{3}{\sqrt{54,92}} = \frac{3}{7,41} = 0,4 \text{ \% км}$$

$$\eta_{I} = \frac{54,92}{55,83} = 0,984$$

$$\eta_{МК} = \eta_{I} \cdot \eta_{II} \cdot \eta_{III} = 0,984 \cdot 0,987 \cdot 0,989 = 0,96$$

$$\eta_{смк} = \eta_{МК} \cdot \eta_{xp} = 0,96 \cdot 0,84 = 0,81$$

35-задача: Орошаемая площадь АПВ 240 га, КЗИ=0,92. Максимальная ордината приведённого гидромодуля  $q_{max} = 0,73$  л/с га. Запланировано орошение культур с помощью гибких шлангов забирающих воду из лотковых каналов.

Решение: Гибкий шланг принимаем из [3] таблицы №-3,12, марки КОП-200. Поперечный профиль шланга-  $d = 210$  мм. Расход шланга-  $Q_{\text{шт}}^{\text{нет}} = \frac{Q_{\text{ур}}^{\text{нет}}}{n_{\text{шт}}} = \frac{80}{2} = 40$  л/с. (одновременно на одном участковом распределителе работает 2 гибких шланга).

$$Q_{\text{ур}}^{\text{нет}} = \frac{Q_{\text{хр}}^{\text{нет}}}{n_{\text{ур}}} = \frac{160}{2} = 80 \text{ л/с (одновременно на АПВ работает 2 УР).}$$

$$Q_{\text{ур}}^{\text{нет}} = \omega^{\text{нет}} \cdot q = 220 \cdot 0,73 = 160 \text{ л/с}$$

$$\omega_{\text{вхр}}^{\text{нет}} = \omega_{\text{вхр}}^{\text{бр}} \cdot E\Phi K = 240 \cdot 0,92 = 220 \text{ га}$$

Напор воды в гибком шланге:

$$H^{\text{н}} = H_{\text{ок}} + \sum h_l \pm H_m = 0,59 + 1,216 \pm 0 = 1,8 \text{ м}$$

$$H_{\text{ок}} = 2,8 \cdot D_{\text{шт}} = 2,8 \cdot 0,21 = 0,59 \text{ м}$$

$$\sum h_l = h_l \cdot l_{\text{шт}} = 0,00608 \cdot 200 = 1,216 \text{ м}$$

$h_l = \mu \cdot Q^m$  - потери напора приходящих на каждый метр гибкого шланга

$$\mu = \frac{0,002}{\alpha^{4,773}}; \quad m = 1,667 \quad Q \text{ -расход гибкого шланга, м}^3/\text{с. Значения } -h_l$$

принимаем из [3] таблицы №-4,16.  $h_l = 0,00608$  ( $d = 250$  мм, для расхода  $Q = 40$  л/с).

Значит уровень воды в лотке должен быть выше над поверхностью земли на 1,8 м.

36-задача: Участковый распределитель запроектирован в виде лотка, расход которого составляет  $Q = 160$  л/с, уклон  $i = 0,002$ , определите марку лотка.

Решение: Из [3] рисунок №-4.5 (из номограммы по определению лотков при  $P=0,2$ ) принимаем при  $i = 0,002$ ; и  $Q = 160$  л/с, глубину воды и скорость воды в лотке принимаем  $h_x = 0,36$  м;  $V_x = 0,89$  м/с.

Принимаем марку лотка:  $H = h_x + \Delta h = 0,36 + 0,15 = 0,51$ ;  $P = 0,2$ , ЛР-60.

37-задача: Орошаемая площадь АПВ 220 га, уклон по направлению орошения составляет  $i = 0,009$ . КЗИ=0,94. Максимальное значение ординаты приведенного гидромодуля составляет  $q_{max} = 0,70$  л/с га.

Запланировано орошение культур с помощью трубопроводов забирающих воду из закрытых трубопроводов с помощью гидрантов.

Решение: Жесткий поливной трубопровод принимаем из [3] табл.№-3.12

Принимаем ТАП-200. Поперечное сечение трубопровода  $D = 200$  мм,

$$\text{расход } Q_{п.м.}^{нет} = \frac{Q_{п.м.}^{нет}}{n_{тн}} = \frac{72}{2} = 36 \text{ л/с}$$

$$Q_{п.м.}^{нет} = \frac{Q_{р.м.}^{нет}}{n_{тн}} = \frac{144}{2} = 72 \text{ л/с (в АПВ одновременно работает 2 полевых}$$

трубопровода).

Значение напора в жестком трубопроводе

$$Q_{р.м.}^{нет} = Q_{вхр}^{нет} = \omega^{бр} \cdot КЗИ \cdot q_{max} = 220 \cdot 0,94 \cdot 0,7 = 144 \text{ л/с}$$

Так как поперечное сечение жесткого трубопровода не изменяется значение потерь напора воды по длине трубопровода определяется по формулам:

$$h_c = \lambda \cdot \frac{C}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}, \text{ м} \quad \lambda = 0,02 \cdot \left(1 + \frac{d}{40}\right) \text{ или } i = 14,01 \cdot Q^{1,87}$$

Если среднюю скорость воды в трубопроводе принимаем  $V_c = 1$  м/с,

$$h_c = 0,02 \cdot \left(1 + \frac{0,2}{40}\right) \cdot \frac{200}{0,2} \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} = 1,03 \text{ м}$$

Напор необходимый в начале трубопровода (в гидранте) определяем по формуле:  $H_n = H_{ок} + h_c + h_{во} \pm H_2 = 0,56 + 1,03 + 0,1 + 0 = 1,69$ м

Если ширину поливной площади принимать 800 м а длину 2750 м, при ширине 1600м длина составляет 1375 м.

Диаметр поперечного сечения поливного трубопровода определяется по формуле:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{V}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{0,072}{1,5}} = 0,25 \text{ м} \quad D = 250 \text{ мм}$$

Потери напора воды по длине полевых труб для пластмассовых трубопроводов:

$$i = 0,000685 \cdot \frac{v^{1,774}}{d^{1,774}} \text{ или для первого случая}$$

$$h_c = 0,02 \cdot \frac{2750}{0,25} \cdot \frac{(1,5)^2}{2 \cdot 9,81} = 25,23 \text{ м;}$$

$$\text{Для 2 го случая } h_c = 0,02 \cdot \frac{1375}{0,25} \cdot \frac{(1,5)^2}{2 \cdot 9,81} = 12,62 \text{ м}$$

Значение напора в начале поливных трубопроводов:

Для 1-го случая:

$$H_n = H_{ок} + \sum h_c + \sum h_{во} - H_2 = 1,69 + 25,23 + 2,52 - 24,75 = 4,69 \text{ м}$$

Для 2-го случая:

$$H_n = H_{ок} + \sum h_c + \sum h_{во} - H_2 = 1,69 + 12,63 + 1,26 - 12,37 = 3,21 \text{ м}$$

Значит подача воды для полевых трубопроводов производится при напоре воды в распределительных трубопроводах 4,7 м для 1-го случая и при напоре воды 3,3 м для 2-го случая.

#### **6.14. Расчёт лиманного орошения.**

38-задача: На полях с уклоном  $i = 0,002$  запланировано лиманное орошение многолетних трав. Приведите расчёт лимана (рис. 6.14.1.).

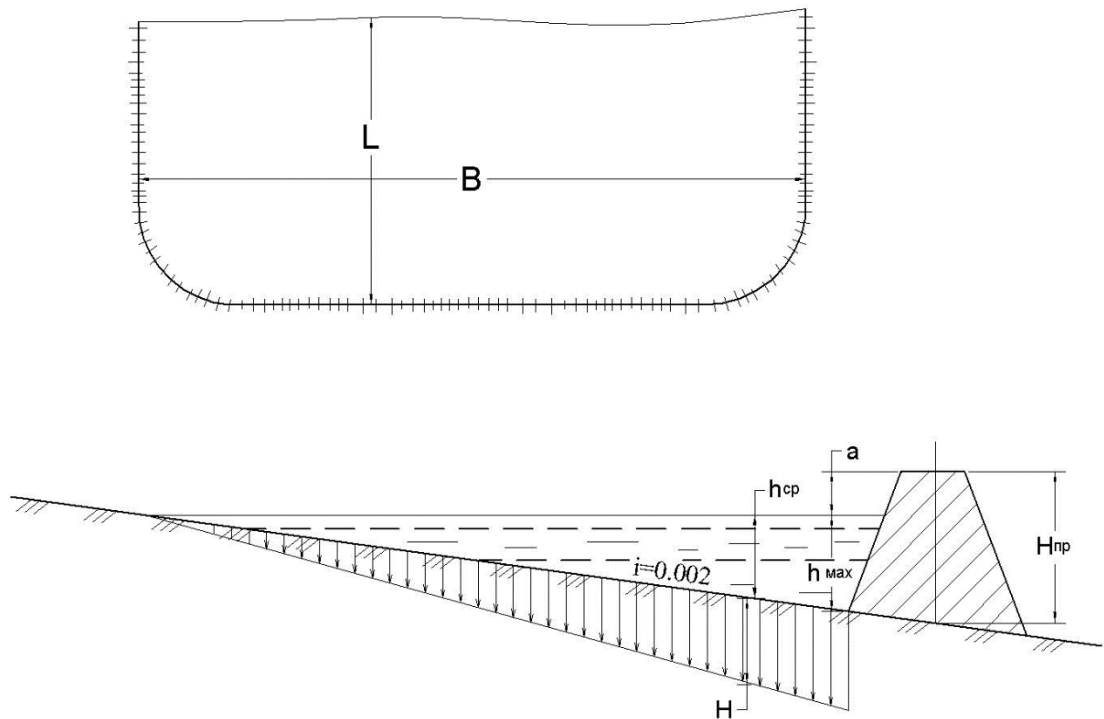


Рис. 6.14.1. Лиманное орошение.

Решение: По значениям [3] и уклона лимана а также орошаемой культуры определяем вид лимана. По значениям таблицы [3] принимаем лиман глубиной 0,4 м.

Для многолетних трав оросительную норму принимаем  $M = 4000 \text{ м}^3/\text{га}$ , глубину принимаем  $h_{cp} = M_0 = 0,4 \text{ м}$ .

Ширину лимана принимаем из условий поверхности рельефа

$$(B = 100 - 800 \text{ м}), B_{л} = 400 \text{ м}.$$

$$\text{Длина лимана: } L = \frac{2 \cdot (h_{cp} - h_{культура})}{i} = \frac{2 \cdot (0,4 - 0,1)}{0,002} = 300 \text{ м}$$

Высота центра лимана:

$$H_{л} = 1,1 \cdot (h_{\text{наибольшая}} + a) = 1,1 \cdot (0,72 + 0,15) = 0,95 \text{ м}$$

$$h_{с.больш} = 1,8 \cdot h_{ур} = 1,8 \cdot 0,4 = 0,72 \text{ м}.$$

## 6.15. Орошение риса.

39-задача: Водонепроницаемый слой расположен на глубине  $h = 1,5 \text{ м}$ .

На тяжелосуглинистых почвах с пористостью  $A = 54 \%$ , влажностью поля

$\beta_{птв} = 40 \%$ , урожайностью  $\chi_l = 4,5$  т/га запланировано выращивание риса. Орошение риса запланировано затоплением чека в среднем в течении 100 дней слоем воды  $a = 0,18$  м. Испарение с водной поверхности чека и поступление осадков приведены в таблице 6.15.1.

Таблица 6.15.1. Расходы и поступления на рисовом чеке.

Месяцы	Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Сумма
	Декады	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
Испарение, мм	89,0	80,0	65,0	54,0	41,0	35,0	33,0	28,0	26,0	23,0			474,0
Осадки, мм		10		10		5		5					30
Транспирация, %		2,0	4,0	8	13	18	20	18	10	7			100

Определите оросительную норму риса.

Решение: Оросительная норма риса определяется по следующей формуле:

$$M = (E + W_m + W_n + W_c + W_{ок} + W_m) - \mu \cdot \rho, \text{ м}^3/\text{га}$$

здесь:  $E = \Pi + T_p$  - общее водопотребление;

$\Pi$  - испарение с поверхности воды;

$T_p = K \cdot \rho \cdot \chi_l$  - испарение с растений;

$K_{тр}$  - коэффициент транспирации;

$\rho$  - коэффициент проводимости на единицу сухого урожая;

$\chi_l$  - урожайность;

$W_m$  - объём насыщения водой слоя  $h$ ;

$W_n$  - объём воды необходимый для слоя  $a$ ;

$W_c$  - объём потерь воды при вертикальном и горизонтальном токе,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$W_{ок}$  - объём воды расходуемый для обеспечения тока воды в чеке,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$W_m$  - объём воды расходуемый на технические потери и сброс,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$\mu \cdot \rho$  - объём воды поступающий в чек за счет осадков во время вегетации риса,  $\text{м}^3/\text{га}$ .

$$E = \Pi + T_p = 4740 + 300 \cdot 3 \cdot 4,5 = 4740 + 4050 = 8790 \text{ м}^3/\text{га}$$

$$T_p = K_{mp} \cdot \rho \cdot \chi_l = 300 \cdot 3 \cdot 4,5 = 4050 \text{ м}^3/\text{Га}$$

Значения  $K$  и  $\rho$  определяются из таблицы (Приложения табл. №7 и 8).

$$W_m = h \cdot A \cdot \beta_{nne} = 1,5 \cdot 54 \cdot 60 = 4860 \text{ м}^3/\text{Га}$$

$$\beta_{nne} = 100 - \beta_{nne} = 100 - 40 = 60\%$$

$$W_n = 10000 \cdot a = 10000 \cdot 0,18 = 1800 \text{ м}^3/\text{Га}$$

Обычно объём потерь воды составляет 25-30% от общего водопотребления. Отсюда:

$$W_c = 0,25 \cdot E = 0,25 \cdot 8790 = 2200 \text{ м}^3/\text{Га}$$

Текучесть воды в чеке:

$$W_{ок} = 0,15 \cdot (E + W_c) = 0,15 \cdot (8790 + 2200) = 1650 \text{ м}^3/\text{Га}$$

На технические потери и на сбросы:

$$W_m = 0,1 \cdot (E + W_c + W_{ок}) = 0,1 \cdot (8790 + 2200 + 1650) = 1260 \text{ м}^3/\text{Га}$$

$$M = 8790 + 4860 + 1800 + 2200 + 1650 + 1260 = 20560 \text{ м}^3/\text{Га}$$

## 6.16. Определение промывной нормы.

40-задача: Мощность промываемого слоя почвогрунта  $H = 2$  м, механический состав почв - средний суглинок, солевой состав сульфатно-хлоридный, содержание солей в промываемом слое почвогрунта до начала промывки  $S_D = 1,2\%$ , порозность  $A = 48\%$ , УГВ-2 м, минерализация ГВ 6 г/л. Определить промывную норму по формуле В.А.Ковды?

Решение: Формула В.А.Ковда (для солончаковых почв):

$$M = h_1 \cdot h_2 \cdot h_3 \cdot 400 \cdot x \pm 100, \text{ мм}$$

где:  $M$  - промывная норма, мм

$h_1$  - коэффициент, учитывающий механический состав почвы (для суглинков = 1, для глины = 2);

$h_2$  - коэффициент, зависящий от УГВ (при УГВ более 7 м:  $h_2 = 1,0$ ; при УГВ = 5 м  $h_2 = 1,5$ ; при УГВ = 2 м  $h_2 = 3$ );

$h_3$ -коэффициент, зависящий от минерализации ГВ (при слабой и средней  $h_3 = 2$ , в рассолах  $h_3 = 3$ );

$x$  - содержание солей в % в слое почвы 0-2 м.

При  $h_1 = 1,0$ ;  $h_2 = 3$ ;  $h_3 = 1$  рассчитываем формулу:

$$M = 1 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 400 \cdot 0,8 \pm 100 = 960 \pm 100 \text{ мм}$$

$$M = 1060 \text{ мм}; M = 860 \text{ мм или среднем } M = 9600 \text{ м}^3/\text{га}$$

41-задача: Мощность промываемого слоя почвогрунта  $H = 2$  м, механический состав средний суглинок, солевой состав сульфатно-хлоридный, содержание солей в промываемом слое почвогрунта до начала промывки  $S_D = 1,2\%$ , порозность  $A = 48\%$ , УГВ-2 м, минерализация ГВ 6 г/л. Определить промывную норму по формуле Л.П.Розова.

Решение: По формуле Л.П.Розова:

$$M = \Pi - m + n \cdot \Pi, \text{ м}^3/\text{га}$$

где:  $\Pi$  - объём воды, соответствующий полевой влагоёмкости, %;

$m$  - запас воды в промываемом слое перед промывкой,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$n$  - числовой коэффициент, зависящий от механического состава почвы, УГВ и степени засоления почвы,  $n = 0,5 - 2$ ;

$n\Pi$  - норма воды для вытеснения солей.

$$\Pi = H \cdot A \cdot \beta_{nv}, \text{ м}^3/\text{га};$$

$$m = H \cdot A \cdot \beta_0, \text{ м}^3/\text{га}$$

$H$  - мощность промываемого слоя, м;

$A$  - порозность, в % от объёма;

$\beta_{nv}$  - предельная влагоёмкость почвы в % от пористности (Приложение табл. 4);

$\beta_0$  - полевая влагоёмкость почвы перед промывкой, в % от пористности (Приложение табл. 4)

По формуле Л.П.Розова, исходя из значений:

$$H = 2; \beta_{nv} = 71\%; \beta_0 = 42,6\%; n = 0,7$$



$$M = H \cdot A \cdot \beta_{нс} - H \cdot A \cdot \beta_o + n \cdot H \cdot A \cdot \beta_{нс} = 2 \cdot 48 \cdot 71 - 2 \cdot 48 \cdot 42,6 + 0,7 \cdot 2 \cdot 48 \cdot 71 = 7497 \text{ м}^3/\text{Га}$$

42-задача: Мощность промываемого слоя почвогрунта  $H=1$  м, механический состав средний суглинок, солевой состав сульфатно-хлоридный, содержание солей в промываемом слое почвогрунта до начала промывки  $S_D = 1,2\%$ , порозность  $A = 48\%$ , УГВ-2 м, минерализация ГВ 6 г/л. Определить промывную норму по формуле В.Р.Волобуева при мощности промываемого слоя 1 м.

Решение: Для метрового слоя формула В.Р.Волобуева:

$$M = 10000 \cdot \lg \left( \frac{S_d}{S_o} \right)^\alpha, \text{ м}^3/\text{Га}$$

где:  $S_d; S_o$ - исходное и допустимое содержание солей при сульфатном и хлоридно-сульфатном засолении а также общее содержание солей при сульфатно-хлоридном и хлоридном засолении почвы, в % от массы сухой почвы (таблица 6.16.1.).

Таблица 6.16.1. Допустимое содержание солей для среднесолеустойчивых сельскохозяйственных культур, % от массы сухой почвы.

Тип засоления	Допустимое содержание солей ( $S_o$ )		
	Плотный остаток	Хлор ион	Сульфат ион
Хлоридный	0,3	0,01-0,03	0,02
Сульфатно-хлоридный	0,3	0,01-0,03	0,04
Хлоридно-сульфатный	0,4	0,01-0,03	0,19
Сульфатный	1,0	0,01-0,03	0,82

В приложении-3 для метрового слоя почвы приведены промывные нормы по формуле В.Р.Волобуева.

Если мощность промываемого слоя больше 1 м, промывные нормы определяются по формуле:

$$M = 10000 \cdot \left[ \lg \left( \frac{S_d}{S_0} \right)^\alpha + \frac{\alpha}{\mu} \cdot H \right], \text{ м}^3/\text{Га}$$

где:  $\mu$  - коэффициент зависящий от скорости отвода засоленных вод.

Из таблицы-1 ([4] приложения №3) принимаем  $\alpha = 1,02$ ;  $S_0 = 0,3\%$   
находим с помощью таблицы-7

$$M = 10000 \cdot \lg \left( \frac{1,2}{0,3} \right)^{1,02} = 6120 \text{ м}^3/\text{Га}$$

43-задача: Мощность промываемого слоя почвогрунта  $H = 2$  м, механический состав средний суглинок, солевой состав сульфатно-хлоридный, содержание солей в промываемом слое почвогрунта до начала промывки  $S_d = 1,2\%$ , порозность  $A = 48 \%$ , УГВ-2 м, минерализация ГВ 6 г/л. Определите промывную норму по формуле А.Н.Костякова.

Решение: По формуле А.Н.Костякова:

$$M = 100 \cdot H \cdot \gamma \cdot \left[ \left( \beta'_{нс} - \beta'_0 \right) + \frac{S_d - S_0}{K_m} \right], \text{ м}^3/\text{Га}$$

где:  $\gamma$  - масса единицы от объёма, т/м<sup>3</sup>;

$\beta'_{нс}$  - предельная влагоёмкость почвы, % от массы почвы;

$$\beta'_{нс} = \beta_{ПВ} \cdot A;$$

$\beta'_0$  - влажность почвы перед промывкой, % от массы почвы;

$$\beta'_0 = \beta_0 \cdot A;$$

$A$  - пористность почвы в единице объёма.

$K_T$  - коэффициент вытиснения и вымывания солей, т/м<sup>3</sup>

$$(K_m = 0,1 - 0,3).$$

$$\beta'_{нс} = 71 \cdot 0,48 = 34,1\%; \quad \beta'_0 = 42,6 \cdot 0,48 = 20,6\%; \quad S_d = 1,2\%;$$

$$S_0 = 0,3\%; \quad \gamma = 1,32 \text{ т/м}^3.$$

Исходя из этого:

$$M = 100 \cdot 2 \cdot 1,32 \cdot \left[ (34,1 - 20,6) + \frac{1,2 - 0,3}{0,1} \right] = 5950 \text{ м}^3/\text{Га}$$

44-задача: Мощность промываемого слоя почвогрунта  $H = 2$  м, механический состав средний суглинок, солевой состав сульфатно-хлоридный, содержание солей в промываемом слое почвогрунта до начала промывки  $S_d = 1,2\%$ , порозность  $A = 48 \%$ , УГВ-2 м, минерализация ГВ 6 г/л. Определить промывную норму по формуле С.В.Аверьянова.

Решение: По формуле С.Ф.Аверьянова:

$$M = 10000 \cdot \left( 2 \cdot a \cdot \sqrt{D^x \cdot T} + \frac{H}{A} \right), \text{ м}^3/\text{га}$$

где:  $a$  - коэффициент, зависящий от требуемой степени опреснения в конце промывки, определяется по таблице 6.16.2.

$D^x$  - коэффициент конвективной диффузии, характеризующий перенос солей,  $\text{м}^2/\text{сут}$ ;

$T$  - продолжительность промывки, сут.

Таблица 6.16.2. Значение коэффициента-  $a$  .

$C = \frac{S_0}{S_d}$	0	0,001	0,01	0,06	0,10	0,16	0,20	0,35	0,5
$a$		2,19	1,65	1,00	0,91	0,70	0,60	0,27	0

Значение  $-D^x$  определяется опытным путём или по формуле:

$$D^x = \frac{\left( \frac{M}{10000} - H \cdot A \right)^2}{4 \cdot a^2 \cdot A \cdot T}$$

При начале засоления значение  $D^x$  можно определить по графику составленный Л.М.Рексом ([3] по рисунку- 4.2  $-D^x = 0,012$ ).

$$M = 10000 \cdot \left( 2 \cdot 0,48 \cdot \sqrt{0,0122 \cdot 40} + \frac{2}{0,48} \right) = 12800, \text{ м}^3/\text{га}$$

### 6.17. Определение продолжительности промывки.

При установлении режима промывок необходимо найти общую продолжительность промывки и сроки её проведения, разделить общую промывную норму на несколько промывок, продолжительность которых

будет определяться величиной промывной нормы и пропускной способностью.

Продолжительность промывки определяется по формуле:

$$T = \frac{\Omega_{\text{вхр}}^{\text{бр}} \cdot M}{86400 \cdot Q_{\text{вхр}}^{\text{ф}} \cdot \eta_{\text{свхр}}^{\text{н}}}, \text{ сут}$$

здесь:  $Q_{\text{вхр}}^{\text{бр}}$  - промываемая площадь брутто закрепленная за ВХР, га;

$Q_{\text{вхр}}^{\text{ф}}$  - форсированный расход ВХР;

$\eta_{\text{свхр}}^{\text{н}}$  - КПД системы ВХР.

Сопоставим промывную норму  $M$  с общей промывной нормой  $M^M$ . Если получится  $M > M^M$ , то необходимо определить количество промывных сезонов подачи нормы  $M$ . То есть:  $n_M = \frac{M}{M^M}$

$$\text{где: } M^M = H \cdot A \cdot (\beta_{\text{ннв}} - \beta_0) + 100 \cdot (A - \beta'_{\text{ннв}}) \cdot h_2, \text{ м}^3/\text{га}$$

$h_2$  - допустимый уровень грунтовых вод после промывки  $h_2 \leq$

$H_{\text{узв}} - H_0$ , м

$H_{\text{узв}}$  - уровень грунтовых вод до промывки, м.

$H_0$  - допустимы уровень грунтовых вод, это значение принимается по условиям выполнения весенних работ и принимается для почв с легким механическим составом  $H_0 = 1,3$  м, для почв со средним механическим составом  $H_0 = 1,5$  м; для тяжелых почв  $H_0 = 1,8$  м.

Количество промывок за сезон определяется уровнем воды в чеках:

$$n = \frac{M}{m_{\text{пром}}}$$

где:  $m_{\text{пром}}$  - первая норма подаваемая в чек при промывке, м<sup>3</sup>/га;

$$m_{\text{пром}} = H \cdot A \cdot (\beta_{\text{ннв}} - \beta_0) = 10000 \cdot h, \text{ м}^3/\text{га};$$

$h = (0,15 - 0,25) \cdot m$  - глубина воды в промываемом чеке.

Сроки промывок определяются по формуле  $t_i = \frac{m_i}{M^M} \cdot T$ , сутка.

Для условий Центральной Азии оптимальным эксплуатационным промывным сроком считается срок с 15 октябрь – 15 декабрь. Потому что в сентябре на полях имеется еще урожай а после декабря наблюдается резкое снижение температуры.

45-задача: Промывная норма  $M = 12800 \text{ м}^3/\text{га}$ ;  $Q_{\text{вхр}}^{\phi} = 320 \text{ л/с}$ ;  $\eta_{\text{свхр}}^H = 0,91$ ;  $\Omega_{\text{вхр}}^{\text{бр}} = 350 \text{ га}$ . Определите продолжительность промывки.

Решение: Назначаем общую промывную норму:

$$M^M = 2 \cdot 48 \cdot (71 - 42,5) + 100 \cdot (48 - 34,1) \cdot 1,3 = 4530 \text{ м}^3/\text{га}$$

$$h_c = 2 - 0,7 = 1,3 \text{ м}$$

Определяем промывные сезоны:

$$h_M = \frac{12800}{4500} \approx 3 \text{ сезона}$$

Общая промывная норма:  $M^M = \frac{M}{\eta^M} = \frac{12800}{3} = 4300 \text{ м}^3/\text{га}$

Определяем норму первой промывки и общую промывную норму.

Первая промывная норма:

$$m_1 = H \cdot A \cdot (\beta_{\text{ннв}} - \beta_o) = 2 \cdot 48 \cdot (71 - 42) = 2720 \text{ м}^3/\text{га}$$

С другой стороны наибольшая норма.

$$m_{\text{н.н.}} = 10000 \cdot h = 10000 \cdot 0,25 = 2500 \text{ м}^3/\text{га}$$

Промывку проводим в два срока.

$$m_1 = 2500 \text{ м}^3/\text{га}; m_2 = 1800 \text{ м}^3/\text{га}$$

Общая продолжительность промывки:

$$T = \frac{350 \cdot 4300}{86400 \cdot 0,32 \cdot 0,91} = 60 \text{ суток}$$

$$t_1 = \frac{m_1}{M^M} = \frac{2500}{4300} \cdot 60 = 35 \text{ сут.} \quad t_2 = \frac{1800}{4300} \cdot 60 = 25 \text{ сут.}$$

$$T = t_1 + t_2 = 35 + 25 = 60 \text{ сут.}$$

## 6.18. Определение элементов уравнения водного баланса.

46-задача: Проектируемый массив находится в Бухарском вилояте, в зоне Ц-II-A, со схемой севооборота 6:2:1, почвы суглинистые, КЗИ хозяйства  $KЗИ = 0,90$ , КПД системы  $\eta_{свхр}^H = 0,81$ , для расчетного периода глубина залегания грунтовых вод  $h_{yзв} = 2$ , промывная норма  $M = 6500$  м<sup>3</sup>/га.

Решение: Определение атмосферных осадков ( $P$ ).

Это значение принимается для расчетного периода (по данным [3] приложение-1 характеризующие климатические условия по метеорологическим станциям).

Например: Для Бухарского вилоята  $P_{вез} = 14$  мм = 140 м<sup>3</sup>/га;  $P_2 = 119$  мм = 1190 м<sup>3</sup>/г

Оросительная норма забираемая в оросительную систему ( $W_c$ ) определяется по формуле:

$$W_c = \bar{M} + \Phi_k + M, \text{ м}^3/\text{га}$$

$$\bar{M} = \frac{(\alpha_{хл.} \cdot M_{расч.}^{H.хл.} + \alpha_{люц.} \cdot M_{расч.}^{H.люц.} + \alpha_{кук.} \cdot M_{расч.}^{H.кук.} + \dots)}{100} \cdot KЗИ, \text{ м}^3/\text{га}$$

где:  $M_{расч.}^{H.хл.}$ ,  $M_{расч.}^{H.люц.}$ ,  $M_{расч.}^{H.кук.}$  - оросительная норма нетто для хлопчатника, люцерны и кукурузы мавсумнинг, м<sup>3</sup>/га. Принимается по таблице режима орошения культур.

$\alpha_{хл.}$ ,  $\alpha_{люц.}$ ,  $\alpha_{кук.}$  - процентный состав, соответственно хлопчатника, люцерны, кукурузы на севооборотном массиве ( $\alpha_{хл.} + \alpha_{люц.} + \alpha_{кук.} + \dots = 100$ );

$KЗИ$  - коэффициент земельного использования.

Проектируемый массив расположен в зоне Ц-II-A. Схема севооборота 6:2:1. Оросительная норма для хлопчатника  $M_{расч.}^{H.хл.} = 6200$  м<sup>3</sup>/га; для люцерны  $M_{расч.}^{H.люц.} = 8400$  м<sup>3</sup>/га, для кукурузы  $M_{расч.}^{H.кук.} = 6600$  м<sup>3</sup>/га.

$$\bar{M} = \frac{(66,7 \cdot 6200 + 22,2 \cdot 8400 + 11,1 \cdot 6600)}{100} \cdot 0,9 = 6059 \text{ м}^3/\text{га}$$

$$\Phi_k = \frac{1 - \eta_{свхр}^H}{\eta_{свхр}^H} \cdot \bar{M}, \text{ м}^3/\text{га}$$

где:  $\eta_{свхр}^H$  - КПД системы ВХР.

Определяем потери из оросительных каналов:

$$\Phi_K = \frac{1-0,81}{0,81} \cdot 6059 = 1421 \text{ м}^3/\text{Га}$$

$$W_c^{II} = 6059 + 1421 + 6500 = 13980 \text{ м}^3/\text{Га}$$

$$W_c^s = 6059 + 1421 = 7480 \text{ м}^3/\text{Га}$$

Суммарное испарение ( $E_u$ ),  $\text{м}^3/\text{Га}$ .

На орошаемых землях суммарное испарение (можно принимать по данным таблиц приведенных [4] в приложении-2) определяют в зависимости от расположения балансового участка, механического состава почв, глубины залегания грунтовых вод.

Для вышеприведённой задачи:

$$E_o^u = E_g + E_{нв} = 8530 + 1370 = 9900 \text{ м}^3/\text{Га}$$

$$E_g = E + E_K = 7750 + 780 = 8530 \text{ м}^3/\text{Га}$$

$$E_{нв} = 137 \text{ мм} = 1370 \text{ м}^3/\text{Га}$$

$E_g$  - количество испарения для определенного гидромодульного района на вегетационный период, мм;

$E_o$  - дополнительное значение к общему испарению  $E$  для определенного гидромодульного района,  $\text{м}^3/\text{Га}$ ;

Значение  $E_o$  можно определить по формуле:

$$E_o = \frac{(\alpha_x \cdot E_x + \alpha_l \cdot E_l + \alpha_k \cdot E_k + \dots)}{100} \cdot KЗИ, \text{ м}^3/\text{Га}$$

где:  $E_x$ ,  $E_l$ ,  $E_k$  - суммарное испарение полей занятых хлопчатником, люцерной и кукурузой.

Суммарное испарение, в зависимости от испаряемости и положения ГВ ( $H_{но}$ ) можно определить по формуле С.А.Аверьянова:

$$E_x = K \cdot E_o \cdot \left(1 - \frac{H_{но}}{H_o'}\right)^2, \text{ м}^3/\text{Га}$$

где:  $K$  - коэффициент, учитывающий особенности возделываемой культуры, для хлопчатника  $K=1,0$ ; для люцерны  $K=1,3$ ; для кукурузы  $K=0,88$ ;

$H_o'$  - параметр, свойственный данной природной обстановке и положению УГВ (принимается по таблице 6.18.1.), м

$H_{HO}$  - норма осушения, м.

Таблица 6.18.1. Значение  $H'_o$

Широтная почвенно- климатическая зона	Значение $H'_o$				
	Норма осушения $H_{HO}$				
	1,9	2,2	2,3	2,5	2,7
С-II-A	5,6	6,5	6,8	7,3	8,0
С-II-B	5,4	6,2	6,5	7,2	7,8
Ц-I-A	6,0	6,8	7,2	7,8	8,5
Ц-I-B	6,5	6,5	6,8	7,3	8,0
Ц-II-A	6,3	7,0	7,4	8,0	8,8
Ц-II-B	5,8	6,6	7,0	7,6	8,3
Ю-I-A	6,2	7,2	7,6	8,3	9,0
Ю-I-B	6,0	6,8	7,2	7,8	8,5
Ю-II-A	6,8	7,8	8,2	9,0	9,5
Ю-II-B	6,3	7,0	7,4	8,0	8,8

$E_o$  - испарение, м<sup>3</sup>/га

Это значение определяется по формуле:

$$E_o = \frac{M_o^x}{10 \cdot K_1 \cdot K_2} + A_g, \text{ мм}$$

здесь:  $M_o^x$  - оросительная норма хлопчатника, м<sup>3</sup>/га.

$A_g$  - атмосферные осадки в вегетационный период хлопчатника, мм;

$K_1$  - коэффициент зависящий от вида возделываемой культуры  
(таблица 6.18.2.)

Таблица 6.18.2. Значение коэффициента “ $K_1$ ”

Культура	Климатическая широта					
	С-I	С-II	Ц-I	Ц-II	Ю-I	Ю-II
Хлопчатник	-	0,60	0,63	0,65	0,68	0,70



$K_2$ -коэффициент зависящий от почвенных и гидрогеологических условий (Таблица 6.18.3.).

Таблица 6.18.3. Значение коэффициента “ $K_2$ ”.

Почвенно-климатические зоны	Почвенно-мелиоративная область			
	“Б”		“В”	
	IV	V	IV	V
А	0,8	0,75	0,92	0,88
Б	0,777	0,73	0,88	0,84

Подставляя значения в формулу определяем испаряемость хлопкового поля:

$$E_o = \frac{M_o^x}{10 \cdot K_1 \cdot K_2} + A_e = \frac{6200}{10 \cdot 0,65 \cdot 0,88} + 14 = 1098 \text{ мм}$$

Определяем суммарное испарение хлопкового поля:

$$E_m = K_m \cdot E_o \cdot \left(1 - \frac{H_{ho}}{H_o'}\right)^2 = 1 \cdot 10980 \cdot \left(1 - \frac{2,7}{8,8}\right)^2 = 5380 \text{ м}^3/\text{га}$$

Определяем суммарное испарение поля люцерны:

$$E_l = K_l \cdot E_m = 1,3 \cdot 5380 = 6994 \text{ м}^3/\text{га}$$

Суммарное испарение кукурузного поля:

$$E_k = K_k \cdot E_m = 0,88 \cdot 5380 = 4734 \text{ м}^3/\text{га}$$

Определяем расчетное значение суммарного испарения:

$$E_{об} = \frac{(66,7 \cdot 5380 + 22,2 \cdot 6994 + 11,1 \cdot 4734)}{100} = 4674 \text{ м}^3/\text{га}$$

$$E_{об}'' = 4674 + 1370 = 6044 \text{ м}^3/\text{га}$$

$$E_e = 4674 \text{ м}^3/\text{га}$$

47-задача: Если напорный слой толщиной  $h = 50$  м подстилается на слабоводопроницаемом слое коэффициентом водопроницаемости  $K = 0,61$  м/сут и  $H_{нзв} - H_{зв} = \Delta h = 1$ , тогда:

$$V_{нзв} = \frac{\Delta h \cdot K}{h} \cdot 10000 \cdot t, \text{ м}^3/\text{га}$$

Для вегетационного периода:  $V_{нзв}' = \frac{1 \cdot 0,1}{50} \cdot 10000 \cdot 183 = 3660 \text{ м}^3/\text{га}$

Для всего года:  $V_{нв}' = \frac{1 \cdot 0,1}{50} \cdot 10000 \cdot 365 = 7300 \text{ м}^3/\text{га}$

48-задача: По данным значений вышеприведенной задачи:  $K = 0,21 \text{ м/сут}$ ;  
 $W_{снв} = 0,26$ ;  $W_{ннв} = 0,48$ ;  $W_{ммв} = 0,18$ ;  $n = 2,0$ ;  $h_K = 1,0 \text{ м}$ ;  $h_{сс} = 2,0$   
 $\text{м}$ ;  $H_\alpha = 1,0 \text{ м}$ . Определите значение водообмена между зоной аэрации и  
 грунтовыми водами ( $V_{зв}$ ),  $\text{м}^3/\text{га}$ .

Решение: При глубоком расположении грунтовых вод (ниже критического уровня):

$$V_{зв} = V_{зв}' + M, \text{ м}^3/\text{га}$$

$$V_{зв}' = (0,15 - 0,25) \cdot M, \text{ м}^3/\text{га}$$

Маленькое значение для слабоводопроницаемых почв, большое значение для почв с легким механическим составом.

Случай, при близком расположении грунтовых вод (выше критического уровня):

$$V_{зв} = V_{зв}' + M, \text{ м}^3/\text{га}$$

$$V_{зв}' = q_{зв} \cdot t; \quad q_{зв} = \alpha \cdot W_{ср} - \beta$$

$$W_{ср} = \frac{W_{снв} - W_{ннв}}{W_{ннв} - W_{ммв}};$$

$$\alpha = \frac{K}{1 - \exp\left(-\frac{(h_{сс} - \frac{H_\alpha}{2}) \cdot n}{h_K}\right)}$$

$$\beta = \frac{K \cdot \exp\left[-\frac{n \cdot (h_{сс} - \frac{H_\alpha}{2})}{h_K}\right]}{1 - \exp\left[-\frac{n \cdot (h_{сс} - \frac{H_\alpha}{2})}{h_K}\right]}$$

где:  $h_{зв}$  - средняя глубина залегания грунтовых вод для расчётного периода, м;

$H_\alpha$  - толщина активного слоя, м;

$h_k$  - активное капиллярное поднятие почвы, м;

$n$  - показатель степени  $n = (3,5 - 6,0)$ ;

$W_{ср}$  - средняя полевая влагоёмкость активного слоя в расчётный период, в % от объёма ([4] приложение-4);

$W_{ммв}$  - минимальная молекулярная влагоёмкость почвы, в % от объёма (приложение-4);

$W_{нв}$  - полная влагоёмкость почвы, в % от объёма;

$K$  - коэффициент водопроницаемости водонасыщенной почвы, м/сут.

$$W_{CP} = \frac{0,26 - 0,18}{0,48 - 0,18} = 0,276 ;$$

$$\alpha = \frac{0,21}{1 - \exp\left[-\frac{\left(2,0 - \frac{1}{2}\right) \cdot 4}{1,0}\right]} = 0,21$$

$$\beta = \frac{21 \cdot \exp\left[-\frac{4 \cdot \left(2 - \frac{1}{2}\right)}{1,0}\right]}{1 - \exp\left[-\frac{4 \cdot \left(2 - \frac{1}{2}\right)}{1,0}\right]} = 0,0005$$

$$q_{ГВ} = 0,21 \cdot (0,276)^4 - 0,0005 = 0,00112 - 0,0005 = 0,000616$$

$$V'_{ГВ} = q_{ГВ} \cdot t = 0,000616 \cdot 183 = 0,1127 \text{ м} = 1127 \text{ м}^3/\text{га}$$

Для вегетационного периода поступающая вода в дренаж определяется по формуле:

$$D_B = P_B + W_C^B - E_{YM}^B \pm V_{BC}^B = 140 + 7480 - 4674 \cdot (8530) \cdot 10 = 2946 \cdot (-910) \text{ м}^3/\text{га}$$

Годовое значение:

$$D_{Г} = P_{Г} + W_C^Г - E_{YM}^Г \pm V_{BC}^Г = 1190 + 13980 - 6044 \cdot (9900) + 0 = 9126 \cdot (5270) \text{ м}^3/\text{га}$$

Для вегетационного периода по формуле:

$$D_B = \hat{O}_{\hat{E}} + V_{CC}^I + V_C^B = 1421 + 1127 + 0 = 2548 \text{ м}^3/\text{га}$$

Годовое значение:

$$D_T = \Phi_K + V_{CC}^I + M + V_{CC}^T = 1421 + 1127 + 6500 = 9048 \text{ м}^3/\text{га}$$

### 6.19. Определение интенсивности инфильтрации и дренажного модуля.

Интенсивность инфильтрации ( $q_{III}$ ) - это скорость инфильтрации грунтовых вод в дренажную сеть за единицу времени и это значение определяется количеством воды поступающей в дренаж:

$$q_{III} = \frac{D}{10000 \cdot t}, \text{ м/сут}$$

Дренажный модуль ( $q_{др}$ ) – это объём поступающий в дренаж грунтовыми водами с 1 га площади за единицу времени:

$$q_{др} = \frac{D}{86,4 \cdot t}, \text{ л/с га}$$

здесь: D – количество воды поступающей в дренаж,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

t – время, сут

49-задача: Объём воды поступающей в дренаж  $D=9048 \text{ м}^3/\text{га}$ . Определите интенсивность инфильтрации и значение дренажного модуля.

Решение: Значение интенсивности инфильтрации:

$$q_{III} = \frac{9048}{10000 \cdot 365} = 0,0025 \text{ м/сут}$$

Дренажный модуль:

$$q_{др} = \frac{9048}{86,4 \cdot 365} = 0,287 \text{ л/с га}$$

### 6.20. Определение расчетной фильтрационной схемы.

50-задача: Необходимо принять расчётную схему гидротехнического дренажа для хозяйства в Бухарской области.

Особенности геолого-литологического разреза хозяйства:

$$\begin{array}{ll}
m_1 = 4,0 \text{ м} & K_1 = 0,15 \text{ м/сут} \\
m_2 = 3,0 \text{ м} & K_2 = 0,36 \text{ м/сут} \\
m_3 = 4,0 \text{ м} & K_3 = 1,51 \text{ м/сут} \\
m_4 = 1,0 \text{ м} & K_4 = 0,17 \text{ м/сут} \\
m_5 = 1,0 \text{ м} & K_5 = 0,04 \text{ м/сут} \\
m_6 = 5,0 \text{ м} & K_6 = 1,61 \text{ м/сут} \\
m_7 = 15 \text{ м} & K_7 = 2,00 \text{ м/сут}
\end{array}$$

Водонепроницаемый слой расположен на глубине 33 м.

Решение: Для каждого разреза определяем значения  $T$  и  $\beta$ :

$$\begin{array}{ll}
T_1 = 0,60 \text{ м}^2/\text{сут} & \beta_1 = 0,0375 \text{ сут}^{-1} \\
T_2 = 1,08 \text{ м}^2/\text{сут} & \beta_2 = 0,120 \text{ сут}^{-1} \\
T_3 = 6,04 \text{ м}^2/\text{сут} & \beta_3 = 0,3775 \text{ сут}^{-1} \\
T_4 = 0,17 \text{ м}^2/\text{сут} & \beta_4 = 0,17 \text{ сут}^{-1} \\
T_5 = 0,04 \text{ м}^2/\text{сут} & \beta_5 = 0,04 \text{ сут}^{-1} \\
T_6 = 8,05 \text{ м}^2/\text{сут} & \beta_6 = 0,322 \text{ сут}^{-1} \\
T_7 = 30 \text{ м}^2/\text{сут} & \beta_7 = 0,133 \text{ сут}^{-1}
\end{array}$$

Среди значений разрезов нет слоя со значением  $\beta < 10^{-4} \text{ сут}^{-1}$ , поэтому водонепроницаемый слой принимаем равным 33 м.

Значение водопроницаемых коэффициентов делим на самое малое значение водопроницаемого коэффициента из разреза:

$$\begin{array}{l}
\frac{K_1}{K_5} = 3,75; \quad \frac{K_2}{K_5} = 9,0; \quad \frac{K_3}{K_5} = 35,75; \quad \frac{K_4}{K_5} = 4,25; \quad \frac{K_5}{K_5} = 1; \quad \frac{K_6}{K_5} = 40,25; \\
\frac{K_7}{K_5} = 50;
\end{array}$$

Как видно из разреза 3 и 6 случаи имеют следующее значение  $\frac{K_i}{K_{\text{мин}}} > 10$ , значит этот разрез входит в многослойную группу.

Объединяем составы разрезов:

возможны следующие объединения  $\frac{K_2}{K_1} = 4,19 < 5$ ,  $\frac{K_3}{K_2} = 4,19 < 5$

$\frac{K_3}{K_4} = 8,88 > 5$  значит этот состав объединить нельзя.

Проверим возможность объединения 1, 2, 3 случаев.

$\frac{K_3}{K_1} = 10,06$ , значит объединяем составы 1 и 3, 1 и 2, получаем  $m_1 = 7,0$  м;

$$T_1 = 1,68 \text{ м}^2/\text{сут}; K_1 = 0,24 \text{ м/сут.}$$

Состав оставляем отдельно, тогда  $m_2 = 4,0$  м;  $T_2 = 6,04 \text{ м}^2/\text{сут};$

$$K_2 = 1,51 \text{ м/сут.}$$

Рассмотрим объединение следующих составов:

$\frac{K_4}{K_5} = 4,25 < 5$  составы можно объединять.

$\frac{K_6}{K_5} = 40,25 > 5$  составы нельзя объединять.

$\frac{K_7}{K_6} = 1,24$  составы можно объединять.

Объединяя составы 4 и 5:  $m_3 = 2,0$  м;  $T_3 = 0,21 \text{ м}^2/\text{сут}; K_3 = 0,105 \text{ м/сут}$

Объединяя составы 6 и 7:  $m_4 = 21,0$  м;  $T_4 = 38,05 \text{ м}^2/\text{сут}; K_4 = 1,83 \text{ м/сут}$

в результате приходим к фильтрационной схеме в 2 слоя и 4 состава:

$$m_1 = 7,0 \text{ м} \quad T_1 = 1,68 \text{ м}^2/\text{кун} \quad K_1 = 0,24 \text{ м/кун}$$

$$m_2 = 4,0 \text{ м} \quad T_2 = 6,04 \text{ м}^2/\text{кун} \quad K_2 = 1,51 \text{ м/кун}$$

$$m_3 = 2,0 \text{ м} \quad T_3 = 0,21 \text{ м}^2/\text{кун} \quad K_3 = 0,105 \text{ м/кун}$$

$$m_4 = 21,0 \text{ м} \quad T_4 = 38,05 \text{ м}^2/\text{кун} \quad K_4 = 1,83 \text{ м/кун}$$

## 6.21. Определение типа дренажа.

С инженерной точки зрения тип дренажа выбирается по гидрогеологическим показателям и рекомендуется применять по таблице 6.21.1.

Таблица 6.21.1. Обоснование типа дренажа по гидрогеологическим показателям.

Фильтрационная схема		Показатели фильтрационной схемы	Типы дренажа		
			Горизонтальный	Комбинированный	Вертикальный
1	2	3	4	5	6
1 слойный	1 составный	УГВ.; $H$ , м;	3,0	3,0-5,0	5,0
		$m$ , м;	-	-	20,0
		$K$ , м/сут;	0,1	-	5,0
		$T$ , м <sup>2</sup> /сут	1-5	-	100
	2 составный	$m_1$ , м;	5-15	5-15	20
		$K_1$ , м/сут;	0,1	0,1	5,0
		$T_1$ , м <sup>2</sup> /сут;	20	20-100	100
		$q_{BC}$ , м/сут	0,1	0,1-0,2	0,2
2 слойный	3/4 составный	$m_1$ , м;	5-15	5-15	20
		$K_1$ , м/сут;	0,1	0,1	5,0
		$T_1$ , м <sup>2</sup> /сут;	5-20	5-20	100
		$T_2$ , м <sup>2</sup> /сут;	20	20-100	100
		$q_{BC}$ , м/сут	0,1	0,1-0,2	0,2

51-задача: Выберите тип дренажа для следующих гидрогеологических условий.

Таблица 6.21.2.

$m_1 = 5$ м	$K_1 = 0,9$ м/сут	$T_1 = 4,5$ м <sup>2</sup> /сут
$m_2 = 3$ м	$K_2 = 0,08$ м/сут	$T_2 = 0,24$ м <sup>2</sup> /сут
$m_3 = 107$ м	$K_3 = 1,39$ м/сут	$T_3 = 148,73$ м <sup>2</sup> /сут

Решение: По таблице 6.21.2. для первого слоя ( $m_1 = 5$  м) рекомендуется применять горизонтальный или комбинированный дренаж.

По водопроницаемости 1 и 3 слоев  $T_1 = 4,5$  м<sup>2</sup>/сут,  $T_3 = 148,73$  м<sup>2</sup>/сут, а так же по отношению коэффициента водопроницаемости второго слоя к коэффициенту водопроницаемости третьего слоя рекомендуется применять комбинированный дренаж.

52-задача: Выберите тип дренажа для следующих гидрогеологических условий.

$$m_1 = 15 \text{ м} \quad K_1 = 0,13 \text{ м/сут} \quad T_1 = 1,95 \text{ м}^2/\text{сут}$$

$$m_2 = 100 \text{ м} \quad K_2 = 1,14 \text{ м/сут} \quad T_2 = 114 \text{ м}^2/\text{сут}$$

Решение: Для данной фильтрационной схемы можно применить все три типа дренажа. По данным первого слоя – горизонтальный или комбинированный, для второго слоя – вертикальный. В данном случае рекомендуется применять комбинированный или вертикальный дренаж.

## **6.22. Определение расстояния между горизонтальными дренами.**

53-задача: Определите междреннее расстояние с близким расположением водонепроницаемого слоя с однородным грунтом (рис. 6.22.1.).



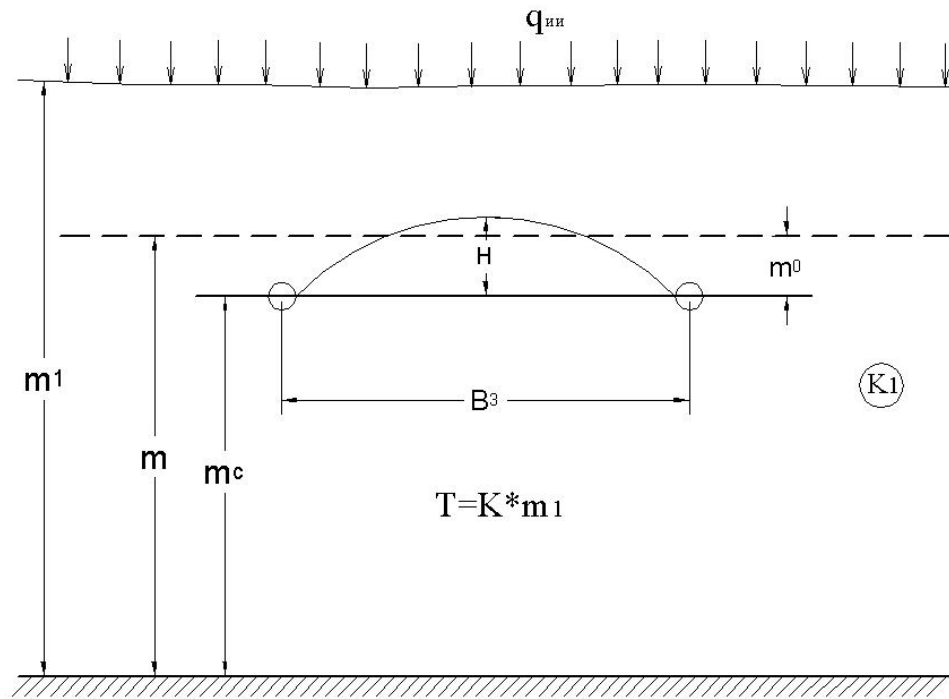


Рис. 6.22.1. Расчётная схема расчёта междренного расстояния для однородного грунта.

Исходные данные:

Коэффициент фильтрации	– $K_1=0.21$ м/сут
Толщина почвенного слоя	– $m_1=7.0$ м
Глубина дрены	– $t_3=3.0$ м
Давление между дренами	– $H=1.0$ м
Радиус дрены	– $r=0.15$ м
Интенсивность инфильтрации	– $q_{ин}=0.00053$ м/сут

Решение: Определяем толщину водного слоя:

$$m = m_1 - t_3 + 0.5 \cdot H = 7.5 - 3 + 0.5 \cdot 1 = 5 \text{ м}$$

Водопроницаемость слоя  $T = K_1 \cdot m_1 = 0.21 \cdot 5 = 1.05$  м<sup>2</sup>/сут

По гидрогеологическим условиям необходимо запроектировать вертикальный дренаж.

Расстояние между дренами определяется по следующей формуле:

$$B = 4 \cdot \left( \sqrt{f^2 + \frac{T \cdot H}{2 \cdot q_{ин}}} - f \right) \text{ м}$$

$$f = m \cdot \delta; \quad 2 \cdot r \leq 0.25 \cdot m \text{ для данного условия } 2 \cdot 0.15 \leq 0.25 \cdot 5$$

$$\delta = 0.366 \cdot \lg \frac{m}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot \sin \frac{\pi \cdot (2m_0 + r)}{2m}} = 0.366 \cdot \lg \frac{5}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.15 \cdot \sin \frac{3.14 \cdot (2 \cdot 0.5 + 0.15)}{2 \cdot 5}} = 0.43$$

$$f = 5 \cdot 0.43 = 2.15 \text{ м}$$

$$B = 4 \cdot \left( \sqrt{2.15^2 + \frac{1.05 \cdot 1}{2 \cdot 0.00053}} - 2.15 \right) = 117.6 \text{ м}$$

Расстояние между дренами принимаем равным  $B=100$  м.

54-задача: Определите расстояние между дренами в двухслойной толще грунта (рис. 6.22.2.).

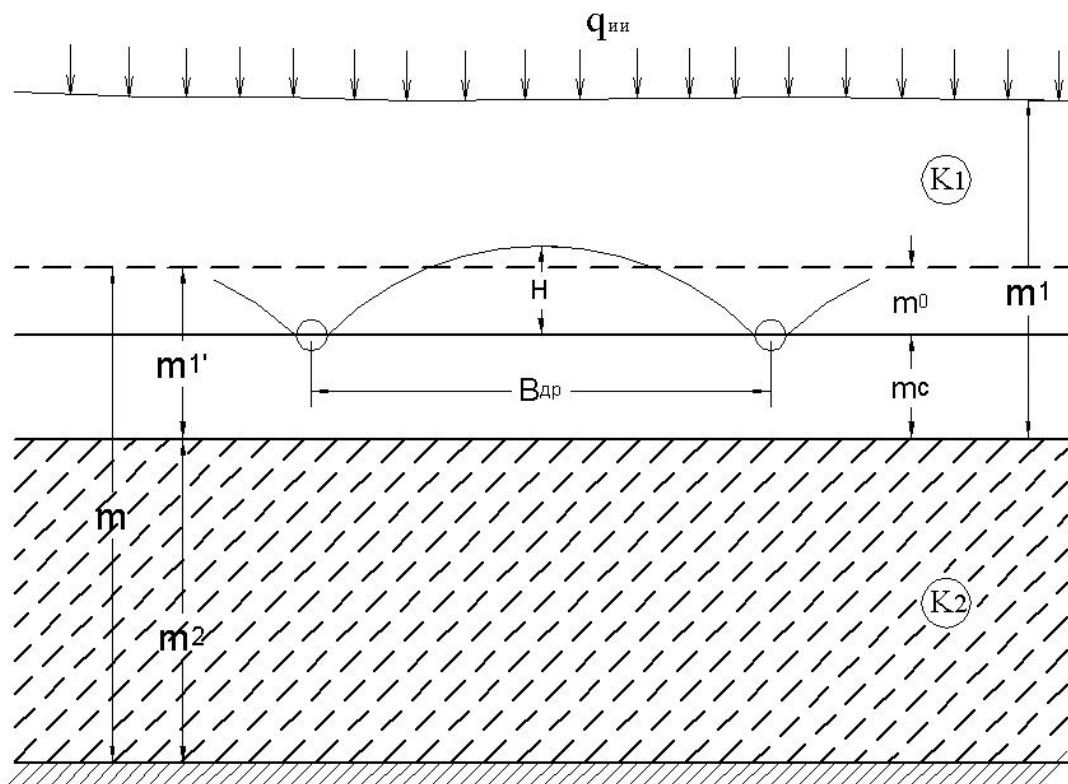


Рис. 6.22.2. Расчётная схема определения расстояния между дренами для двухслойной толщи.

Исходные данные:

Коэффициент фильтрации –  $K_1=0.29$  м/сут

–  $K_2=1.26$  м/сут

Толщина почвенного слоя –  $m_1=15$  м

–  $m_2=155$  м

Глубина дрены

–  $t_3=3.0$  м

Давление между дренами	– Н=1.0 м
Радиус дрены	– r=0.15 м
Интенсивность инфильтрации	– q <sub>ин</sub> =0.0011 м/сут

Решение: Определяем толщину верхнего водного слоя:

$$m' = m_1 - t_3 + 0.5 \cdot H = 15 - 3 + 0.5 \cdot 1 = 12.5 \text{ м}$$

Водопроницаемость верхнего слоя:

$$T_1 = K_1 \cdot m'_1 = 0.29 \cdot 12.5 = 3.62 \text{ м}^2/\text{сут}$$

Водопроницаемость нижнего слоя:

$$T_2 = K_2 \cdot m_2 = 1.26 \cdot 155 = 195.3 \text{ м}^2/\text{сут}$$

Общая водопроницаемость:  $T_1 + T_2 = 3.62 + 195.3 = 198.92 \text{ м}^2/\text{сут}$

Толщина водного слоя:  $m = m_1 + m_2 = 12.5 + 155 = 167.5 \text{ м}$

Расстояние между дренами определяется по следующей формуле:

$$B = 4 \cdot \left( \sqrt{f^2 + \frac{T \cdot H}{2 \cdot q_{\text{ин}}}} - f \right) \text{ м}$$

Значение фильтрационного сопротивления для данного гидрогеологического условия:

$$f = \beta_B \cdot m \cdot \frac{K_2}{K_1} \cdot \delta + m'_1 \cdot \frac{K_1 \cdot K_2}{K_1} \cdot \delta_1$$

$\beta_B$  – коэффициент верхнего слоя принимаем из [4] табл. № 7.12 и на основании графика 7.14 равным  $\beta_B = 0.8$

$$\frac{r}{m'_1} = \frac{0.15}{12.5} = 0.012; \lambda = \frac{K_2 - K_1}{K_2 + K_1} = \frac{1.26 - 0.29}{1.26 + 0.29} = 0.626; \rho = \frac{m_2}{m'_1} = \frac{155}{12.5} = 12.4$$

$$\delta = 0.366 \cdot \lg \frac{m'_1 + m_2}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot \sin \frac{\pi(2m_0 + r)}{2(m'_1 + m_2)}} = 0.366 \cdot \lg \frac{12.5 + 155}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.15 \cdot \sin \frac{3.14(2 \cdot 0.5 + 0.15)}{2(12.5 + 155)}} = 1.54$$

$$\delta_1 = 0.366 \cdot \lg \frac{12.5}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.15 \cdot \sin \frac{3.14(2 \cdot 0.5 + 0.15)}{2 \cdot 12.5}} = 0.72$$

Общее фильтрационное сопротивление:

$$f = 0.8 \cdot 167.5 \cdot \frac{1.26}{0.29} \cdot 1.54 + 12.5 \frac{0.29 - 1.26}{0.29} \cdot 0.72 = 866.34 \text{ м}$$

Расстояние между дренами:

$$B = 4 \cdot \left( \sqrt{866.34^2 + \frac{198.92 \cdot 1}{2 \cdot 0.0011}} - 866.34 \right) = 202.8 \text{ м}$$

Таким образом расстояние между дренами принимаем 200 м.

55-задача: Определите расстояние между дренами в трехслойной толще грунта (рис. 6.22.3.).

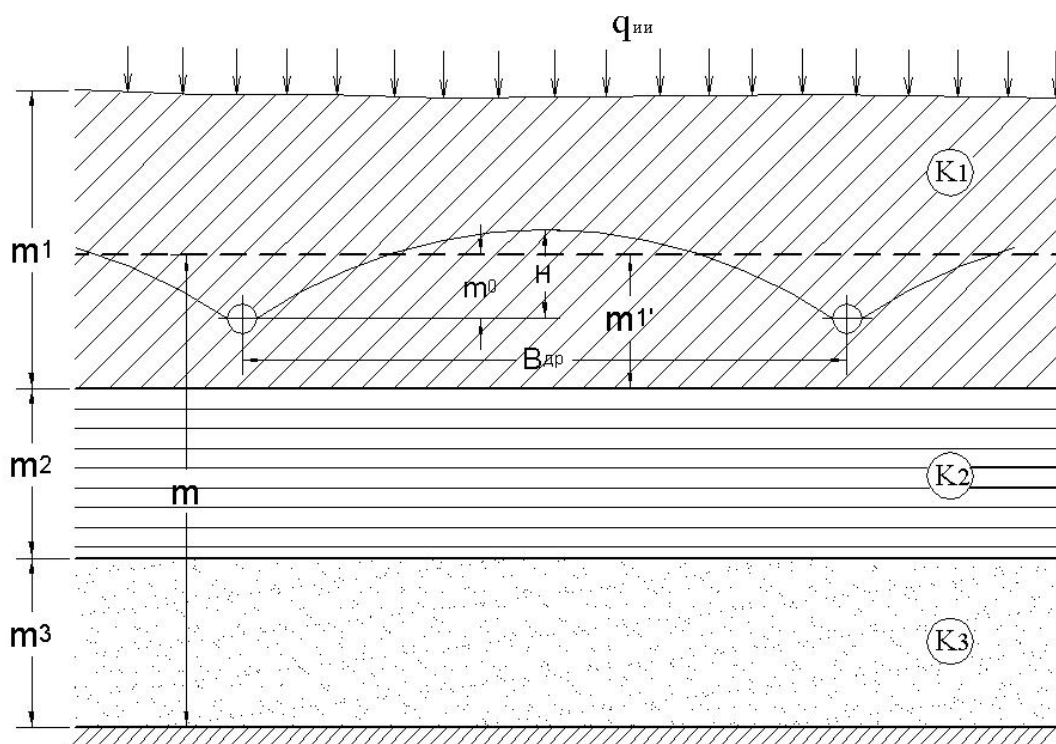


Рис. 6.22.3. Расчётная схема определения расстояния между дренами для трехслойной толщи.

Исходные данные:

Коэффициент фильтрации  
 –  $K_1=0.9$  м/сут  
 –  $K_2=0.08$  м/сут  
 –  $K_3=1.4$  м/сут

Толщина почвенного слоя  
 –  $m_1=5$  м  
 –  $m_2=0.9$  м  
 –  $m_3=100$  м

Глубина дрены  
 –  $t_3=3.0$  м

Давление между дренами  
 –  $H=1.0$  м

Радиус дрены  
 –  $r=0.15$  м

Интенсивность инфильтрации  
 –  $q_{ин}=0.0011$  м/сут

Решение:  $m'_1 = m_1 - t_3 + 0.5 \cdot H = 5 - 3 + 0.5 \cdot 1 = 2.5$  м;

$$m_0 = 0.5 \cdot 1 = 0.5 \text{ м}; m_t = m'_1 + m_2 = 2.5 + 9.0 = 11.5 \text{ м};$$

$$m = m_1 + m_2 + m_3 = 111.5 \text{ м}$$

$$T_1 = 2.5 \cdot 0.9 = 2.25 \text{ м}^2/\text{сут}; T_2 = 9.0 \cdot 0.08 = 0.72 \text{ м}^2/\text{сут};$$

$$T_3 = 100 \cdot 1.4 = 140 \text{ м}^2/\text{сут}; T = T_1 + T_2 + T_3 = 142.97 \text{ м}^2/\text{сут}.$$

$$\frac{K_2}{K_3} = \frac{0.06}{1.4} = 0.04 < 0.4; \frac{K_2}{K_1} = \frac{0.06}{0.9} = 0.06 > 0.01 \text{ по данным показателям}$$

значение фильтрационного сопротивления определяем по следующей формуле:

$$f = m'_1 \cdot \delta_1 + \frac{T_3}{K_1} \cdot \left( \alpha_1 \cdot \frac{K_1}{K_2} \cdot \bar{\delta}_t + \frac{K_2 - K_1}{K_2} \cdot \bar{\delta}_1 \right)$$

Где,  $\alpha_1$  – коэффициент зависящий от  $\varphi$ ,  $\lambda$  и  $\rho$ :

$$\varphi = \frac{r}{m'_1} = \frac{0.15}{2.5} = 0.06; \lambda = \frac{K_1 - K_2}{K_1 + K_2} = \frac{0.9 - 0.08}{0.9 + 0.08} = 0.72; \rho = \frac{m_2}{m'_1} = \frac{9.0}{2.5} = 3.6$$

Из [4] рисунка 7.18 принимаем  $\alpha_1 = 0.89$  и определяем значение коэффициентов  $\bar{\delta}_t$  и  $\bar{\delta}_1$  по данным формулам:

$$\bar{\delta}_t = 0.73 \cdot \lg \frac{4 \cdot m_t \cdot \cos \frac{\pi \cdot m_0}{2 \cdot m'_1 \cdot t}}{\pi (\sqrt{(m_0 + 0.5r) \cdot 2r})} = 0.73 \cdot \lg \frac{4 \cdot 11.5 \cdot \cos \frac{3.14 \cdot 0.15}{2 \cdot 11.5}}{3.14 \cdot \sqrt{2 \cdot 0.15 \cdot (0.5 + 0.5 \cdot 0.15)}} = 1.13$$

$$\bar{\delta}_1 = 0.73 \cdot \lg \frac{4 \cdot m'_1 \cdot \cos \frac{\pi \cdot m_0}{2 \cdot m'_1}}{\pi (\sqrt{(m_0 + 0.5r) \cdot 2r})} = 0.73 \cdot \lg \frac{4 \cdot 2.5 \cdot \cos \frac{3.14 \cdot 0.15}{2 \cdot 2.5}}{3.14 \cdot \sqrt{2 \cdot 0.15 \cdot (0.5 + 0.5 \cdot 0.15)}} = 0.63$$

$$\delta_1 = 0.366 \cdot \lg \frac{m}{2\pi r \cdot \sin \frac{\pi(2m_0 + r)}{2m}} = 0.366 \cdot \lg \frac{111.5}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.15 \cdot \sin \frac{3.14(2 \cdot 0.5 + 0.15)}{2 \cdot 111.5}} = 1.41$$

$$f = 2.5 \cdot 1.41 \cdot \frac{140}{0.9} \left( 0.89 \frac{0.9}{0.08} \cdot 1.13 + \frac{0.08 - 0.9}{0.08} \cdot 0.63 \right) = 758$$

$$B = 4 \cdot \left( \sqrt{758^2 + \frac{142.07 \cdot 1}{2 \cdot 0.0011}} - 758 \right) = 168.2 \text{ м}$$

56-задача: Определите расстояние между дренами в четырехслойной толще грунта (рис. 6.22.4.).

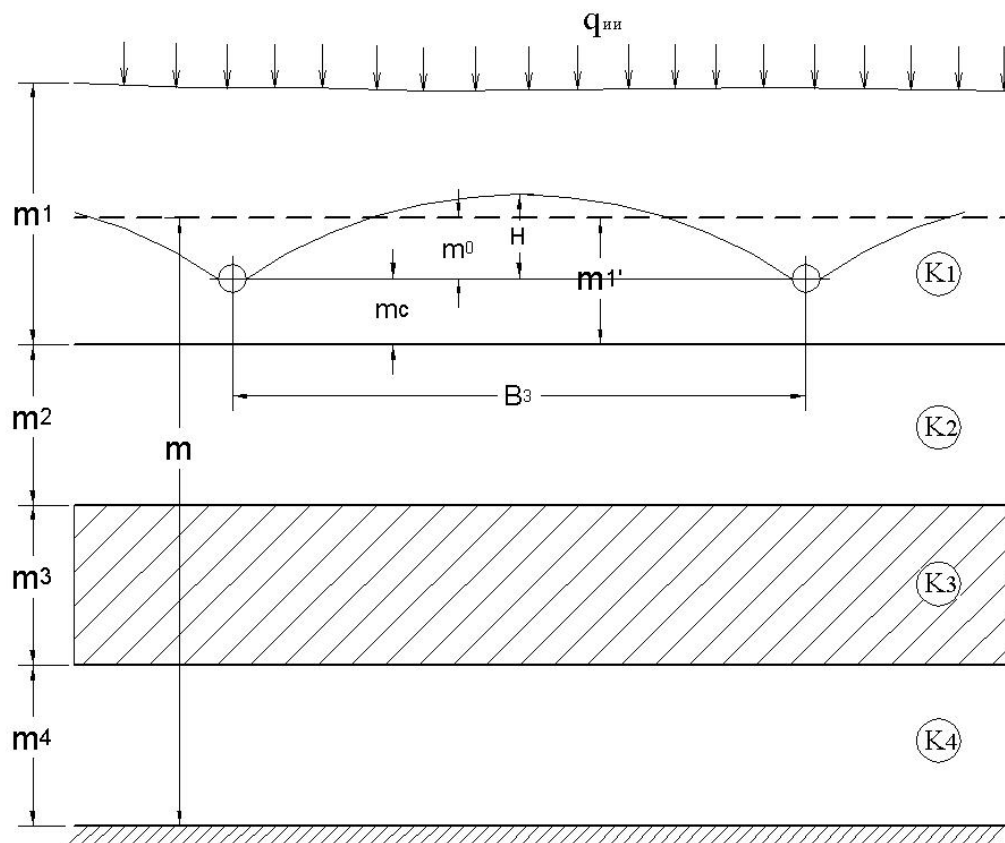


Рис. 6.22.4. Расчётная схема определения расстояния между дренами для четырехслойной толщи.

Исходные данные:

Коэффициент фильтрации –  $K_1=0.14$  м/сут  
–  $K_2=1.33$  м/сут  
–  $K_3=0.02$  м/сут  
–  $K_4=3.16$  м/сут

Толщина почвенного слоя –  $m_1=9$  м  
–  $m_2=45$  м  
–  $m_3=32$  м  
–  $m_4=19$  м

Глубина дрены –  $t_3=3.0$  м

Давление между дренами –  $H=1.0$  м

Радиус дрены –  $r=0.15$  м

Интенсивность инфильтрации –  $q_{ин}=0.0011$  м/сут

Решение: Определяем следующие параметры:

$$m_0 = 0.5 \cdot 1 = 0.5 \text{ м}; m'_1 = 9 - 3 + 0.5 \cdot 1 = 6.5 \text{ м};$$

$$m_t = m'_1 + m_2 = 6.5 + 45 = 51.5 \text{ м};$$

$$m = m_1 + m_2 + m_3 = 6.5 + 32 + 19 = 102.5 \text{ м}$$

$$T_1 = m_1 \cdot K_1 = 6.5 \cdot 0.14 = 0.91 \text{ м}^2/\text{сут};$$

$$T_2 = m_2 \cdot K_2 = 45 \cdot 1.33 = 59.85 \text{ м}^2/\text{сут};$$

$$T_3 = m_3 \cdot K_3 = 32 \cdot 0.02 = 0.64 \text{ м}^2/\text{сут};$$

$$T_4 = m_4 \cdot K_4 = 19 \cdot 3.16 = 60.04 \text{ м}^2/\text{сут}$$

$$T_0 = T_2 + T_4 = 59.85 + 60.04 = 119.89 \text{ м}^2/\text{сут}$$

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = 0.91 + 59.85 + 0.64 + 60.04 = 121.44 \text{ м}^2/\text{сут}.$$

Проверим следующие условия:

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{0.14}{1.33} = 0.1; K_2 = 1.33; K_4 = 3.16; K_2 \gg K_3 = 0.02; K_4 \gg K_3 = 0.02$$

Для данного условия значение фильтрационного сопротивления определяется по следующей формуле:

$$f = \left(1 + \frac{T_4}{T_2}\right) \cdot f_t + \frac{T_4 \cdot 0.5}{T_2 \cdot v_t} \cdot \tau_t$$

$f_t$  – фильтрационное сопротивление для двухслойной схемы фильтрации

$$f_t = \beta_B \cdot m_t \cdot \frac{K_2}{K_1} \cdot \delta_t + m'_1 \cdot \frac{K_1 - K_2}{K_1} \cdot \delta_1$$

Где:  $\beta_B$  – коэффициент верхнего слоя зависящий от  $\varphi$ ,  $\lambda$  и  $\rho$ , по значениям [4] табл. № 7.12 и рис. 7.14 принимаем равными:

$$\varphi = \frac{r}{m'_1} = \frac{0.15}{6.5} = 0.025; \lambda = \frac{K_1 - K_2}{K_1 + K_2} = \frac{1.33 - 0.14}{1.33 + 0.14} = 0.8; \rho = \frac{m_2}{m'_1} = \frac{45}{6.5} = 6.92$$

Так как по [4] рис. 7.14  $\rho < 5$  значение  $\beta_B$  принимаем по следующей формуле:

$$\beta_B = 1 - (0.21\sqrt{\lambda} \pm \lambda\varphi) \lg \rho = 1 - 0.2\sqrt{0.8} + 0.8 \cdot 0.23 \cdot \lg 6.92 = 0.83$$

При  $\rho > 1$  используется знак «+», а при  $\rho < 1$  знак «-».

$$\delta_t = 0.366 \cdot \lg \frac{m_t}{2\pi r \cdot \sin \frac{\pi(2m+r)}{2m_t}} = 0.366 \cdot \lg \frac{51.2}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.15 \cdot \sin \frac{3.14(2 \cdot 0.5 + 0.15)}{2 \cdot 51.2}} = 1.17$$

$$\delta_1 = 0.366 \cdot \lg \frac{6.5}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.15 \cdot \sin \frac{3.14(2 \cdot 0.5 + 0.15)}{2 \cdot 6.5}} = 0.40$$

$$f = 0.83 \cdot 51.5 \cdot \frac{1.33}{0.14} \cdot 1.17 + 6.5 \cdot \frac{0.14 - 1.33}{0.14} = 453 \text{ м}$$

$$v_e = \sqrt{\frac{K_3 \cdot T_0}{b_3 \cdot T_2 \cdot T_4}} = \sqrt{\frac{0.02 \cdot 119.89}{32 \cdot 59.85 \cdot 60.04}} = 0.0046$$

Расстояние между дренами будем определять методом подбора.

Принимаем  $B=200$  м. Тогда  $\bar{\alpha} = 0.5 \cdot v_t \cdot B = 0.5 \cdot 0.0046 \cdot 200 = 0.46$

По [4] рис. 7.20 при  $\bar{\alpha} = 0.46$   $\tau_t = 0.32$

Фильтрационное сопротивление:

$$f = \left(1 + \frac{60.04}{59.85}\right) \cdot 453 + \frac{60.04}{59.85} \cdot \frac{0.5}{0.0046} \cdot 0.32 = 940.78$$

Расстояние между дренами:

$$B = 4 \cdot \left( \sqrt{940.78^2 + \frac{121.44 \cdot 1}{2 \cdot 0.0011}} - 940.78 \right) = 116 \text{ м}$$

Так как разница между заданным  $B=200$  м и найденным  $B=116$  м составила 42% необходимо пересчитать расчеты и принимаем  $B=120$  м.

$$\bar{\alpha} = 0.5 \cdot v_t \cdot B = 0.5 \cdot 0.0046 \cdot 120 = 0.28 \rightarrow \tau_t = 0.25$$

$$f = \left(1 + \frac{60.04}{59.85}\right) \cdot 453 + \frac{60.04}{59.85} \cdot \frac{0.5}{0.0046} \cdot 0.25 = 933$$

$$B = 4 \cdot \left( \sqrt{933^2 + \frac{121.44 \cdot 1}{2 \cdot 0.0011}} - 933 \right) = 120 \text{ м}$$

Расстояние между дренами принимаем  $B=120$  м.

### 6.23. Расчёт комбинированного и вертикального дренажа.

57-задача: Определите расстояние между вертикальными дренами в двухслойной толщии грунта.

Исходные данные:

Коэффициент фильтрации	– $K_1=5$ м/сут
	– $K_2=15$ м/сут
Толщина почвенного слоя	– $m_1=26$ м
	– $m_2=32$ м
Давление между дренами	– $H=2.0$ м
Интенсивность инфильтрации	– $q_{ин}=0.0015$ м/сут



Максимальное значение уровня воды в колодце в нижней части фильтра  $S_{\max}=8.0$  м.

Решение: Данная задача решается с помощью следующей формулы:

$$S = \frac{Q}{T}(\rho + f_c), \text{ м}$$

$$Q = T \cdot S_x \cdot Z = 570 + 12 \cdot 067 = 4788 \text{ м}^3/\text{кун}$$

$$T = K_1 \cdot m_1' + K_2 \quad m_2 = 5 + 18 + 15 \cdot 32 = 570 \text{ м}^2/\text{кун}$$

$$m_1' = m_1 - H - 0,5 \cdot S_{\text{ХНС}} = 26 - 2 - 0,5 \cdot 12 = 18 \text{ м}$$

$$S_{\text{расч}} = 1,5 \cdot S_{\text{макс}} = 1,5 \cdot 8,0 = 12,0 \text{ м}$$

Расстояние между вертикальными дренами рассчитывается при помощи данной формулы  $Q = q_{\text{III}} \cdot \delta^2$

$$\delta = \sqrt{\frac{Q}{q_{\text{III}}}} = \sqrt{\frac{4788}{0,0015}} = 1787 \text{ м}$$

Длина фильтра  $l_\phi = 25$  м, диаметр каркаса фильтра  $D_K = 0,4$  м.

Значение внешнего фильтрационного сопротивления:

$$\rho = 0,366 \cdot \lg \frac{\delta}{\pi \cdot r_c} = 0,363 \cdot \lg \frac{1787}{3,14 \cdot 0,2} = 0,9$$

Значение фильтрационного сопротивления:

$$f_c = \beta_K \cdot \frac{K_1}{K_2} \cdot \delta_c + \frac{K_2 - K_1}{K_2} \cdot \delta_{c2}$$

$$\delta_c = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{1 - \chi}{\chi} \cdot \left( \ln \frac{l_\phi}{r_c} - \varepsilon \right)$$

где:  $\varepsilon = 0,65$  – коэффициент принимающийся по значению  $\chi = \frac{l_\phi}{m} = \frac{25}{50} = 0,5$

из [4] табл. 9.1.

$$\delta_c = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \frac{1 - 0,5}{0,5} \cdot \left( \ln \frac{25}{0,2} - 0,65 \right) = 0,66 \text{ для нижнего слоя}$$

$$\chi = \frac{l_{CP}}{m_2} = \frac{25}{32} = 0,7 \rightarrow \varepsilon = 1,1$$

$$\delta_{c2} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \frac{1 - 0,7}{0,7} \cdot \left( \ln \frac{25}{0,2} - 1,1 \right) = 0,25$$

$\beta_K$  – коэффициент по [4] табл. 7.1

$$\varphi = \frac{F_C}{m_2} = \frac{0,2}{32} = 0,0066 ; \quad \lambda = \frac{K_1 - K_2}{K_1 + K_2} = \frac{5 - 15}{5 + 15} < 0$$

$$\varphi = \frac{m_1'}{m_1} = \frac{18}{32} = 0,56 \text{ для данного значения } \beta_K = 1$$

$$f_c = 1 \cdot \frac{5}{15} \cdot 0,66 \cdot \frac{15 - 5}{15} \cdot 0,25 = 0,89$$

Значение понижения уровня воды в колодце:

$$S = \frac{Q}{T} \cdot (\rho + f_c) = \frac{0,0015 \cdot 1787^2}{570} \cdot (0,9 + 0,39) = 10,84 \text{ м}$$

Это значение сравниваем с расчетным:

$S < S_x$ ;  $10,84 \text{ м} < 12 \text{ м}$  условие выполняется, значит уровень воды в колодце задан.

Площадь обслуживания одного колодца равна 320 га.

58-задача: Определите междренное расстояние для вертикального дренажа при следующих условиях  $h = 1,0$  м  $q_{III} = 0,006$  м/сут;  $H_{HO} = 2,5$  м;  $r_C = 0,2$  м;  $l = 20$  м;  $l_\phi = 25$  м;  $m_2 = 13$  м;  $S = 9$  м;  $K_1 = 7,5$  м/сут  $m_1 = 43$  м.

Эту задачу будем решать методом подбора.

$$H = \frac{Q}{T} \cdot (\rho + f_c), \text{ м}$$

$$H = S + h - H = 9 + 1 + 2,5 = 7,5 \text{ м}$$

$$Q = q_{III} \cdot \delta^2 = 0,006 \cdot \delta^2$$

$$\rho = 0,366 \cdot \lg \frac{\delta}{\pi \cdot r_C} = 0,366 \cdot \lg \frac{\delta}{3,14 \cdot 0,2} ;$$

$$f_c = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \left( \frac{1 - \chi}{\chi} \cdot \ln \frac{0,7 \cdot l_\phi}{r_C} + \ln \frac{1}{\chi} + \frac{\Delta Q}{2} \right)$$

$$\chi = \frac{l_\phi}{m} = \frac{20}{36,75} = 0,54$$

$$m = m_2 + l + m_C = 13 + 20 + 0,5 \cdot 7,5 = 36,75 \text{ м}$$

$$\Delta Q = -0,17 \cdot \frac{m_D + \frac{l_{CP}}{2}}{m} = \frac{3,75 + 10}{36,75} = 0,37$$

$$f_c = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3,14} \cdot \left( \frac{1 - 0,54}{0,54} \cdot \ln \frac{0,725}{0,2} + \ln \frac{1}{0,54} + \frac{0,17}{2} \right) = 0,48$$

$$T = 7,5 \cdot 36,75 = 275,62 \text{ м}^2/\text{сут};$$

$$7,5 = \frac{0,006 \cdot \delta^2}{275 \cdot 62} \cdot \left( 0,366 \cdot \lg \frac{\delta}{3,14 \cdot 0,2} + 0,43 \right) \text{ исходя из этого, методом подбора}$$

определяем что  $\delta = 500$  м и принимаем это значение. Дебит колодца  $Q \setminus 0,006 \cdot (500)^2 = 1500 \text{ м}^3/\text{сут} = 62,5 \text{ м}^3/\text{час}$

59-задача: Определите значение расхода и радиус действия вертикального колодца в двухслойной толще.

Исходные данные:  $m_1 = 45$  м;  $K_1 = 20$  м/кун,  $m_2 = 10$  м;  $K_2 = 0,05$  м/сут;

$S_{\text{макс}} = 8,0$  м/сут;  $H_{HO} = 2,5$  м;  $q_{III} = 00015$  м/сут;  $h = 2,0$  м.

Определяем примерное понижение уровня воды в колодце:

$$S_X = 1,5 \cdot S_{\text{макс}} = 1,5 \cdot 8 = 12,0 \text{ м}$$

$$m'_1 = m_1 - h - 0,5 \cdot S_X = 45 - 2 - 12 \cdot 0,5 = 37 \text{ м}$$

$$T = m'_1 \cdot K_1 + m_2 \cdot K_2 = 37 \cdot 20 + 10 \cdot 0,05 = 740,5 \text{ м}^2/\text{сут}$$

$$T = m'_1 \cdot K_1 = 37 \cdot 20 = 740 \text{ м}^2/\text{сут}$$

$$\frac{K_2 \cdot m'_1}{K_1 \cdot m_2} < 0,05 \text{ проверим данное условие}$$

$$\frac{0,05 \cdot 37}{20 \cdot 10} = 0,009 < 0,05 \text{ условие удовлетворительно.}$$

Для данного условия значение фильтрационного сопротивления в напорном водообеспечении определяется по формуле:

$$\bar{f}_c = \frac{1}{m'_1} \left( \delta_1 + 0,366 \cdot \lg \frac{1,12}{\gamma \cdot r_c} + \Delta \delta' \right)$$

Задачу решаем методом подбора.

Для этого в первом случае значение радиуса действия колодца принимаем  $R=1000$  м:

$$\bar{R} = \gamma \cdot R; \quad \gamma = \sqrt{\frac{K_2}{m_2 \cdot T_1}} = \sqrt{\frac{0,05}{10 \cdot 740}} = 0,0026$$

$$\bar{R} = 0,0026 \cdot 1000 = 2,6$$

Длина фильтра  $l_\phi = 25$  м радиус колодца  $r_c = 0,2$  м.

$$\delta'_c = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1-\chi}{\chi} \cdot \left( \ln \frac{l_\phi}{r_c} - \varepsilon \right)$$

$$\chi = \frac{l_\phi}{m'_1} = \frac{25}{37} = 0,68 \quad \text{да} \quad \varepsilon = 1,07$$

$$\delta'_c = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \frac{1-0,68}{0,68} \cdot \left( \ln \frac{25}{0,2} - 1,07 \right) = 0,28$$

$$\delta''_c = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{1-\chi}{\chi} \cdot \left( \ln \frac{l_\phi}{r_c} - \varepsilon \right)$$

$$\chi = \frac{l_\phi}{m} = \frac{25}{74} = 0,34 \quad \rightarrow \quad \varepsilon = 0,4$$

здесь:  $m = 2 \cdot m'_1 = 2 \cdot 37 = 74$  м

$$\delta''_c = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \frac{1-0,34}{0,34} \cdot \left( \ln \frac{25}{0,2} - 0,4 \right) = 1,37$$

$$\delta_1 = \delta''_c - \delta'_c = 1,37 - 0,28 = 1,09$$

$\Delta\delta', \Delta\delta''$  - сопротивления для значения  $\bar{R} = 2,6$  принимаем из [4] рис. 9.7:

$$\Delta\delta' = 0,002; \quad \delta'' = 0,022$$

$$\bar{f}_c = \frac{1}{37} \cdot \left( 1,09 + 0,366 \cdot \ln \frac{1,12}{0,0026 \cdot 0,2} + 0,002 \right) = 0,09$$

$$U_c = \frac{\Delta\delta''}{m'_1} = \frac{0,023}{37} = 0,0006$$

Дебит колодца для напорного водообеспечения:

$$Q = \frac{K_1 \cdot \left[ \Delta H + \frac{q_{III}}{K_1} \cdot (m'_1 - m_0) + \frac{q_{III}}{K_2} \cdot m_2 \right]}{\bar{f}_c} = \frac{20 \cdot \left[ 12 + \frac{0,0015}{20} \cdot (37 - 12) + \frac{0,0015}{0,05} \cdot 10 \right]}{0,09} = 734 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$\Delta H = (m_1 - h) - (m_1 - h - m_0) = (45 - 2) - (45 - 2 - 12) = 12 \text{ м}; \quad m_0 = (37 - 25) = 12$$

Определяем значение отношения поднятия уровня воды между двух вертикальных колодцев к значению динамики уровня воды в колодце:

$$H = \frac{Q}{K_1} \cdot (\bar{f}_c - U_c) = \frac{2734}{20} \cdot (0,09 - 0,0006) = 12,3 \text{ м}$$

Значение осушительной нормы:

$$H'_{HO} = m_1 - (H + m'_1 - 0,5 \cdot m_0) = 45 - (12,3 + 37 - 0,5 \cdot 12) = 1,7 \text{ м.}$$

Как видно из расчетов норма осушения вместо 2.5 м равна 1.7 м. Поэтому необходимо пересчитать все расчеты с значением  $R=500$  м.

$$\bar{R} = 0,0026 \cdot 500 = 1,3 \text{ м}; \quad U_c = \frac{0,16}{37} = 0,0043$$

$$H = \frac{2734}{20} \cdot (0,09 - 0,0043) = 11,72 \text{ м}$$

В данном случае  $H''_{HO} = 2,28$  м.

Теперь принимаем  $R = 450$  м и  $\bar{R} = 0,0026 \cdot 450 = 1,17$

$$U_c = \frac{0,2}{37} = 0,0054; \quad H = \frac{2734}{20} \cdot (0,09 - 0,0054) = 11,56 \text{ м}$$

В данном случае  $H_{HO} = 2,44$  м, из-за того что данное значение близко к значению которое мы искали  $H_{HO} = 2,5$  м, принимаем  $R = 450$  м.

60-задача: Расчитайте вертикальный колодец для трехслойной толщи.

Исходные данные:  $m_1 = 15$  м;  $K_1 = 0,5$  м/сут,  $m_2 = 10$  м;  $K_2 = 8$  м/сут;  $m_3 = 20$  м;

$K_3 = 25$  м/сут;  $S_{\text{макс}} = 8,0$  м;  $q_{\text{III}} = 0,0015$  м/сут;  $H_{HO} = 2,0$  м.

Решение:  $m'_1 = 15 - 3 - 0,5 \cdot 12 = 7,0$  м

$$S_X = 1,5 \cdot S_{\text{макс}} = 1,5 \cdot 8 = 12,0 \text{ м}$$

$$m_t = 10 + 7 = 17 \text{ м}; \quad m_p = 10 + 20 = 30 \text{ м}; \quad m m = 7 + 10 + 20 = 37$$

$$T = 0,5 \cdot 7 + 8 \cdot 10 + 25 \cdot 20 = 583,5 \text{ м}^2/\text{сут}$$

$$\text{Дебит колодца } Q = 583,5 \cdot 0,8 \cdot 12 = 5602 \text{ м}^2/\text{сут}$$

Для первого случая  $\delta = \sqrt{\frac{5602}{0,0015}} = 1932 \text{ м}$

Длина фильтра  $l_{\phi} = 25 \text{ м}$ , диаметр каркаса фильтра  $D = 0,4 \text{ м}$

При  $K_1 = 0,5 < K_2 = 8 < K_3 = 25 \text{ м/сут}$

$$f_c = \beta_3 \cdot \beta_4 \cdot \frac{K_1}{K_3} \delta_c + \beta_p \cdot \frac{K_2 - K_1}{K_3} \delta_{CP} + \frac{K_3 - K_2}{K_3} \cdot \delta_{C3}$$

$\beta_3 \cdot \beta_4 \beta_p$  – коэффициенты на основании [4] табл. 7.1

Для  $\beta_3$   $\varphi = \frac{r_c}{m_3} = \frac{0,2}{20} = 0,01$      $\lambda = \frac{K_1 - K_2}{K_1 + K_2} + \frac{0,5 - 8}{0,5 + 8} = < 0$

$$\rho = \frac{m'_1}{m_p} = \frac{7}{30} = 0$$

Для  $\beta_4$   $\varphi = \frac{r_c}{m_3} = \frac{0,2}{20} = 0,01$ ;     $\lambda = \frac{K_2 - K_3}{K_2 + K_3} + \frac{8 - 25}{8 + 25} = < 0$

$$\rho = \frac{m_t}{m_p} = \frac{17}{20} = 0,85$$

Для  $\beta_p$   $\varphi = \frac{r_c}{m_3} = \frac{0,2}{20} = 0,01$ ;     $\lambda = \frac{K_2 - K_3}{K_2 + K_3} + \frac{8 - 25}{8 + 25} = < 0$

$$\rho = \frac{m_2}{m_3} = \frac{10}{20} = 0,5$$

$$\lambda < 0; \quad \beta_3 = \beta_4 = \beta_p = 1$$

Определяем значения сопротивлений для каждого слоя. Так как фильтр заполняет всю нижнюю часть  $\delta_{C3} = 0$

$$\delta_c = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1 - \chi}{\chi} \cdot \left( \ln \frac{l_{\phi}}{r_c} - \varepsilon \right)$$

здесь:  $\chi = \frac{l_{\phi}}{h} = \frac{20}{37} = 0,5$ ;     $\varepsilon = 0,070$  ([4] табл. 9.1)

$$\delta_c = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \frac{1 - 0,54}{0,34} \cdot \left( \ln \frac{20}{0,2} - 0,7 \right) = 0,55$$

$$\delta_c = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1-\chi}{\chi} \cdot \left( \ln \frac{l_\phi}{r_c} - \varepsilon \right)$$

здесь:  $\chi = \frac{l_\phi}{m} = \frac{20}{30} = 0,67$  ;  $\varepsilon = 1,04$

$$\delta_{cP} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \frac{1-0,67}{0,67} \cdot \left( \ln \frac{20}{0,2} - 1,04 \right) = 0,28$$

$$f_c = 1 \cdot \frac{0,5}{25} \cdot 0,55 + 1 \cdot \frac{8-0,5}{25} \cdot 0,23 + 0 = 0,10$$

Внешнее фильтрационное сопротивление

$$\rho = 0,366 \cdot \lg \frac{\delta}{\pi \cdot r_c} = 0,366 \cdot \lg \frac{1932}{3,14 \cdot 0,2} = 0,91$$

Определим значение понижения уровня воды в колодце:

$$S = \frac{Q}{T} \cdot (\rho + f_c) = \frac{0,0015 \cdot 1932^2}{583,5} \cdot (0,91 + 0,10) = 9,69 \text{ м}$$

Сравним значение  $S$  с  $S_x$ :

$$S_c = 9,69 \text{ м} < S_x = 12,0 \text{ м} \text{ условие выполняется.}$$

Значит значение понижения уровня воды в колодце выбрано правильно и проектное значение равно  $\delta = 1932$  м.

### Приложения:

Таблица-1. Формула Стеблера по определению ирригационного коэффициента

№	Вид раствора	Формула
1	Значение иона $Na^+$ меньше значения иона $Cl^-$ (имеется хлоридно натрийный раствор)	$\gamma = \frac{288}{5zCL^-}$
2	Значение иона $Na^+$ больше значения иона $Cl^-$ , но сумма кислотных ионов меньше (в растворе имеется хлор и сульфаты)	$\gamma = \frac{288}{zNa^+ + 4zCL^-}$
3	Значение иона $Na^+$ больше чем суммы сильнокислотных ионов (в растворе имеется хлор, сульфат и карбонаты)	$\gamma = \frac{288}{10zNa^+ - 5zCL^- - 9zSO_4^-}$

Таблица-2. Пригодность воды для орошения по ирригационному коэффициенту Стеблера

$\gamma$	Оценка качества воды	Условия использования воды при орошении
$\gamma > 18$	Хорошая	При длительном использовании этих вод для орошения не наблюдались накопления вредных щелочей.
6-18	Удовлетворительная	На почвах требуется проводить противощелочные мероприятия.
1,2-5,9	Неудовлетворительная	Можно использовать на фоне искусственных дрен.
$\gamma < 1,2$	Плохая	Для орошения можно использовать эту воду



Таблица-3. а) для незасоленных почв

Почвогрунт	В % от объёма сухой почвы			В % от пористости		
	$\beta_{нв}$	$\beta_{ммв}$	$\beta_M$	$\beta_{нв}$	$\beta_{ммв}$	$\beta_M$
Суглинки	5-9	2-4	1-2	25-30	10-16	7-10
Песок глинистый	9-11	3-5	2-4	30-40	12-20	10-15
Супесь	10-16	4-8	3-6	40-50	15-25	12-20
Легкий суглинок	12-20	8-12	6-8	50-60	25-35	20-25
Средний суглинок	17-25	12-16	10-12	55-65	35-40	30-35
Тяжелый суглинок	20-30	14-18	12-16	65-80	40-45	35-40
Глина	25-35	18-22	16-20	75-85	45-55	40-45

Таблица -4. б) Для слабо и средnezасолённых почв

Почвогрунт	В % от объёма сухой почвы			В % от пористости		
	$\beta_{нв}$	$\beta_{ммв}$	$\beta_M$	$\beta_{нв}$	$\beta_{ммв}$	$\beta_M$
Супесь	13-20	6-10	4-7	50-60	20-30	15-20
Легкий суглинок	20-25	10-15	7-10	60-70	30-45	20-30
Средний суглинок	22-30	15-20	10-15	70-80	45-55	30-40
Тяжелый суглинок	25-30	20-30	15-20	75-90	50-65	40-45
Глина	35-45	25-35	20-30	85-95	60-70	45-65

Таблица -5. Значение  $K_1$  скорости впитывания воды в почву за 1 час

Грунты	$K_1$ , см
Песок	12-25
Супеси	10-20
Легкий суглинок	7-15
Средний суглинок	5-10
Тяжелый суглинок	3-7
Глина	2-5
Тяжелая глина	1-3

Таблица-6. Допустимые скорости впитываемости почвы, мм/мин

Грунты	Значения уклонов							
	0-0,05		0,05-0,08		0,08-0,12		> 0,12	
	Имеется культура	Без культуры	Имеется культура	Без культуры	Имеется культура	Без культуры	Имеется культура	Без культуры
Супесь	0,85	0,85	0,85	0,64	0,64	0,44	0,42	0,21
Верхний слой суглинок, нижний слой тяжелый суглинок	0,74	0,64	0,53	0,42	0,42	0,32	0,32	0,17
Легкий суглинок	0,74	0,42	0,53	0,34	0,42	0,25	0,32	0,17
Верхний слой легкий суглинок, нижний слой тяжелый суглинок	0,53	0,32	0,42	0,21	0,32	0,17	0,21	0,13
Средний суглинок	0,42	0,21	0,34	0,17	0,25	0,13	0,17	0,09
Верхний средний, нижний тяжелый суглинок	0,25	0,13	0,21	0,11	0,17	0,07	0,13	0,04
Тяжелый суглинок	0,09	0,07	0,07	0,04	0,05	0,034	0,04	0,025

Таблица-7. Коэффициент перехода на сухой остаток урожая ( $\rho$ )

Культура	$\rho$	Культура	$\rho$
Пшеница	2,17	Рис	3
Ячмень	1,35	Хлопчатник	2,75
Кукуруза	1,28	Сахарная свекла	0,35
Кенаф	3,33	Картошка	0,25
Бахчевые	0,22	Люцерна	0,95

Таблица-8. Средний коэффициент транспирации ( $K_{TP}$ )

Культура	$K_{TP}$	Культура	$K_{TP}$
Пшеница	300-500	Рис	300-600
Ячмень	350-650	Хлопчатник	300-600
Кукуруза	250-400	Сахарная свекла	250-400
Кенаф	400-900	Картошка	250-400
Бахчевые	300-700	Люцерна	400-800

Таблица-9. Коэффициент шероховатости

№	Качество поверхности и материал	$n$
Искусственное русло		
1	Труба (новая)	0,01-0,012
2	Труба (старая)	0,012-0,015
3	Габён (булыжник)	0,017-0,02
4	Земляное русло	0,02-0,0275
5	Земляное русло с растительным покровом и очищенный канал	0,0275-0,0325
6	Русло с густорастительным покровом	0,0325-0,0375
7	Природное каменное русло	0,025-0,035

Природное русло		
8	Русло прямое каменное с малорастительным покровом	0,03-0,035
9	Русло кривое с густорастительным покровом и песчано-гравийным заилением (река)	0,01-0,0125
Оросительные русла на орошаемых территориях		
10	Русло борозды	0,05
11	Вспаханное поле без борозды	0,0125
12	Русло камышовым и с растительным покровом	0,2

Таблица-10. Скорость размыва

Почвы русла	Скорость размыва “ $V_p$ ”, м/с		
	$R = 1$	$R = 0,5$	$R = 0,2$
Ил	0,25-0,45	0,2-0,35	0,15-0,2
Пыль	0,2-0,3	0,18-0,25	0,15-0,2
Песок $d = 0,25 - 1$ мм	0,35-0,45	0,3-0,4	0,25-0,35
$d = 1 - 2$ мм	0,45-0,75	0,4-0,6	0,3-0,5
Супесь	0,4-0,7	0,35-0,6	0,25-0,5
Легкий суглинок	0,5-0,8	0,45-0,7	0,35-0,6
Средний суглинок	0,6-0,9	0,5-0,8	0,45-0,65
Тяжелый суглинок	0,7-1,0	0,6-0,9	0,5-0,75
Песок с глиной	0,8-1,2	0,7-1,0	0,55-0,8
Глина простая	0,7-1,1	0,6-0,9	0,5-0,75
Глина масляная	0,3-0,8	0,25-0,65	0,2-0,5

## ГЛОССАРИЙ

### 1. ОРОСИТЕЛЬНАЯ МЕЛИОРАЦИЯ

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЛИВА** – применение специальных устройств обеспечивающих автоматическую подачу воды и распределение ее по полю без затрат ручного труда.

**АГРЕГАТ ПОЧВЕННЫЙ** – элемент структуры почвы образовавшейся в результате цементирования минеральных частиц органическими коллоидами.

**АДСОРБЦИЯ** – поглощение веществ из растворов или газов поверхностью твердых частиц почвы.

**АКВЕДУК** – гидротехническое сооружение в виде моста или эстакады с лотком или трубой поверху для транспортирования воды над искусственными или естественными препятствиями (овраги, дороги).

**АКТИВНЫЙ СЛОЙ ПОЧВЫ** – слой почвы, в котором размещается основная масса (до 90%) корней растений.

**АРИДНАЯ ЗОНА** – область с жарким острозасушливым климатом (испаряемость за год значительно превышает количество выпадающих атмосферных осадков), специфической степной и пустынной растительностью, широко развитыми процессами засоления почв.

**АЭРОЗОЛЬНОЕ (МЕЛКОДИСПЕРСНОЕ) ОРОШЕНИЕ** – метод орошения сельскохозяйственных культур, при котором увлажнение растений приземного слоя воздуха и поверхности почвы производится только распыленными мельчайшими каплями воды.

**БЕРМА** – горизонтальная площадка на откосах плотин или каналов, а также полоса между бровкой канала и откосом **КАВАЛЬЕРА** шириной не менее 1,0м.

**БОГАРА** – площадь занятая сельскохозяйственных культурами, возделываемыми без полива и районах орошаемого земледелия.

**БОРЬБА С НАСОСАМИ** – комплекс мероприятий, предназначенный для предохранения оросительной сети от заиления.

**БОРОЗДОДЕЛАТЕЛЬ** – орудие для нарезки **ПОЛИВНЫХ БОРОЗД**.

**БОРЬБА С ПОТЕРЯМИ ВОДЫ НА ФИЛЬТРАЦИЮ ИЗ КАНАЛОВ** – устройство противофильтрационных экранов, одежд, облицовок, строительство каналов в железобетонных лотках.

**БРОВКА КАНАЛА** – линия пересечения поверхности земли, плоскости дамбы или бермы и откосом канала.

**БЫСТРОТОК – СОПРЯГАЮЩЕЕ СООРУЖЕНИЕ** в виде лотка или трубы, устраиваемое на канале в случае выраженного падения местности на участке сравнительно большой протяженности (сравни с **ПЕРЕПАДОМ**).

**ВАНТУЗ** – воздушный клапан, предназначенный для автоматического удаления воздуха из трубопровода, имеющего перегиб, направленный выпуклостью вверх.

**ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПОЛИВ** – полив в период вегетации сельскохозяйственных культур.

**ВЛАГАЕМКОСТЬ ПОЧВЫ** – способность почвы вмещать и удерживать определенное количество воды.

**ВЛАГОЗАРЯДКОВЫЙ ПОЛИВ** – полив, проводимый в не вегетационный период с целью создания максимального допустимого запаса влаги в расчетном слое почвы.

**ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ** – содержание, в почве влаги выражаемое в % от массы почвы, ее объема или от поливной влагоёмкости.

**ВНУТРИПОЧВЕННОЕ ОРОШЕНИЕ** – метод орошения сельскохозяйственных культур, при котором увлажнение корневой системы растений производится от труб – увлажнителей (уложенных на глубине 0,4-0,6м).

**ВОДООТДАЧА** – разность между полной и предельной влагоемкостью данного почво-грунта.

**ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ** – совокупность всех явлений связанных с поступлением влаги в почву, ее передвижением расходом изменении состояния.

## СЕТЬ ПРОВОДЯЩАЯ ОРОСИТЕЛЬНАЯ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННАЯ

– постоянная оросительная сеть каналов или трубопроводов предназначенная для распределения воды в пределах одного хозяйства между отдельными севооборотами (полями севооборотов или поливными участками).

**ВОДА АГРЕССИВНАЯ** – вода содержащая растворы солей, кислот, щелочей и газов и разрушающая находящаяся в ней металлы, бетон, известковые и цементные кладки.

**ВОДА АДСОРБИРОВАННАЯ** – вода поглощенная поверхностью почвенных частиц из водяных паров, находящихся в воздухе и прочно удерживаемая молекулярными силами почвы.

**ВОДА ГРАВИТАЦИОННАЯ** – наиболее подвижная форма воды свободная от адсорбционных сил, передвигающаяся в почве в результате совместного действия силы тяжести и менисковых сил.

**ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВО ПОЧВЫ** – комплекс показателей характеризующих отношение почвы к воде и другим внешним факторам, включающий водопроницаемость, влагоемкости капиллярность, фильтрационную способность, объемную массу, плотность, порозность, структурное состояние и гранулометрический состав почвы.

**ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ** – запасы поверхностных и подземных вод в пределах рассматриваемой территории, которые могут быть использованы в народном хозяйстве, в т. ч. и для целей орошения.

**ВОДНЫЙ РЕЖИМ РАСТЕНИЙ** – потребление и расход воды растениями, необходимые для осуществления всех процессов их жизнедеятельности (обмена веществ, роста, плодоношения и т. п.).

**ВОДОВОД** – сооружение для транспортировки воды.

**ВОДОДЕЛИТЕЛЬ** – гидротехническое сооружение на канале, предназначенное для распределения расхода воды между отходящими от него каналами младшего порядка.

**ВОДОЗАБОРНОЕ СООРУЖЕНИЕ** – гидротехническое сооружение для забора воды из источника орошения и подачи ее в магистральный канал и трубопровод оросительной системы.

**ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ** – степень удовлетворения расчетной плановой потребности в воде волопользователей и водопотребителей.

**ВОДОПОДПОРНОЕ СООРУЖЕНИЕ** – гидротехническое сооружение, перегораживающее канал (водоток) с целью повышения уровня воды в нем.

**ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ** – право на пользование водными ресурсами, предоставленное Советским государством совхоза, колхозам, учреждения, предприятиям, а также отдельным гражданам.

**ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ОРОШЕНИИ** – распределение и подача воды в орошаемые хозяйства в соответствии с учрежденным планом водопользования.

**ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ РАСТЕНИЙ** – расход воды растениям на транспирацию и построение вегетативных органов.

**ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЧВЫ** – способность почвы поглощать и пропускать через себя воду, являющаяся одним из основных ее воднофизических свойств.

**ВПИТЫВАНИЕ ВОДЫ ПОЧВОЙ** – начальная стадия поглощения почвой воды, поступающей с поверхности, характеризующаяся быстрым заполнением свободных пор (скважности) в результате действия гравитационных и капиллярных сил.

**ВРЕМЕННАЯ ОРОСИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ** – сеть оросительных каналов и выводных борозд в земляном русле или разборных трубопроводов, а также поливных борозд или полос, создаваемая на период проведения поливов.

**ВРЕМЕННЫЙ ОРОСИТЕЛЬ** – канал в земляном русле, нарезаемый каналокопателем на период поливов и заравниваемый после их окончания.

**ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ КРУПНОСТЬ НАСОСОВ** – скорость выпадения взвешенных наносов в стоячей воде.



**ГИДРАВЛИЧЕСКИ НАИВЫГОДНЕЙШЕЕ СЕЧЕНИЕ КАНАЛА** – сечение у которого смоченный периметр имеет минимальное значение, а пропускная способность – максимальное.

**ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ (ПОТЕРИ НАПОРА)** – уменьшение напора в потоке движущейся воды, вызываемое затратой части энергии на преодоление гидравлических сопротивлений.

**ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ КАНАЛА** – гидравлические характеристики потока жидкости, включающие площадь живого сечения потока, смоченный периметр, гидравлический радиус, шероховатость русла среднюю скорость течения.

**ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАДИУС** – гидравлическая характеристика живого сечения потока, выражаемая отношением площади этого сечения  $h$  смоченному периметру.

**ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УДАР** – резкое изменение давления в трубопроводе с движущейся жидкостью при внезапном изменении скорости потока.

**ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УКЛОН. ГРАДИЕНТ НАПОРА** – изменение полного напора, отнесенное к единице пути, проходимого потоком.

**ГИДРАНТ** – устройства на закрытой сети для подачи воды в дождевальные аппараты дождевальные машины или каналы.

**ГИДРОМОДУЛЬ** – удельный расход воды на один осредненный га орошаемого массива, л/с – га.

**ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЙ КОЭФФИЦИЕНТ** – показатель, характеризующий степень естественного увлажнения территории и представляющий собой отношение суммы осадков в мм к сумме среднесуточных температур выше  $-1-10^{\circ}\text{C}$ .

**ГОЛОВНОЕ СООРУЖЕНИЕ** – см ВОДОЗАБОРНОЕ СООРУЖЕНИЕ.

**ГРАФИК ВОДОПОДАЧИ В ОРОСИТЕЛЬНУЮ СИСТЕМУ** – графическое изображение расходов воды, потребных для орошения севооборотных участка в течение оросительного периода.

**ДАЛЬНЕСТРУЙНАЯ ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА** – машина оборудованная дальнеструйным дождевальным аппаратом, вращающимся вокруг своей вертикальной оси выбрасывающим компактную струю воды, которая при полете встречает сопротивление воздуха и распадается на мелкие капли. **ДВИЖЕНИЕ ВОДЫ БЕЗНАПОРНОЕ** – движение при наличии свободной водной поверхности, происходящее в результате силы тяжести.

**ДЕТАЛИРОВКА ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ** – условное обозначение на чертежах всех фасонных частей и арматуры трубчатой оросительной сети, с указанием расстояния между узлами, диаметров труб и наименований фасонных частей.

**ДЕФИЦИТ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА** – разность между упругостью водяного пара при полном насыщении воздуха в данных температурных условиях и упругостью, соответствующей фактической степени насыщения.

**ДЕФИЦИТ ВОДНОГО БАЛАНСА (ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ)** – недостаток воды, необходимой растениям для формирования высокого урожая, равный разности между **ИСПАРЕНИЕМ СУММАРНЫМ** и фактическими запасами воды доступной растениям.

**ДЕФОРМАЦИЯ КАНАЛА** – изменение продольного и поперечного профили канала в процессе эксплуатации.

**ДЖОЯК** – глубокая, тупая борозда криволинейной форме, применявшаяся в Средней Азии для полива сельскохозяйственных культур на площадях с большими уклонами и сложным рельефом.

**ДЛИННОБАЗОВЫЙ ПЛАНИРОВЧИК** – мелиоративное орудие, имеющее большую длину колесной базы (12 - 15м.) оборудованное бездонным ковшом, применяемое для выравнивания поверхности орошаемого поля.

**ДОЖДЕВАЛЬНАЯ МАШИНА** – машина, предназначенная для орошения сельскохозяйственных культур, оборудование которой опирается на самодвижущиеся.

**ДОЖДЕВАЛЬНАЯ НАСАДКА** – рабочий орган короткоструйной дождевальной машины или установки, преобразующий компактную струю в капли искусственного дождя.

**ДОЖДЕВАЛЬНАЯ СИСТЕМА** – комплекс сооружений и устройства, предназначенных для забора воды из источника орошения, транспортирование и распределения её в пределах орошаемого массива, подачи на поле в виде искусственного дождя.

**ДОЖДЕВАЛЬНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ** – стационарная дождевальная система с программным управлением, команды от которого передаются электрическими или гидравлическими сигналами на исполнительные органы, включающие дождевальные аппараты.

**ДОЖДЕВАЛЬНАЯ УСТАНОВКА** – устройства для орошения дождеванием, функционирующее позиционно и не имеющее собственного двигателя для перемещения с позиции на позицию.

**ДОЖДЕВАЛЬНЫЙ АППАРАТ** – рабочий орган дальнеструйных и среднеструйных дождевальных машин, предназначенный для создания искусственного дождя.

**ДОЖДЕВАЛЬНЫЙ ШЛЕЙФ** – дождевальная установка позиционного действия, транспортируемая волоком с помощью тракторов.

**ДОЖДЕВАНИЕ** – метод орошения сельскохозяйственных культур, при котором вода разбрызгивается (распыляется) специальными устройствами над орошаемой поверхностью и в виде искусственного дождя (или) тумана увлажняет приземный слой воздуха, надземную часть растений и почву.

**ДОПУСКАЕМАЯ СКОРОСТЬ** – скорость потока, при которой канал работает в устойчивом режиме, без размыва и заиления.

**ДЮКЕР** – сооружение в виде трубы, устраиваемое при пересечении канала с искусственными или естественными препятствиями (овраги, реки, дороги и т. п.).

**ЖИВОЕ СЕЧЕНИЕ** – поперечное сечение потока в трубопроводе или в канале.

**ЗАПАС ВЛАГИ В ПОЧВЕ** – количество ВЛАГИ ПОЧВЕННОЙ, содержащейся в расчетном слое, м<sup>3</sup>/га.

**ЗАКРЫТАЯ ОРОСИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ** – трубчатая оросительная сеть, состоящая из труб (стальных, асбестоцементных, железобетонных и др.), уложенных в землю или собранных из отдельных секций на поверхности поля.

**ЗАМОЧКА КАНАЛОВ** – заполнения новых каналов водой провоцирования деформаций русла в посадочных (лесовидные суглинки) грунтах.

**ЗАСУХА** – длительный и значительный дефицит атмосферных осадков, сопровождающийся повышенной температурой воздуха, низкой влажностью почвы и воздуха.

**ЗАЩИТНЫЕ ПОЛОСЫ** – лесные насаждения из древесных и кустарниковых пород по границам орошаемых полей, садов, питомников, вокруг водохранилища, каналов для борьбы с суховеями, водной и ветровой эрозией, а также для сбережения и накопления запасов влаги в почве.

**ЗЕМЛЕДЕЛИЕ ОРОШАЕМОЕ** – возделывание сельскохозяйственных культур с применением орошения.

**ЗОНА АЭРАЦИИ ПОЧВЫ** – слой почвогрунта от поверхности земли до уровня грунтовых вод, в порах которого кроме почвенной влаги содержится воздух и происходит газообмен.

**ИЛИСТЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ** – частицы диаметром меньше 0,001 мм отложившиеся в каналах и водоемах из медленно текущих или стоячих мутных вод.

**ИМПУЛЬСНОЕ ДОЖДЕВАНИЕ** – способ полива ДОЖДЕВАНИЕМ, при котором вода подается периодически повторяющимися выплесками (импульсами) из размещенных на поле специальных импульсных дождевателей, работающих синхронно.

**ИМПУЛЬСНЫЙ ДОЖДЕВАТЕЛЬ** – рабочий орган синхронно-импульсных дождевательных систем, предназначенный для накопления в

гидропневмоаккумуляторах воды в период пауз и подачи ее (выплеска) на орошаемую площадь в виде искусственного дождя.

**ИНТЕНСИВНОСТЬ ДОЖДЯ** – слой осадков, выпадающих в единицу времени, мм/мин.

**ИНТЕНСИВНОСТЬ ИСКУССТВЕННОГО ДОЖДЯ** – слой осадков, поступающих на орошаемую площадь во время полива, мм/мин.

**ИНФИЛЬТРАЦИЯ** – (см. ОРОШЕНИЕ).

**ИСПАРЕНИЕ СУММАРНОЕ (ЭВАПОТРАСПИРАЦИЯ)** – расход воды полем, включающий испарение с поверхности почвы и транспирацию растениями, м<sup>3</sup>/га.

**ИСПАРЯЕМОСТЬ** – максимального возможное испарение с поверхности почвы при не ограничивающим этот процесс увлажнения или испарении с открытой водной поверхностью.

**ИСТОЧНИК ОРОШЕНИЯ** – составной элемент оросительной системы, обеспечивающий ее водой надлежащего качества.

**КУЛЬТУРНОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ** – комплекс специальных работ по улучшению технического состояния поверхности территории обеспечивающих возможность ведения культуры земледелия на мелиоративном поле.

**КОНТУР ПРОМАЧИВАНИЯ** – ареал увлажнения поливной нормы верхних слоев почвенного профиля в плоскости нормальной к оси борозды.

**КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ** – метод орошения сельскохозяйственных культур, при котором вода с помощью гибких трубопроводом через специальные устройства (капельница) по каплям поступает только в зону распространения корней.

**КАВАЛЬЕР** – грунт, вынутый при строительстве канала в выемке и уложенный в отвал по его длине.

**КАНАЛ** – искусственное открытое русло, предназначенное для транспортирования воды, имеющее устойчивое поперечное сечение в отношении размыва и заиления.

**КАНАЛОКОПАТЕЛИ** – мелиоративные машины и орудия для строительства каналов трапециадального сечения.

**КАПИЛЯРНАЯ ВЛАГОЁМКОСТЬ** – способность почвы вмещать и удерживать в своих сплошных капиллярных порах воду, количество которой может изменяться (в зависимости от положения уровня грунтовых вод) от полной до наименьшей влагоёмкости.

**КАПИЛЯРНОЕ ПОДНЯТИЕ** – физическое явление поднятие воды по капиллярам почвы над свободной поверхностью грунтовых вод, происходящего под влиянием поверхностного натяжения жидкости на границе раздела воды и воздуха.

**КОЛЬМАТАЖ** – процесс заполнения пор почво-грунта мелкими твердыми частицами, поступающими вместе с водой, содержащей их во взвешенном состоянии.

**КОЛЬЦЕВАЯ ОРОСИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ** – замкнутая сеть трубопроводов, состоящая из колец, по которым вода подается к каждому водовыпуску (гидранту) с нескольких направлений.

**КОМАНДОВАНИЕ КАНАЛА** – превышение уровня воды в канале над поверхностью орошаемого из него поля или уровнями воды младших каналов, получающих из него воду.

**КОРОТКОСТРУЙНЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ** – машины фронтального действия, получающие воду из открытой оросительной сети, работающее в движении и оборудованные короткоструйными дождевальными насадками.

**КОЭФФИЦИЕНТ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ** – расход воды полем за вегетационный период, отнесенный к единице урожая чистой продукции, м<sup>3</sup>/т.

**КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА** – отношение орошаемой площади «брутто» к валовой площади, характеризующее степень использования земельного фонда, расположенного в пределах оросительной системы.

**КОЭФФИЦИЕНТ ЗЕМЕЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ С ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ** – отношение орошаемой и площади «нетто» к площади «брутто».

**КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ** – показатель работы оросительной системы, представляющей собой отношение объема использованной растениями воды (на всей орошаемой площади) к объему воды, поданной в систему.

**КОЭФФИЦИЕНТ ЗАЛОЖЕНИЯ ОТКОСА** – показатель, характеризующий крутизна откоса и численно равный котангенсу угла наклона плоскости откоса к горизонту.

**КОЭФФИЦИЕНТ ТРАНСПИРАЦИИ** – количество воды, израсходованное растением для образования единицы массы сухого вещества.

**КОЭФФИЦИЕНТ ФИЛЬТРАЦИИ** – скорость фильтрации при градиенте напора, равном единице, м/сут.

**КОЭФФИЦИЕНТ ФОРМЫ КАНАЛА** – отношение ширины канала по дну его к глубине.

**КРИВАЯ ДИПРЕССИИ** – линия свободной поверхности установившегося фильтрационного потока.

**КРИВАЯ ПОДПОРА** – линия свободной поверхности потока, в котором глубина возрастает в направлении его движения.

**КРИВАЯ СПАДА** – линия свободной поверхности потока, в котором глубина убывает в направлении его движения.

**КРИТИЧЕСКАЯ ГЛУБИНА ПОТОКА** – глубина потока, при котором удельная энергия в данном сечении при пропуске заданного расхода достигает минимального значения.

**КРИТИЧЕСКИЙ УКЛОН РУСЛА** – уклон дна призматического русла, при котором расчетный расход воды проходит в условиях равномерного движения с минимальным запасом удельной энергии (нормальная глубина равна критической).

**КЯРИЗ** – подземная галерея забирающая воду из глубоко залегающих водоносных пластов и выводящая её на поверхность земли.

**ЛИМНИГРАФ** – прибор, самописец уровней воды в канале.

**МАГИСТРАЛЬНЫЙ КАНАЛ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ** – главный канал оросительной системы, транспортирующий воду от источника орошения к орошаемому массиву и распределяющей её между **МЕЖХОЗЯЙСТВЕННЫМИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯМИ**.

**МАЛА** – мелиоративное орудие, применяемое для выравнивания поверхности полей на орошаемых землях.

**МАКСИМАЛЬНАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ** – наибольшее количество пленочной воды, которая может быть удержано поверхностью почвенных частиц молекулярными силами.

**МАКСИМАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ ВОДЫ В КАНАЛЕ** – наивысший уровень воды, возникающий при пропуске форсированных расходов или при подпоре воды в канале.

**МЕЖХОЗЯЙСТВЕННЫЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ** – крупный канал, получающий воду из **МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА**, транспортирующая и распределяющий её между отдельными орошаемыми хозяйствами, находящимися в зоне ее командования.

**МЕЛИОРАЦИЯ** – отрасль народного хозяйства, осуществляющая комплекс организационно-хозяйственных технических и социально-экономических мероприятия, направленных на коренное и длительное улучшение неблагоприятных почвенных, гидрогеологических и агроклиматических условий.

**МЕТОД ОРОШЕНИЯ** – совокупность способов полива, имеющих общие признаки по технике распределения воды на поливном участке и введению её в почву.

**МЕХАНИЧЕСКОЕ ОРОШЕНИЕ** – орошение, при котором вода забирается из источника орошения водоподъемной установкой и подается по напорному трубопроводу к орошаемому массиву.



**МЕХАНИЗАЦИЯ ПОЛИВА** – применение для полива различных машин и установок, обеспечивающих эффективное использование трудовых, земельных и водных ресурсов.

**МИКРОРЕЛЬЕФ** – незначительные неровности земной поверхности с разницей отметок не более 1,0 м.

**МОДУЛЬ РАСХОДА (РАСХОДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА)** – расход, проходящей через данное поперечное сечение при уклоне, равном 1.

**МУТНОСТЬ ВОДЫ** – количество взвешенных насосов, содержащихся в единице объёма воды, кг/м<sup>3</sup>.

**НАИМЕНЬШАЯ** влагоёмкость (**ПРЕДЕЛЬНАЯ ПОЛЕВАЯ ВЛАГОЁМКОСТЬ**) – максимальное количество воды, которое способна удержать почва своими молекулярными и капиллярными силами.

**НАСОСЫ** – продукты разрушения горных пород в результате температурных воздействий, а также воздействия воды и ветра, переносимые водными потоками.

**НАСОСЫ ВЗВЕШАННЫЕ** – мелкие **НАСОСЫ** (ил, мелкий песок), перемещаемые потоком в возвышенном состоянии.

**НАСОСЫ ДОННЫЕ** – крупные **НАСОСЫ** (песок, гравий, галька), перемещаемые (*влекомые*) потоком по дну русла.

**НАПОР** – энергия жидкости (механическая), отнесенная к единице массы в точке потока.

**НАПОР ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ В ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ СООРУЖЕНИИ** – разность уровней воды в верхнем и нижнем бьефах.

**НАПОР ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОМ ОРОШЕНИИ** – расстояние по вертикали между уровнем воды в водоисточнике и отметкой уровня воды в точке водоподачи.

**НАПОР СВОБОДНЫЙ** – напор, расходуемый на преодоление гидравлических сопротивлений поливных устройствах (поливные трубопроводы, дождевальные машины и установки), подключаемых к гидрантам напорной сети, и обеспечивающий их нормальную работу.

**НАПОР ГИДРОСТАТИЧЕСКИЙ** – удельная потенциальная энергия покоящейся жидкости, состоящая из удельной энергии положения.

**НАСОСЫ ОРОСИТЕЛЬНЫЕ (ИРРИГАЦИОННЫЕ)** – насосы, транспортируемые водой по каналам оросительной сети и выносимые на орошаемые поля.

**НАПОРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ** – движение при котором жидкость заполняет все сечения закрытого русла (трубопровода, водоносного пласта и т. п.) с давлением во всех точках потока, выше атмосферного.

**НАПОРНЫЙ ТРУБОПРОВОД** – водовод из труб, работающий под напором.

**НЕЗАИЛЯЮЩАЯ СКОРОСТЬ** – минимальная при равномерном движении воды скорость, при котором насосы еще транспортируются потоком и не заилят канал.

**НЕРАЗМЫВАЮЩАЯ СКОРОСТЬ** – максимальная скорость при которой не происходит еще размыва откосов и дна канала.

**НОРМАЛЬНАЯ ГЛУБИНА** – глубина воды в канале, соответствующая **НОРМАЛЬНОМУ РАСХОДУ**.

**НОРМАЛЬНЫЙ РАСХОД** – расход, который служит для определения гидравлических элементов канала и соответствует нормальным условиям его работы.

**ОБВОДНЕНИЕ** – подача воды в маловодную область для хозяйственных и промышленных нужд. Цели обводнения, водоснабжения населенных пунктов и промышленных объектов, водоснабжение пастбищ и т.д.

**ОБЛИЦОВКА КАНАЛА** – искусственное покрытие земляных откосов и дна канала бетоном или другими материалами для защиты их от размыва, снижение шероховатости и уменьшение фильтрационных потерь воды.

**ОК-АРЫК** – распространенное в Средней Азии название выводной или вспомогательной борозд.

**ОРОСИТЕЛЬ** – канал младшего порядка, постоянный или временный предназначенный для подачи воды к дождевальным машинам, поливным трубопроводом, поливную сеть (борозды или полосы), на рисовые чеки.

**ОРОСИТЕЛЬНАЯ НОРМА** – объем воды, подаваемой в почву за оросительный период для полива данной культуры, м<sup>3</sup>/га.

**ОРОСИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ** – система водоводов (каналов или трубопроводов) различных порядков, осуществляющая транспортировку воды от источника орошения к орошаемым хозяйствам, севооборотам и отдельным поливным участкам, а также подачу её на поля (для полива сельскохозяйственных культур).

**ОРОСИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА** – комплекс инженерных устройств и сооружений для регулирования водно-воздушного режима почв, включающим орошаемые земли, источник орошения, водозаборные сооружение, оросительную и водозаборно-дренажную сеть, различные гидротехнические сооружения и водомерные устройства, а также дренажную сеть и лесополосы.

**ОРОСИТЕЛЬНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ** – искусственное регулирование водного и связанного с ним пищевого, воздушного, теплового и солевого режимов почвы, а также микроклимата (в приземном слое воздуха) путём орошения.

**ОРОСИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ИСТОЧНИКА** – наибольшая площадь, которую можно оросить с данного водоисточника.

**ОРОШЕНИЕ** – система поливов, применяемых в целях обеспечения растений влагой (и питательными веществами), а также защита их от неблагоприятного внимания внешней среды (борьба с заморозками, воздушной засухой и т. п.).

**ОРОШЕНИЕ АЭРОЗОЛЬНЫЕ** – способ полива ДОЖДЕВАНИЕМ водой, распыленной до состояния тумана, предназначенный для регулирования микроклимата приземного слоя воздуха и снижения температуры растений.

**ОРОШЕНИЕ ВНУТРИПОЧВЕННОЕ** – метод орошения, при котором вводится в почву на глубину 0,5-0,6 м и увлажняет **АКТИВНЫЙ СЛОЙ** за счёт капиллярного поднятия.

**ОРОШЕНИЕ ДОЖДЕВАНИЕМ** – метод орошения, при котором вода разбрызгивается дождевальными аппаратами над орошаемой поверхностью в виде капель дождя, которые увлажняют приземный слой воздуха, надземную часть растений и почву.

**ОРОШЕНИЕ КАПЕЛЬНОЕ** – метод орошения, при котором вода подается непосредственно к корневым системам растений малыми расходами с помощью микроводовыпусков (капельниц).

**ОРОШЕНИЕ ПОДПОЧВЕННОЕ (СУБИРРИГАЦИЯ)** – способ увлажнения **АКТИВНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ** путем капиллярного подпитывания в результате регулирования (искусственного подъема) уровня пресных грунтовых вод.

**ОРОШЕНИЕ САМОТЕЧНОЕ** – орошение, при котором забор воды, транспортирование и распределение её по площади поливного участка осуществляется самотеком, без затрат механической энергии.

**ОТКОСЫ** – боковые поверхности дамб или русл канала.

**ОБЪЁМНАЯ МАССА** – отношение массы почвы, взятой без нарушения природного сложения и высушенной при 105° С, к ее объему, г/см<sup>3</sup>.

**ПЕРЕПАД – СОПРЯГАЮЩЕЕ СООРУЖЕНИЕ** в виде ступеней, трубы или консоли, устраиваемое на канале в случае резкого падения местности на участке сравнительно небольшой протяженности (сравни с **БЫСТРОТОКОМ**).

**ПЛАНИРОВКА КАПИТАЛЬНАЯ (СТРОИТЕЛЬНАЯ)** – выравнивание поверхности поливного участка, обладающего сложным рельефом, выполняющееся на основании проекта планировки, с нивелирным или лазерным контролем.

**ПЛАНИРОВАЧНЫЕ РАБОТЫ** – земляные работы, выполняемые с целью создания равной наклонной или горизонтальной поверхности (в зависимости от применяемых способов полива).

**ПЛАНИРОВКА ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ** – выравнивание неровностей поверхности почвы, возникших в результате агротехнических обработок почвы или поливов (гребнистость пахоты, свальные и развальные борозды, колея после проходов дождевальными и почвообрабатывающих машин и т. п.).

**ПЛОТНОСТЬ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ПОЧВЫ** – отношение массы твердой фазы почвы в сухом состоянии к массе воды в таком же объёме при температуре 4° С.

**ПЛОЩАДЬ «БРОТТО» ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ** – вся площадь земель, расположена в пределах границ оросительной системы (включая отчуждение под каналы, сооружения, дороги, постройки и др.).

**ПЛОЩАДЬ «НЕТТО» ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ** – площадь занятая непосредственно орошаемым сельскохозяйственными культурами и насаждениями.

**ПОВЕРХНОСТНОЕ ОРОШЕНИЕ** – метод орошения, при котором вода подается и распределяется по поверхности орошаемого поля в виде сплошного слоя или отдельных струй, движущихся по уклону местности.

**ПОДПОРНЫЙ УРОВЕНЬ** – уровень воды в канале, создаваемый водоподпорным сооружением.

**ПОЛЕВАЯ ВЛАГОЁМКОСТЬ** - см. **НАИМЕНЬШАЯ ВЛАГОЁМКОСТЬ**.

**ПОЛЕЩИТНЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЛОСЫ** – лесные насаждения в виде полос, создаваемых вдоль границ орошаемых полей с целью защиты их от суховея, водной и ветровой эрозии и для снегозадержания.

**ПОЛИВ** – искусственное увлажнение почвы с целью восполнения в ней запасов влаги.

**ПОЛИВ ЗАТОПЛЕНИЕМ** – способ полива поверхностного орошения, при котором вода из оросителя поступает на горизонтальную выровненную площадку (чек), окруженную со всех сторон валиками.

**ПОЛИВ НАПУСКОМ ПО ПОЛОСАМ** – способ полива поверхностного орошения, при котором почва увлажняется водой, движущейся вдоль уклона

местности тонким слоем (напуском) по полосе, ограниченной с двух сторон земляными валиками.

**ПОЛИВ ПО БОРОЗДАМ** – способ полива поверхностного орошения, при котором почва увлажняется водой из **ПОЛИВНЫХ БОРОЗД** за счёт гравитационных сил (вниз от борозд), а также капиллярных сил самой почвы (в стороне от борозд).

**ПОЛИВНАЯ БОРОЗДА** – углубление на поверхности почвы (15-20 см.) треугольной или трапециадальной формы, нарезаем с специальными орудиями через 60-100 см, вдоль или поперек уклона местности для подачи воды в **АКТИВНЫЙ СЛОЙ ПОЧВЫ**.

**ПОЛИВНАЯ НОРМА** – объём воды, подаваемый в почву за один полив, м<sup>3</sup>/га.

**ПОЛИВНОЙ УЧАСТОК** – площадь, в пределах которой существует только лишь временная оросительная и поливная сеть (в т.ч. Закрытая, уложенная в землю) (все постоянные каналы дороги, лесополосы, сооружения располагаются вдоль границ этой площади).

**ПОЛИВЫ ПРЕДПОСЕВНЫЕ И ПОСАДОЧНЫЕ** – поливы, проводимые небольшой нормой перед посевом сельскохозяйственных культур или в период высадки рассады с целью обеспечения дружных исходов семян и приживаемости рассады.

**ПОЛНАЯ ВЛАГОЁМКОСТЬ** – максимальное количество влаги, которое способна вместить в почву, при полном заполнении всех её пор.

**ПОЛНЫЙ НАПОР ПРИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ СООРУЖЕНИИ** – разность между максимальной отметкой воды в верхнем бьефе и минимальной в нижнем.

**ПОЛНЫЙ НАПОР В НАПОРНОМ ТРУБОПРОВОДЕ** – сумма **ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО НАПОРА**, потерь напора на преодоление **ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ** и **НАПОРА СВОБОДНОГО**.

**ПОЛОСООБРАЗОВАТЕЛЬ** – мелиоративное сооружение, служащее для выравнивания поверхности и одновременного образования поливных полос путем отсыпки вдоль её сторон земляных валиков.

**ПОЛУВЫЕМКА ПОЛУНАСЫПЬ** – поперечный профиль канала, состоящего из выемки в коренном грунте и дамбы над поверхностью земли.

**ПОПЕРЕЧНАЯ СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ОРОСИТЕЛЕЙ** – расположение **ВРЕМЕННЫХ ОРОСИТЕЛЕЙ** на поливном участке нормально принятому направлению полива, с подачей воды из них непосредственно поливные борозды или полосы.

**ПОРИСТОСТЬ (СКВАЖНОСТЬ)** – суммарное количество всех под почвы, выраженное в % от общего её объема.

**ПРОВОДЯЩАЯ СЕТЬ** – постоянные каналы (или трубопроводы), предназначенные для транспортирования воды от источника орошения до орошаемых полей и подачи её в **РЕГУЛИРУЮЩУЮ СЕТЬ**, расположенную этих полях.

**ПРОДОЛЬНАЯ СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ОРОСИТЕЛЕЙ** – расположение временных оросителей на поливном участке вдоль принятого направления, с подачей воды в поливные борозды или полосы посредством выводных борозд, нарезаемых нормальным временным оросителем.

**ПРОСАДОЧНЫЕ ЯВЛЕНИЯ** – вертикальное оседание грунта с образованием глубоких трещин, возникающее в результате увлажнения посадочных лессовидных суглинков и их самоуплотнения.

**ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ** – геометрическое место вершин пьезометрических напоров.

**ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИЙ НАПОР** – удельная потенциальная энергия просматриваемой точке жидкости, равная сумме удельных энергий положения и избыточного давления.

**ПРИВЕДЁННЫЙ ГИДРОМОДУЛЬ** – удельный расход воды на один га орошаемого массива (с учётом процентного состава поливаемых культур в хозяйстве или на севооборотном массиве), л/с га.

**РАСТВОР ПОЧВЕННЫЙ** – почвенная влага, содержащая минеральные, органические и органоминеральные соединения.

**РАСХОД ВОДЫ** – количество воды, проникающей через сечение потока в единицу времени, м<sup>3</sup>/с или л/с.

**РАСЧЕТНЫЙ РАСХОД ВОДЫ** – расход, принятый для гидравлического расчёта канала или сооружения.

**РЕГУЛИРУЮЩАЯ СЕТЬ** – поливная сеть, предназначенная для информации оросительной воды в почвенную влагу.

**РЕГУЛЯРНОЕ (ПРАВИЛЬНОЕ) ОРОШЕНИЕ** – орошение, проводимое регулярно в течении всего оросительного периода в соответствии с рекомендуемым режимом орошения сельскохозяйственных культур.

**РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ** – совокупность оросительных и поливных норм, числа поливов и сроков их проведения для той или иной культуры.

**РЕЛЬЕФ** – спокойный не расчлененный – рельеф характеризующий параллельным расположением горизонтали, слабо выраженными водоразделами и тальвегами на расстоянии больше 2 км.

– слабо расчлененный – рельеф характеризующий непараллельными расположениями горизонталей, но имеющими однообразное направление, а также частыми, но не глубокими водоразделами

– Пересеченный – рельеф характеризующий извилистым направлением горизонталей, водоразделы и тальвеги резко выраженные с расположением друг от друга на различных расстояниях;

– холмистый – рельеф характеризующая наличие замкнутых горизонталей.

**СБРОСНАЯ СЕТЬ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ** – система каналов, предназначенных для отвода поверхностных вод, скопившихся на



**ПОЛИВНЫХ УЧАСТКАХ** в период снеготаяния или обильных ливневых дождей, а также для сбросов воды из каналов после прекращения поливов.

**СИФОН ПОЛИВНОЙ** – изогнутая трубка, предназначенная для подачи воды из оросителя поливную борозду, работающая при напоре 3-5 см.

**СКОРОСТНОЙ НАПОР** – кинетическая энергия, заключенная в единице массы жидкости.

**СМОЧЕННЫЙ ПЕРИМЕТР** – линия пересечения смоченной поверхности русла с плоскостью поперечного сечения потока.

**СОПРЯГАЮЩЕЕ** сооружение – гидротехническое сооружение, устраиваемое в местах резкого падения местности по трассе канала для сопряжения его верхнего и нижнего участков (см. быстроток и перепад).

**СПОСОБЫ ПОЛИВА** – технические приёмы распределения воды по орошаемому полю и подача её в почву.

**СТРУКТУРА ИСКУССТВЕННОГО ДОЖДЯ** – обобщающая характеристика, включающая размер капель, скорость их выпадения и интенсивность дождя.

**СТРУКТУРА ПОЧВЫ**- обобщающая понятие, включающее форму, размеры и взаимное расположение структурных отдельностей (комков) почвы.

**СУБИРРИГАЦИЯ** – увлажнение корнеобитаемой зоны почвы путём активного подъёма УГВ к поверхности земли.

**ТРАНСПИРАЦИЯ** – испарение воды зелеными частями растений.

**ТРАССА КАНАЛА** - положение оси канала на местности или на плане.

**ТРУБЧАТЫЙ ВОДОВЫПУСК** – водовыпуск закрытого типа, состоящей из одной или несколько труб, перекрываемой затворами.

**ТРУБЧАТЫЙ РЕГУЛЯТОР** – гидротехническое сооружение в виде одного или двухочковой трубы, перекрываемой затвором, предназначенное для регулирования расходов или уровней воды в канале.

**ТУПАЯ БОРОЗДА** – глубокая, малоуклонная, короткая борозда, заполняемая объёмом воды, который соответствует поливной норме.

**ТУПИКОВАЯ ОРОСИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ** – незамкнутая разветвленная сеть трубопроводов, вода в которой подается к водовыпуску (гидранту) только с одной стороны (сравни с КОЛЬЦЕВОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТЬЮ).

**ТЕХНИКА ОРОШЕНИЯ** – способы, которыми можно осуществить подачу воды к поливным участкам для обеспечения нужных режимов орошения сельскохозяйственных культур.

**ТЕХНИКА ПОЛИВА** – совокупность элементов, обеспечивающих проведение полива, посредством которых обеспечивается превращение воды из состояния тока в оросительных каналах состояние почвенной влажности.

**УКЛОН** – разность отметок двух точек, отнесенная к расстоянию между ними по горизонтали.

**УСТОЙЧИВОСТЬ РУСЛА** – способность русла сохранять свои размеры и формы в продольном и поперечном направлениях при воздействии на него водного потока, содержащего **ВЗВЕШАННЫЕ И ДОННЫЕ** наносы.

**УЧАСТКОВЫЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ** – постоянный проводящий канал младшего порядка, проводящий воду к **ПОЛИВНОМУ УЧАСТКУ**.

**ФАСОННЫЕ ЧАСТИ** – детали, применяемые при монтаже закрытой (трубчатой) оросительной сети, включающей тройники, патрубки, переходы, крестовины, колена, отводы и заглушки.

**ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ ПОТЕРИ** – потери воды в каналах за счёт просачивания через дно и откосы русла.

**ФИЛЬТРАЦИЯ** – движение воды в почвах и грунтах, происходящее под действием гравитационных сил.

**ФОРСИРОВАННЫЙ РАСХОД** – несколько повышенный по сравнению с нормальным расходом, необходимость подачи которого обуславливается следующими причинами: увеличение орошаемой площади, изменением состава культур, климатическими и эксплуатационными условиями.

**ХОЗЯЙСТВЕННЫЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ** – постоянный оросительный канал, распределяющий воду между отдельными севооборотами орошаемого хозяйствами.

ЧЕК – площадь, имеющая горизонтальную поверхность, ограниченная со всех сторон земляными валиками, предназначенными для полива сельскохозяйственных культур затоплением.

## **2. ОСУШИТЕЛЬНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ.**

АНАЭРОБЫ – микроорганизмы, живущие в почве при отсутствии или недостатке в почве кислорода воздуха.

АНАЭРОЮИОЗИС – процесс разложения органического вещества переувлажненных почв анаэробными бактериями, приводящий к образованию токсичных для растений закисных соединений, переходу фосфора в труднодоступные формы и развитию процесс денитрификации.

АРТЕЗИАНСКИЕ ВОДЫ – напорные подземные воды, заключенные между водоупорными слоями и залегающие обычно в довентроненовые (дочетвертичных) отложениях.

АЭРОБЫ – микроорганизмы и грибы, способные существовать только при наличии в почве кислорода воздуха.

АЭРОБИОЗИС – процесс минерализации органического вещества почвы различными аэробными микроорганизмами и грибами, приводящий к образованию углекислоты, воды, азотной, серной, фосфорной и других кислот, которые реагирует с основаниями (металлами), образуют различные соли, служащие пищей для растений.

БАЛАНС ПОДЗЕМНЫХ ВОД – соотношение приходные и расходных статей подземных вод в пределах рассматриваемого массива (или участка) за определенный промежуток времени.

БОЛОТО – избыточно увлажненный участок земной поверхности, заросший влаголюбивой растительностью и покрытой слоем торфа толщиной не менее 30 см.

БОЛОТА ВЕРХОВНЫЕ – болота, образующиеся в основном на водоразделах вследствие недостатка зольных элементов пищи и азота для растений, характеризующиеся выпуклой поверхностью, покрытой МХОМ СФАГНОВЫМ, карликовой сосной, багульником, кассандрой и другими

влаголюбивыми растениями (для сельскохозяйственного использования пригодны мало, используются, как правило для добычи торфа).

**БОЛОТА НИЗИННЫЕ** – болота, располагающиеся обычно в нижних и притеррасных частях склонов, по поймам рек и в местах бывших озер (торфяные залежи которых богаты питательными веществами) и способные после осушения превращаться в ценные сельскохозяйственные угодий.

**БОЛОТА ПЕРЕХОДНЫЕ** – в основном лесные **БОЛОТА** занимающие промежуточные положения между болотами верховыми и болотами низинными, имеющие сплошной покров гипновых и частично сфагновых мхов, а также кустарника (багульника, голубки, подбела, клюквы и др.)

**БОРОЗДОВАНИЕ** – мероприятие агромелиоративное, заключающиеся нарезке на поле сети борозд с расстояниями между ними не более 4-6 м на тяжелых почвах и 8-10 м на почвах легких.

**БУНА** – поперечная дамба в виде полузапруда, предназначенная для регулирования режима работы водоприёмника или защиты берега (основания гидротехнических сооружения) от размыва.

**ВЕРХОВДКА** – ближайшие к дневной поверхности безнапорные подземные воды, периодически формирующиеся почвенные толщи и исчезающие в результате испарение или перетекания в более глубокие горизонты.

**ВОДОНОСНЫЙ СЛОЙ** – толща несвязанных легко фильтрующих водогрунтов или трещиноватых пород, содержащих воду.

**ВОДОСБОР** – территория в пределах которой происходит сток поверхностных или подземных вод в реку, естественный или искусственных водоёмов.

**ВОДЫ ГРУНТОВЫЕ** – подземные воды первого от дневной поверхности водоносного слоя (не имеющего сплошной кровли), не обладающее напором и подверженные сезонным колебаниями уровня и дебита.

**ВОДЫ ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫЕ** – подземные воды, поверхность или капиллярная кайма которых постоянно или периодически находятся в почвенной толще.

**ВОДООТДАЧА** – способность почво-грунта, находящегося в состоянии уровня почвенно-грунтовых вод

**ВОДОПРИЁМНИК** – естественный или искусственный водоток, водоём естественное понижение местности или водопроницаемость слоя грунта, подстилающий на некоторой глубине осушаемый массив, способный принимать и отводить воды, сбрасываемые осушительной системой.

**ВСПАШКА УЗКОЗАГОННАЯ МЕРОПРИЯТИЕ АГРОМЕЛИОРАТИВНОЕ**, заключающаяся во вспашке почвы в свал в пределах загона шириной 15-20 м. образованием вдоль его границ разъёмных борозд, являющихся первичными элементами **СЕТИ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ СОБИРАТЕЛЬНОЙ**.

**ГИДРОИЗОГИПСЫ** – линии равных поверхности подземных вод.

**ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ** – комплекс мероприятий, направленных на повышение плодородия почв путём регулирования их водного режима.

**ГРЕБНЕВАНИЕ** – мероприятие агромелиоративное, заключающееся в нарезке на поле время посева или до него сети гребней, обеспечивающей своевременный отвод поверхностных вод, ускоряющей просыхание и прогревание почвы.

**ГУМИФИКАЦИЯ** – процесс разложения органических остатков в почве при наличие влаги, микроорганизмов и превращение их в вещества (гуминовые и фульвокислоты, ульмины и гумины), образующие гумус.

**ДОРОГИ ВНЕТРИХОЗЯЙСТВЕННЫЕ** – дороги, связывающие осушаемые массивы в целом (отдельные хозяйства) с магистральными путями сообщения или крупными центрами районного или областного значения.

**ДОРОГИ ПОЛЕВЫЕ** – дороги, соединяющие отдельные поля и угодья с внутрихозяйственными или ближайшими межхозяйственными дорогами.

ДОРОГИ СКОТОПРОГОННЫЕ – догори, соединяющие фермы (скотные дворы) с пастбищами, местами водопоя и отдыха скота.

ДОРОГИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ – дороги, служащие для обеспечения осмотра, обслуживания и ремонта каналов, сооружений и устройств ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ.

ДРЕНА – первичный элемент ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЗАКРЫТОГО ТИПА, выполняемый в виде трубы из каких-либо материалов (дренаж кротовый, дренаж щелевой).

ДРЕНА НЕСОВЕРШЕННАЯ (ВИСЯЧАЯ) – дрена, не лежащая на водоупоре (как бы висящая над ним).

ДРЕНА СОВЕРШЕННАЯ – дрена, лежащая на водоупоре.

ДРЕНАЖ: – а). процесс отвода подземных вод;

– б). метод осушения;

– в). система ДРЕН с помощью которой осуществляется регулирование уровня почвенно-грунтовых вод.

ДРЕНАЖ БЕЗУКЛОННЫЙ – система закрытых дрен с нулевыми уклонами, движение воды в которых происходит за счёт разницы напоров в источниках и устьях.

ДРЕНАЖ БЕРЕГОВОЙ – дренаж, применяемый для защиты территории от подтопления фильтрационными водами со стороны реки, озера и водохранилища и выполняемый в виде открытого канала, горизонтальной дрены, вертикальных колодцев или горизонтальной дрены с вертикальными колодцами.

ДРЕНАЖ БЕСТРАНШЕЙНЫЙ – дренаж, регулирующая сеть которого прокладывается на определенной от поверхности земли в глубине без предварительной отрывки траншей (см. дренаж кротовый, дренаж щелевой, дренаж пластмассовый из винипласта).

ДРЕНАЖ БИОЛОГИЧЕСКИЙ – способ осушения, основанный на способности некоторых древесных насаждений (тополь, ива, шелковица,

ольха, эвкалипт и др.), испарять большие объемы воды, понижая тем самым уровни почвенно-грунтовых вод.

**ДРЕНАЖ ВЕРТИКАЛЬНЫЙ** – система вертикальных трубчатых скважин или колодцев для понижения уровня подземных вод путём их механической откачки или перепуска в нижней, хорошо дренирующей горизонт.

**ДРЕНАЖ ГОЛОВНОЙ** – дренаж, устраиваемый для защиты осушаемой территории притока грунтовых вод со стороны прилегающей водосборов и состоящей обычно из одной горизонтальной дрены.

**ДРЕНАЖ ГОНЧАРНЫЙ** – дренаж, сеть регулирующая которого представлены дренами из керамических трубок длиной 333 м и внутренним диаметром согласно ГОСТ 8411-74, уложенными в приток с зазором не более одного-двух мм.

**ДРЕНАЖ КРОТОВЫЙ** – система так называемых кротов дрен, устраиваемых для осушения и аэрации глинистых и суглинистых почв (без предварительной отрывки траншей) с помощью специальных устройств или приспособлений.

**ДРЕНАЖ ДЕРЕВЯННЫЙ** – дренаж, сеть, регулирующая которого представлены системой дрен прямоугольного, квадратного или треугольного сечения, выполненных из досок.

**ДРЕНАЖ ЛИНЕЙНЫЙ** – дренаж, основные элементы которого располагается по фронту питания грунтовых вод в пределах дренируемой территории или вне ее, синоним дренажа берегового и дренажа головного.

**ДРЕНАЖ ПЛАСТОВЫЙ** – дренаж, служащий для защиты фундаментов сооружений и дорожных полотен от вредного воздействия капиллярных вод, устраиваемый в виде слоя (не менее 20 см.) крупнозернистого песка или гравия.

**ДРЕНАЖ МАТЕРИАЛЬНЫЙ** – дренаж, сеть регулирующая которого устраивается из полиэтилена высокой (проект МРТУ 6-0,5-917-63 М, ТУ 6-05-

1078-78) и низкой плотности или не пластифицированного поливинилхлорида (винипласта) траншейным или бестраншейным методами.

**ДРЕНАЖ РАЗРЕЖЕННЫЙ** – дренаж, сеть регулирующая которого представляет собой сочетание материальных дрен с дренами кротовыми, наличие которых позволяет закладывать дрены материальные значительно реже.

**ДРЕН СВОДЧАТЫЙ** – дренаж, сеть регулирующая которого представлена дренами с открытым грунтовым дном и закрытым (материальным) сводом.

**ДРЕНАЖ ТРАНШЕЙНЫЙ** – дренаж, сеть регулирующая которого представляет собой систему материальных дрен, устраиваемых в предварительно отрываемых траншеях.

**ДРЕНАЖ ЩЕЛЕВОЙ** – дренаж торфяников, сеть регулирующая которого представлена в виде щелей треугольного сечения (глубиной 80-90 см.), заделываемых сверху с помощью специального приспособления на глубину 20-40 см.

**ДРЕНАЖНЫЙ ЗАЩИТНЫЙ ФИЛЬТР** – внешняя проницаемая для воды оболочка дрены, устраиваемая с целью предохранения ее от попадания частиц грунта из органических (мох, торф, солома, опилки, копра), минеральных сыпучих (песок, гравий, щебень) и синтетических (стекловолокно, *стеклохост*, *полиэтиленхолст*, *стиромуль*) защитно-фильтрующих материалов.

**ЗАОХРИВАНИЕ ДРЕНАЖА** – закупорка полостей, водоприёмных отверстия дренажных труб и **ДРЕНАЖНЫХ ЗАЩИТНЫХ ФИЛЬТРОВ** железистыми соединениями в результате до окисления закисных соединений железа кислородом воздуха (поступающего в дрены) и деятельности железобактерии.

**ЗЕМЛИ ЗАБОЛОЧЕННЫЙ** – избыточно-увлажненные земли со слоем торфа менее 30 см.

**ЗЕМЛИ МИНЕРАЛЬНЫЕ** – избыточно-увлажненные земли без торфа.



**ИЗВЕСТКОВАНИЕ** – способ нейтрализации избыточной кислотности почв, вредной для культурных растений, путем внесения материалов, содержащих известь.

**КАНАЛ МАГИСТРАЛЬНЫЙ** – самый крупный канал проводящей части оросительной системы, собирающий воду со своего осушаемого массива и сбрасывающий ее в водоприемнике.

**КАНАЛ ЛОВЧИЙ** – канал СЕТИ ОГРАДИТЕЛЬНОЙ осушительной системы, служащие для защиты осушаемой территории от почвенно-грунтовых вод, притекающих с прилегающих водосбросов.

**КАНАЛ НАГОРНЫЙ** – канал СЕТИ ОГРАДИТЕЛЬНОЙ осушительной системы, служащие для защиты осушаемой территории от притока поверхностных вод, притекающих с прилегающих водосбросов.

**КАНАЛ РАЗГРУЗОЧНЫЙ СВОБОДНЫЙ** – канал, забирающий часть расхода воды из ВОДОПРИЕМНИКА с целью снижения уровней воды в нём и обеспечения без подпорной работы ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, берущий начало перед осушаемым массивом, трассируемый по его верховой границе и впадающий в водоприемник ниже по течению.

**КОЛЛЕКТОР** – элемент СЕТИ ПРОВОДЯЩЕЙ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЗАКРЫТОГО ТИПА, служащий для приёма и отвода вод, сбрасываемых СЕТЬЮ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ.

**КОЛОДЦЫ СМОТРОВЫЕ** – колодцы, колодцы для осмотра и ремонта закрытых коллекторов в местах их сопряжения, поворотов в плане и изменения уклона от большего к меньшему (на больших коллекторах), а также на прямолинейных участках через 400-500 м.

**КОЛОДЦЫ ОТСТОЙНИКИ** – колодцы, установленные в местах сопряжения закрытых коллекторов, когда скорость воды во впадающем коллекторе превышает скорость в принимающем более чем на 30%.

**КОЛОДЦЫ ПЕРЕПАДЫ** – колодцы, устраиваемые в местах сопряжения за открытых коллекторов, когда разница отметок их дна превышает 30 см. и

ликвидировать этот перепад (за счёт увеличения уклона впадающего коллектора) не представляется возможным.

**КОЛОДЦЫ ПОГЛОТИТЕЛИ (ШЛЮКЕРЫ)** – колодцы устраиваемые дополнительно к дренажу в замкнутых понижениях глубиной более 0,5 м, для отвода скапливающихся в них поверхностных вод (через пористую засыпку – в закрытый коллектор).

**КОЛЬМАТАЖ** – повышение поверхности заболоченных или затапливаемых высокими водами замкнутых понижений рельефа путём искусственного отложения на них речных наносов.

**КУЛЬТУРАТЕХНИКА** – система мероприятий по окультуриванию осушаемых земель (срезка и разделка кочек, сведение древесно-кустарниковой растительности, удаление крупных камней и валунов, выравнивание поверхности, известкование кислых почв и др.)

**КОЭФФИЦИЕНТ ВОДООТДАЧИ** – разность между полной и наименьшей влагоёмкости почвы, отнесенная к ее объёму.

**КРОТОВАНИЕ** – мероприятие АГРОМЕЛИОРАТИВНОЕ, заключающееся в устройстве на тяжелых глинистых и суглинистых почвах через 1,0-1,5 м сети кротовин глубиной 35-40 см.

**ЛОЖБИНА** – элемент СЕТИ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ СОБИРАТЕЛЬНОЙ, представляющий собой мелкий и широкий канал (глубиной порядка 0,4-0,5 м и коэффициент заложения откосов в пределах 5-8) с засеваемыми, как правило откосами.

**МЕЖЕНЬ** – период низких уровней (расходов) воды в реке.

**МЕЖЕНЬ ЛЕТНЯЯ** – период в гидрологическом режиме рек от конца спада весеннего половодья до начала осенних паводков (для рек гумидной зоны).

**МЕЖЕНЬ ЗИМНЯЯ** – период в гидрогеологическом режиме рек от конца спада осенних паводков до начала весеннего половодья (для рек гумидной зоны).

**МЕРОПРИЯТИЯ АГРОМЕЛИОРАТИВНЫЕ** – специальные приёмы обработки почвы (по уклону местности), направленные на удаление избытка поверхности вод из пахотного слоя, разновидностями которых являются **УЗКОЗАГОННАЯ ВСПАШКА ПРОФИЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ, КРОТОВАНИЕ, БОРОЗДОВАНИЕ** и др.

**МЕТОД ОСУШЕНИЯ** – принцип удаления избытка воды из почвы и формирования в ней надлежащего водно-воздушного режима, зависящий от причин переувлажнения, литологического строения и характера будущего использования осушаемой территории (ускорение поверхностного стока, понижение уровня почвенно-грунтовых вод и др.).

**МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ** – процесс распада органических соединений почвы до углекислоты, воды и простых солей.

**МОДУЛЬ СТОКА** – количество воды, стекающей в единицу времени с единицы площади.

**МОДУЛЬ СТОКА РАСЧЕТНЫЙ** – модуль стока, принимаемый за основу при определении расходов в каналах проектируемой **ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**, устанавливаемый в зависимости от характера будущего использования осушаемой территории методами вариационной статистики.

**МОХ ГИПНОВЫЙ** – семейство зеленых мхов, произрастающих преимущественно на **БОЛОТАХ НИЗИННЫХ**.

**МОХ СФАГНОВЫЙ** – семейство белых мхов произрастающих обычно на **БОЛОТАХ ВЕРХОВЫХ** в виде сплошного покрова.

**НОРМА ОСУШЕНИЯ** – глубина залегания почвенно-грунтовых вод, при которой в активном слое почве создается оптимальный для нормального роста и развития растений водно-воздушный режим.

**НОРМА СТОКА** – защита территории от затопления поверхностными водами с помощью земляных валов.

**ОГЛЕЕНИЕ ПОЧВЫ** – процесс восстановления окисных соединений в закисные, наблюдаемый в условиях избыточного увлажнения при наличии органического вещества и участия микрофлоры, сопровождаемый изменением химического состава, ухудшение водно-физических свойств почвы.

**ОСУШЕНИЕ** – удаление избытков воды из почвы или с ее поверхности.

**ОСУШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЕ** – осушение, при котором вода в **ВОДОПРИЕМНИК** попадает путем перекачки из канала магистрального в случаях, когда уровни воды первого подпирают уровни второго, а понизить их бывает невозможно или нецелесообразно.

**ОСУШЕНИЕ САМОТЕЧНОЕ** – осушение, при котором вода из канала магистрального в **ВОДОПРИЕМНИК** попадает самотёком.

**ОСУШИТЕЛЬ** – открытый канал **СЕТИ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЗАКРЫТОГО ТИПА** для осушения лугов, лесов, торфяников (с целью добычи торфа и для предварительного осушения болот, предназначенных для выращивания сельскохозяйственных культур (с последующей заменой закрытым дренажем).

**ОСУШИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА** – комплекс инженерных устройств и сооружений для удаления избытков воды из почвы и создания в ней оптимального для нормального роста и развития растений водно-воздушного режима, включающий осушаемые земли, **СЕТЬ РЕГУЛИРУЮЩУЮ** и **ПРОВОДЯЩУЮ**, дороги и сооружения на них, сооружения на сети, **СЕТЬ ОГРАДИТЕЛЬНУЮ**, **ВОДОПРИЁМНИК**.

**ОСУШИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЗАКРЫТОГО ТИПА (ДРЕНАЖНАЯ)** – **ОСУШИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА** для регулирования уровня почвенно-грунтовых вод, **СЕТЬ РЕГУЛИРУЮЩАЯ** и **СЕТЬ ПРОВОДЯЩАЯ** которой выполняются в виде подземных дренажных линий (дрены, коллекторы), за исключением крупных коллекторов и **КАНАЛА МАГИСТРАЛЬНОГО**, которого делаются обычно открытыми.

**ОСОУШИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ОТКРЫТОГО ТИПА** – осушительная система, служащая для регулирования поверхностного стока, **СЕТЬ**

РЕГУЛИРУЮЩАЯ и СЕТЬ ПРОВОДЯЩАЯ которой выполняются в виде открытых каналов.

ОСУШИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ОДНОСТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ – ОСУШИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА, обеспечивающая только удаление избытков воды из почвы (без подачи её растениям в засушливые периоды вегетации).

ОСУШИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДВУХ СТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ – ОСУШИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА, обеспечивающая в период вегетации растений подачу и распределение воды во время снижения влажности почвы ниже допустимых пределов.

ОСУШИТЕЛЬНО ОРОСИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА – ОСУШИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДВУХСТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ, на которой регулирование влажности почвы осуществляется с помощью дождевальных машин и установок, работающих либо от самостоятельной сети, либо с использованием сети осушительной.

ОСУШИТЕЛЬНО УВЛАЖНИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА – ОСУШИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДВУХСТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ, на которой регулирование влажности почвы осуществляется путём повышения, замедления или полного прекращения снижения уровня почвенно-грунтовых вод за счёт создания подпоров в осушительной сети (ШЛЮЗОВАНИЕ).

ПАВОДОК – быстрый, сравнительно кратковременный подъём уровня воды в реки, возникающий в результате дождей или интенсивного кратковременного снеготаяния в условиях неустойчивой зимы.

ПЛОЩАДЬ ВОДОСБОРНАЯ – территория, на которой формируется поверхностей или подземный сток, вызывающий переувлажнение осушаемого массива.

ПЛЫВУН – мелкий песок (песчаная пыль) небольшой примесью глинистых или иловых частиц, в той или иной степени *оглеенный*, обладающий текучестью при насыщении воды.

ПОВЕРХНОСТЬ ДЕПРЕССИОННАЯ – поверхность, которую приобретают почвенно-грунтовые воды с началом действия ДРЕНАЖА.

ПОЙМА – наиболее пониженная часть речной долины, затапливаемая во время ПОЛОВОДИЙ и ПАВОДКОВ.

ПОЛЬДЕР – система ОСУШЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО на землях, подвергающихся затоплению водами реки, озера, моря в состав которой, по сравнению системы ОСУШЕНИЯ САМОТЕЧНОГО, дополнительно входят оградительные дамбы с сооружениями и насосные станции с регулирующими бассейнами.

ПОЛЬДЕР ЗИМНИЙ – незатопляемый ПОЛЬДЕР, предназначенный для выращивания ценных сельскохозяйственных культур, не выдерживающих длительного затопления, а также для защиты населенных территорий, производственных центров и крупных инженерных сооружений.

ПОЛЬДЕР ЛЕТНИЙ – ПОЛЬДЕР, защищающий осушаемые земли от затопления в период летнее-осенних паводков и не препятствующий ему во время весеннего половодья, служащий обычно для выращивания трав.

ПОЛОВОДЬЕ – подъем уровня воды в реке (в результате весеннего снеготаяния) с выходом её из коренных берегов и затоплением поймы.

ПОЧВА АВТОМОРФНАЯ – почва формирующаяся без влияния избыточного увлажнения.

ПОЧВА ГИДРОМОРФНАЯ – почва, формирующаяся под влиянием устойчивого избыточного увлажнения, характерными признаками которой является *торфонакопление, сглеение*, преобладание анаэробной микрофлоры и др.

ПОЧВА ЛУГОБОЛОБНАЯ – почва, формирующаяся в естественных понижениях рельефа, подверженных влиянию длительного поверхностного или грунтового переувлажнения, под влаголюбивой травянистой растительностью.

ПОЧВОГРУНТ – обобщающее название почвы и горных пород зоны выветривания, без выделения их характерных признаков.

ПРОФИЛИРОВАНИЕ – МЕРОПРИЯТИЕ АГРОМЕЛИОРАТИВНОЕ заключающееся в создании на осушаемом поле полос выпуклого двускатного

профиля (путём повторения вспашки УЗКОЗАГОННОЙ по одним и тем же створом в течение двух-трех лет).

**РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДОПРИЕМНИКОВ** – система мероприятий, направленных на поддержание в водоприемниках уровней воды, обеспечивающих нормальную (бес подпорную) работу впадающих каналов осушительных систем.

**САПРОПЕЛЬ** – отложение водоёмов, состоящие из остатков растительных и животных организмов, смешанных с минеральными осадками, приносимыми водой и ветром, используемые иногда в качестве удобрения или известкования кислых почв (известковой сапропель).

**СЕТЬ ОГРАДИТЕЛЬНАЯ** – составная часть **ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**, служащая для защиты осушаемой территории от поступления на нее поверхностных и почвенно-грунтовых вод с прилегающих водосбросов, а также вод **ПОЛОВОДИЙ** и **ПАВОДКОВ** со стороны реки, выполняемая в виде **КАНАЛОВ НАГОРЫНХ** и **ЛОВЧИК**, дамб обвалования.

**СЕТЬ ДОРОЖНАЯ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ** – система дорог на осушаемых землях, включающая **ДОРОГИ МЕЖХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПОЛЕВЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ** и **СКОТОПРОГОННЫЕ**.

**СЕТЬ ПРОВОДЯЩАЯ** – составная часть **ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**, задачей которой является отвод и передача в водоприемник всех избыточных вод, собранных сетью **РЕГУЛИРУЮЩЕЙ**, выполняемая в виде открытых каналов или подземных труб – **КОЛЛЕКТОРОВ**.

**СЕТЬ РЕГУЛИРУЮЩАЯ ВЫБОРОЧНАЯ** – **СЕТЬ РЕГУЛИРУЮЩАЯ ДРЕНАЖНАЯ**, предназначенная для осушения отдельных избыточных увлажненных мест (низин, западин, тальвегов, мест выклинивания подземных вод у подножий склонов и т. п.) земельных массивов.

**СЕТЬ РЕГУЛИРУЮЩАЯ ДРЕНАЖНАЯ** – регулирующая сеть осушительной системы закрытого типа, служащей для понижения уровня

почвенно-грунтовых вод до НОРМЫ ОСУШЕНИЯ, выполняемая в виде ДРЕН или ОСУШИТЕЛЕЙ.

СЕТЬ РЕГУЛИРУЮЩАЯ СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ – СЕТЬ РЕГУЛИРУЮЩАЯ ДРЕНАЖНАЯ применяемая для площадного понижения уровней почвенно-грунтовых вод (ДРЕН размещаются равномерно по всей площади).

СЕТЬ РЕГУЛИРУЮЩАЯ СОБИРАТЕЛЬНАЯ-СЕТЬ РЕГУЛИРУЮЩАЯ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОТКРЫТОГО ТИПА, выполняемая в виде СОБИРАТЕЛЕЙ ЗАКРЫТЫХ или СОБИРАТЕЛЕЙ РЕГУЛИРУЮЩИХ.

СОБИРАТЕЛЬ ЗАКРЫТЫЙ – первичный элемент СЕТИ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ СОБИРАТЕЛЬНОЙ, представляющей собой траншею (канал, заполнению ниже пахотного слоя пористым, легко фильтрующим воду материалом).

СОБИРАТЕЛЬ РЕГУЛИРУЮЩИЙ – первичный элемент СЕТИ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ СОБИРАТЕЛЬНОЙ представляющей собой канал глубиной 70-90 см. трапециадального или треугольного сечения.

СОБИРАТЕЛЬ ТРАНСПОРТИРУЮЩИЙ – канал СЕТИ ПРОВОДЯЩЕЙ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОТКРЫТОГО ТИПА.

СПОСОБ ОСУШЕНИЯ – средство, с помощью которого производится осушение территорий по принятому МЕТОДУ ОСУШЕНИЯ (так понижение уровня почвенно-грунтовых вод можно осуществить путём устройства ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО или БИОЛОГИЧЕСКОГО ДРЕНАЖЕЙ).

СУЛЬФОЗИЯ – вынос мелких частиц грунта в полость дрены.

ТОРФ – органическая масса, образовавшаяся в результате отмирания разложения различных болотных растений (камыш, тростник, рогоз, осока, мох и др.) в условиях АНАЭРОБИОЗИСА.



**ТОРФООБРАЗОВАНИЕ** – элементарный процесс почвообразования, состоящий в накоплении на поверхности почвы или зарастающих водоемах остатков болотных растений, разлагающихся в условиях **анаэробнозиса**.

**ТОРФО СРАБОТКА** – уменьшение мощности торфяной залежи после осушения в результате физического уплотнения и биохимического разложения.

**ТРУБОФИЛЬТР** – дренажная труба из пористого, фильтрующего воду материала.

**УСТОЙЧИВОСТЬ РУСЛА** – способность русла естественного или искусственного водотока (реки, канала и т. п.) сохранять свои размеры, форму и плановые очертания.

**ШЛЮЗОВАНИЕ** – подъем до **НОРМЫ ОСУШЕНИЯ**, с помощью шлюзов-регуляторов уровня почвенно-грунтовых вод (через **СЕТЬ РЕГУЛИРУЮЩУЮ**).

**ШЛЮЗОВАНИЕ ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОЕ** – шлюзование, предусматривающее замедление и полное прекращение стока с осушаемой территории на спаде весеннего паводка и летних дождей, применяемая при отсутствии внешнего источника для подачи воды в осушительную сеть.

**ШЛЮЗОВАНИЕ УВЛАЖНИТЕЛЬНОЕ** – шлюзование с использованием источника, позволяющего подать воду в осушительную сеть в течение всего периода вегетации и тем самым при необходимости поднимать или поддерживать необходимую влажность почвы.

### **3. ПРОЧИЕ ВИДЫ МЕЛИОРАЦИИ**

**АЭРОТЕНК** – сооружение для биологической очистки сточных вод методом окисления содержащихся в них органических соединений микроорганизмами активного ила.

**БАЗИС ЭРОЗИИ** – горизонтальная плоскость, на уровне которой прекращаются процессы **ЭРОЗИИ ПОЧВЫ**.

**БАЛАНС СОЛЕВОЙ** – изменение запаса солей в расчётном слое почвы за определенный промежуток времени.

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД** – способ очистки бытовых и промышленных сточных вод, заключающийся в биохимическом разрушении (минерализации) микроорганизмами органических веществ, растворенных и эмульгированных в **СТОЧНЫХ ВОДАХ**.

**БИОФИЛЬТРЫ** – сооружение для биологической очистки сточных вод путем разложения содержащихся в них органических соединений бактериями и грибами биопленки, образующейся на фильтре.

**БОНИТЕТ ПОЧВ** – интегральный показатель качества и продуктивности почв.

**БОНИТРОВКА ПОЧВ** – сравнительная оценка плодородия почв, выраженная в баллах.

**БУФЕРНОСТЬ** – способность почвы препятствовать изменению её реакции под действием кислот и щелочейю

**ВТОРИЧНОЕ ЗАСОЛЕНИЕ** – накопление в почве солей, возникающий в результате искусственного изменения водного режима.

**ВАЛИК** – небольшая земляная насыпь для образования чеков, *полиных* полос или лиманов.

**ВОДЫ ВОЗВРАТНЫЕ** – воды, стекающие с орошаемых полей или сбрасываемые рыбоводными прудами, промышленными и коммунально-бытовыми предприятиями (после полной очистки и обеззараживания).

**ВОДЫ ШАХТНЫЕ** – разновидность **ВОД СТОЧНЫХ**, сбрасываемых в канализационную сеть шахтами и др. предприятиями горнодобывающей промышленности.

**ГИПСОВАНИЕ ПОЧВЫ** – внесение в почву гипса или гипсосодержащих материалов для нейтрализации избыточной щелочности и замещение поглощенного натрия в почвенном поглощающем комплексе кальцием.

**ГЛИНОВАНИЕ** – внесение глины в песчаную и торфоболотные почвы с целью улучшения их структуры и водно-физических свойств.

**ГЛУБИНА ГРУНТОВЫХ ВОД КРИТИЧЕСКАЯ** – глубина залегания грунтовых вод при которой ещё не происходит засоление активного слоя за 1-2 сезона на орошаемых землях и за более продолжительный срок на целине.

**ГУМИСИРОВАНИЕ** – внесение в почву, бедную органических веществ гумуса с целью повышения её плодородия.

**ДЕПОНЕНТ** – биологический окислитель в виде микроводорослей обеспечивающий полную очистку сточных вод в быстром темпе.

**ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВЫ** – процесс накопления в почвах легкорастворимых солей.

**ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ ВТОРИЧНОЕ** – **ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ**, возникающий в результате хозяйственной деятельности человека (неправильное орошение и др.).

**ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ НЕОБРАТИМОЕ** – засоление, при котором в естественных условиях запас солей в почве из года в год возрастает.

**ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ ОБРАТИМОЕ** – засоление, при котором в естественных условиях не происходит устойчивого накопления солей в почве в многолетнем разрезе.

**ЗАСОЛЕННАЯ ПОЧВА** – почва, содержащая растворимые солей в количествах, приводящих к угнетению или гибели культурных растений.

**ЗЕМЛЕВАНИЕ** – создание плодородного слоя почвы на поверхности малоплодородных сельскохозяйственных угодий (с целью их улучшению).

**ЗОНА САНИТАРНО-ЗАЩИТНАЯ** – полоса вокруг **ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ОРОШЕНИЯ**, в пределах которой не допускается использования поверхностных и подземных вод для питьевого водоснабжения.

**КИСЛОВАНИЕ ПОЧВЫ** – регулирование реакции почвы путем внесения в почву растворов минеральных кислот и других веществ, обладающих кислотными свойствами.

**КОЭФФИЦИЕНТ СЕЗОННОЙ АККУМУЛЯЦИИ СОЛЕЙ** – отношение содержания солей в расчётном слое в начале вегетационного периода к содержанию солей осенью.

**ЛИМАН** – естественное замкнутое понижение или искусственный бассейн, образованный дамбами или земляными валиками, для однократной весенней влагозарядке почвы талыми водами.

**МЕЛИОРАЦИИ ПОЧВОЗАЩИТНЫЕ** – мероприятия, направленные на защиту почв от ЭРОЗИИ или неправильной хозяйственной деятельности человека.

**МЕЛИОРАЦИЯ СОЛОНЦОВ** – улучшение водно-физических свойств СОЛОНЦОВ за счёт вытеснения из ВОЧВЕННОГО ПОГЛАЩАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА катионов натрия и замены из катионами кальция, осуществляем с путём гипсования, глубокой плантажной вспашки, промывок, известкования, внесение навоза и других приёмов.

**МЕЛИОРАЦИЯ СТРУКТУРНАЯ** – улучшение структуры и физических свойств почвы путём внесения в нее структурообразователей.

**МЕСТНЫЙ СТОК** – весенние талые и ливневые воды, стекающие с небольших водосборных площадей в *потяжены*, лощины, балки, реки, озера и замкнутые понижения.

**МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД КРИТИЧЕСКАЯ** – наибольшее содержание солей в воде, при котором ещё не происходит засоление верхних слоев почвы капиллярными-восходящими токами.

**ОКУЛЬТИРОВАНИЕ ПОЧВЫ** – комплекс мероприятий, направленных на улучшение агрохимических характеристик почвы и повышение её плодородия.

**ОХРАНА ПОЧВ** – система мероприятий по сохранению и целенаправленному улучшению свойств почв.

**ПЕРВИЧНОЕ ЗАСОЛЕНИЕ** – естественное накопление в почве солей вследствие испарения грунтовых вод, солености материальных пород или в результате воздействия эоловых биогенных и других факторов.

ПАШНЯ – наиболее продуктивный вид сельскохозяйственных угодий, используемых под посев сельскохозяйственных культур.

ПЕСКОВАНИЕ – улучшение водно-физических свойств почвы путем внесения в нее песка.

ПОЛЯ ОРОШЕНИЯ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИЕ (ЗПО) сельскохозяйственные угодий, орошаемые СТОЧНЫМИ ВОДАМИ БЫТОВЫМИ или ПРОМЫШЛЕННЫМИ.

ПОЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ – обвалованные участки почв с хорошими фильтрационными свойствами, используемые для очистки СТОЧНЫХ ВОД БЫТОВЫХ и ПРОМЫШЛЕННЫХ.

ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВЫ – способность почвы поглощать и удерживать различные твердые, жидкие и газообразные вещества.

ПОЧВА – естественноисторическое тело, представляющие поверхностные слой земной коры и обладающее плодородием.

ПОЧВЕННЫЙ ПОГЛОЩАЮЩИЙ КОМПЛЕКС – совокупность минеральных, органических и органоминеральных частиц твердых фаз почвы, преимущественно менее 1 м, км, обладающих поглотительной способностью.

ПРОМЫВКА ПОЧВ – уменьшение концентрации солей в почве путём растворения и удаления их промывными водами.

ПРОМЫВКА ПОЧВЫ КАПИТАЛЬНАЯ – первоначальное удаление избыточного количества солей из расчётного слоя почвы путём их выноса с промывными водами.

ПРОМЫВКИ ПОЧВ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ – периодические промывки орошаемых земель, снижающее содержание солей в расчётном слое почвы до концентрации не выше допустимой.

ПРОМЫВНАЯ НОРМА – количество воды, необходимое для понижения содержания солей в РАСЧЁТНОМ СЛОЕ ПОЧВЫ до максимального допустимого предела, м<sup>3</sup>/га.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Указ Президента Республики Узбекистан от 4 августа 2017 года № УП5134 «О мерах по коренному совершенствованию деятельности Министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан».
2. Указ Президента Республики Узбекистан «Об утверждении концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы»
3. Mirziyoyev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, O‘zbekiston, 2016.-56 b.
4. Mirziyoyev Sh.M. Taqidiy tahlil, qat’iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatini kundalik qoidasi bo‘lishi kerak. Toshkent, O‘zbekiston, 2017.-1046.
5. Mirziyoyev Sh.M. Qonun ustivorligi va inson manfaatlarinida’minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. Toshkent, O‘zbekiston, 2017.-486.
6. Mirziyoyev Sh.M. O‘zbekistonni rivojlantirishning beshta ustuvor yo‘nalishi bo‘yicha Harakatlar strategiyasi. T, O‘zbekiston, 2017. “Gazeta. Uz”.
3. Национальный комитет по ирригации и дренажу (УЗНКИД) «Ирригация и дренаж в Республике Узбекистан, история и современное состояние» 2020 г.
4. Архивные данные проектно-изыскательской организации ООО «UZGIP»
5. Луцкий В.Г. «Охрана труда при эксплуатации оросительных систем» М.: Агропромиздат, 1990 г.
6. СНиП 2.06.03-97 – Оросительные системы, проектные нормы. Т.:1997.-101 стр.
7. А.Н.Костяков “Основы мелиорации”. М., “Сельхозгиз”, 1960.

8. Е.С.Марков “Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации”. М., “Колос”, 1981.
9. Ф.М.Рахимбаев ва бошқалар. “Қишлоқ хўжалигида суғориш мелиорацияси”, Тошкент, “Меҳнат”, 1994.
10. Под редакцией Ф.М.Рахимбаева. «Практические занятия по сельскохозяйственным гидротехническим мелиорациям». Ташкент, “Меҳнат”, 1988.
11. Под редакцией Ф.М.Рахимбаева. «Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации». Практикум, Ташкент, “Меҳнат”, 1988.
12. Н.М.Решеткина и др. «Вертикальный дренаж». Москва, «Колос», 1978 г.
13. ВСН-П-8-74 Всесоюзные нормы проектирования, часть VIII- Дренаж на орошаемых землях. Москва, 1974 г.
14. W.Boiten. Hydrometry. CRC Press, 2003 ISBN 0203971094, 9780203971093.
15. Anna Di Mauro, Andrea Scozzari, Francesco Soldovieri. Instrumentation and Measurement Technologies for Water Cycle Management. Published By: Springer International Publishing AG. Pages: 599. 2022.
16. Ritzema H.P. (Editor-in-Chief), Drainage Principles and Applications. Wageningen, Alterra, ILRI Publication no. 16, pp. 1125. 2006.
17. G.L.Asawa. Irrigation and Water Resources Engineering. New Age International (P) Ltd., Publishers. 2008, Delhi, 110002.
18. B.J.Pandian, Megh R.Goyal. Management Strategies for Water Use Efficiency and Micro Irrigated Crops. 2019. 354 pp.
19. Tyler Baras. DIY Hydroponic Gardens. 2018. 192 pp.
20. George H. Hargreaves and Gary P. Merkley. Irrigation Fundamentals. 2021. 198 pp.

21. Saeid Eslamian, Faezeh Eslamian. Handbook of Irrigation Hydrology and Management. 2023. 426 pp.
22. Aftab H.Azhar, Ch.M.Ashraff, Maqsood Ahmed. Modern irrigation techniques and technologies: Efficient Utilisation of Scarce Water Resources. 2011. 168 pp.
23. Jose Albiac, Ariel Dinar. The Management of Water Quality and Irrigation Technologies. 2009. 249 pp.
24. Stroosnijder L. “Soil and Water Management in Spate Irrigation Systems in Eritrea” // Mehreteab Tesfai Hadera, 2001 - 214 p.
25. Ragab Ragab, Ashwin B. Pandya. “Water-Saving in Agriculture” // International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), 48 Nyaya Marg, Chanakyapuri, New Delhi 110021, India (CIID) - 150 p.
26. Program: Soil and Water Conservation// Directorate of forests Government of WEST BENGAL, 2016.
27. P Sai Manoj Kumar, Masina Sairam, Subhasisha Praharaj, Sagar Maitra. “Soil Moisture Conservation Techniques for Dry land and Rainfed Agriculture”// Indian Journal of Natural Sciences, Vol. 12, Issue 69, December-2021, ISSN: 0976 – 0997., 7 p.
28. Бегматов И.А., Шукурлаев Х.И., Маматалиев А.Б. Ирригация и мелиорация. Учебник. –Ташкент: “Илм-зиё-заковат”, 2021. –476 стр.
29. Xamidov M.X., Shukurlaev X.I., Lapasov X.O. “Qishloq xo‘jalik gidrotexnik melioratsiyasi” fanidan amaliy mashg‘ulotlarni bajarish bo‘yicha o‘quv qo‘llanma. –Toshkent: TIMI, 2014. –320 bet.
30. Xamidov M.X., Mamataliyev A.B. Irrigatsiya va melioratsiya. O‘quv qo‘llanma. Toshkent. TIQXMMI. 2019. –210 bet.
31. Mamataliyev A.B., Mardiyev Sh.H. “SIU hududidagi sug‘orish tizimini namunaviy fermer xo‘jaligining sug‘oriladigan maydoni misolida



loyihalash” mavzusidagi kurs loyihasini bajarishga oid uslubiy qo‘llanma. Toshkent. TIQXMMI. 2019. –62 bet.

32. Mamataliyev A.B., Mardiyev Sh.H. “SIU hududidagi zax qochirish tizimini namunaviy fermer xo‘jaligining sug‘oriladigan maydoni misolida loyihalash” mavzusidagi kurs loyihasini bajarishga oid uslubiy qo‘llanma. Toshkent. TIQXMMI. 2019. –45 bet.

33. Qishloq xo‘jaligida sug‘orish melioratsiyasi. / Raximboyev F.M. va boshqalar. Amaliy o‘quv darsligi. –Toshkent: Mehnat, 1994. – 326 b.

34. Raximbayev F.M., Shukurlayev X.I, Qishloq xo‘jaligida zax qochirish melioratsiyasi. Amaliy o‘quv darsligi.–Toshkent: Mehnat, 1996. – 204 b.

35. Q.M.Q. 2.06.03–97 – Sug‘orish tizimlari, loyihalash me‘yorlari. Toshkent: IVS “AKATM”. 1997. – 101 b.

### **Литература**

1. А.Н.Костяков «Основы мелиорации», 1961 г
2. ВСН-П-8-74 Всесоюзные нормы проектирования, часть VIII- Дренаж на орошаемых землях. Москва, 1974 г.
3. Н.М.Решеткина и др. «Вертикальный дренаж». Москва, «Колос», 1978 г.
4. М.Д.Чертоусов «Гидравлика» (спец.курс). М.-Л., 1957 г.

7. <https://invest.gov.uz/ru/regional-map/dzhizakskaya-oblast/>

8. <http://www.cawater-info.net/news/10-2010/22.htm>

9. <http://www.beijingxlhj.com/gusenichnyi-ekskavator-liugong-clg225c>  
 10. [https://exkavator.ru/excapedia/technic/yto\\_t140](https://exkavator.ru/excapedia/technic/yto_t140)  
 11. <http://tpscom.ru/samosval-man-cla-26-280>  
 12. <http://uz.bizorg.su/avtokrany-r/p217856-avtokran-ks4574m>

<https://autotorg.uz/a/view/59b>

### Оглавление

<b>ОРОСИТЕЛЬНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ.....</b>		
Глава 1. Установление режима орошения сельскохозяйственных культур.....		
1.1.	Расчёт режима орошения хлопчатника.....	
Глава 2. Проектирование внутрихозяйственной оросительной сети в увязке с элементами организации территории.....		
2.1.	Общая характеристика.....	111
2.2.	Организационно-хозяйственные и мелиоративные основы проекта и методика их решения.....	
2.2.1.	Установление границ и формы землепользования объектов проектирования. Источник орошения.....	
2.3.	Обоснование способа орошения и техники полива.....	
2.4.	Расчёт водопотребления и режима орошения сельскохозяйственных культур.....	

2.5.	Принципы проектирования плановой схемы внутрихозяйственной распределительной и оросительной сети в увязке со схемой организации территории и принятым способом орошения.....	
2.6.	Поливной участок (ПУ). Условия, определяющие его форму, размеры сторон, площадь.....	
2.7.	Техническое проектирование и расчёты, методика решения их в составе проекта.....	
2.7.1.	Состав вопросов технического проектирования.....	
2.7.2.	Определение расчётной ординаты гидромодуля.....	
2.7.3.	Схема временной сети и расчёт элементов техники полива при различных способах орошения.....	
2.7.4.	Схема временной оросительной сети и техника полива при внутрипочвенном орошении (ВПО).....	
2.7.5.	Назначение водораспределения по каналам внутрихозяйственной оросительной сети.....	
2.7.6.	Расчёт потерь воды в каналах внутрихозяйственной сети, КПД отдельных каналов и системы. Мероприятия по сокращению потерь воды.....	
2.7.7.	Гидравлический расчёт и конструирование продольного и поперечного профиля внутрихозяйственных каналов (в земляном русле, в лотках и трубопроводах).....	
2.7.8.	Арматура каналов внутрихозяйственной сети, подпор их и размещение.....	
2.7.9.	Дорожная и сбросная сеть, полезащитные лесные полосы, полосы отчуждения, уточнение КЗИ хозяйства.....	

	2.7.10.	Подсчет объёмов земляных работ на типовых каналах. Удельные и общие объёмы работ по элементам оросительной сети.....	
	2.7.11.	Оформление проекта.....	
Глава 3. Проектирование магистрального канала с бесплотинным способом водозабора.....			
	3.1.	Определение земельного фонда и расчётных расходов межхозяйственных распределителей магистрального канала..	
	3.2.	Проектирование рабочей части магистрального канала.....	
	3.3.	Определение расчётных расходов.....	
	3.4.	Проектирование холостой части магистрального канала.....	
	3.5.	Противофильтрационные мероприятия.....	
	3.6.	Гидравлический расчёт магистрального канала.....	
	3.7.	Проектирование продольного профиля магистрального канала.....	
	3.8.	Конструирование поперечного профиля магистрального канала.....	
	3.9.	Подсчёт объёма земляных работ.....	
	3.10.	Проверка магистрального канала на заиление.....	
	3.11.	Сооружения на магистральном канале.....	
Глава 4.			
	11		
	4.5.	Водный баланс.....	
	4.6.	Расчёт промывных норм.....	

	4.7.	Расчёты дренажа.....	
	4.8.	Определение расчётных расходов коллекторно-дренажной сети.....	
	4.9.	Выбор конструктивных элементов коллекторно-дренажной сети.....	
	4.10.	Гидравлический расчет и построение продольного профиля по закрытой дрене.....	
	4.11.	Гидравлический расчёт и построение продольного профиля по коллектору.....	
	4.9.		
Глава 5. Расчёт вертикального насосного колодца.....			
	5.1.	Общие положения.....	
	5.1.1.	Цель и задачи курсового проекта.....	
	5.1.2.	Содержание и объём курсового проекта .....	
	5.1.3.	Выдача задания и пояснения общих положений методики его выполнения.....	
	5.2.	Методика выполнения курсового проекта.....	
	5.2.1.	Составление расчетных схем.....	
	5.2.2.	Определение нагрузки на дренаж.....	
	5.2.3.	Определение радиуса влияния одиночного колодца для заданных понижений.....	
	5.2.4.	Определение дебита колодца и модуля дренажного стока для донных понижений.....	

	5.2.5.	Определение междренного расстояния вертикальных скважин в случае применения их в целях рассоления и осушения котлованов под гидротехнические сооружения.....	
	5.2.6.	Подбор рыхлой фильтровой обсыпки для насосного колодца..	
Глава 6. Задачи.....			
	6.1.	Качество оросительной воды.....	
	6.1.1.	Оценка качества воды в ирригационных целях.....	
	6.1.2.	Оценка пригодности воды к орошению по формуле И.Н.Антипов-Каратаева и Г.М.Кадера.....	
	6.1.3.	Оценка качества воды в ирригационных целях с помощью выражения SAR.....	
	6.1.4.	Оценка пригодности воды к орошению с помощью коэффициента образования соды.....	
	6.2.	Режим орошения.....	
	6.3.	Значение ординаты поливного гидромодуля.....	
	6.4.	Расчет элементов техники поверхностного способа полива....	
	6.5.	Расчёт полива дождеванием.....	
	6.6.	Расчет внутрпочвенного орошения.....	
	6.7.	Расчет капельного орошения.....	
	6.8.	Планировка орошаемых земель.....	
	6.9.	Определение расходов воды.....	
	6.10.	Проектирование оросительных сетей на плане.....	
	6.11.	Установление трассы канала на плане.....	
	6.12.	Проверка оросительных систем на заиление.....	

	6.13.	Определение расчётных расходов воды и КПД внутрихозяйственной оросительной сети.....	
	6.14.	Расчёт лиманного орошения.....	
	6.15.	Орошение риса.....	
	6.16.	Определение промывной нормы.....	
	6.17.	Определение продолжительности промывки.....	
	6.18.	Определение элементов уравнения водного баланса.....	
	6.19.	Определение интенсивности инфильтрации и дренажного модуля.....	
	6.20.	Определение расчетной фильтрационной схемы.....	
	6.21.	Определение типа дренажа.....	
	6.22.	Определение расстояния между горизонтальными дренажами...	
	6.23.	Расчет комбинированного и вертикального дренажа.....	
Приложения.....			
ГЛОССАРИЙ.....			
		Оросительная мелиорация.....	
		Осушительные мелиорации.....	
		Прочие виды мелиорации.....	
<b>III.</b>	<b>Список использованных источников.....</b>		