

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

Мелиорация земель

Методические указания по выполнению курсовой работы
«Самотечное орошение в районах недостаточного увлажнения»



Новосибирск 2022

УДК 631.67 (07)
ББК 40.62, Я 7
М 474

Составители: к.т.н., доцент С.М. Тулиглович; к. с.-х. н., доцент А.А. Лях.

Рецензент: доцент кафедры ботаники и ландшафтной архитектуры, к. с.-х. н., Пономаренко Н.В.

Методические указания по выполнению курсовой работы «Самотечное орошение в районах недостаточного увлажнения» по дисциплине «Мелиорация земель» / Составители: к.т.н., доцент С.М. Тулиглович; к. с.-х. н., доцент А.А. Лях, Новосибирский ГАУ, Новосибирск 2022, -79с.

Целью курсовой работы является закрепление теоретических знаний и практических навыков самостоятельного решения задач по мелиорации земель; умения самостоятельно пользоваться научной и справочной литературой.

При выполнении работы студент должен проявить творческую инициативу в решении данной проблемы и уметь обосновать выводы и предложения.

Методические указания предназначены для студентов агрономического факультета по направлению подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование.

Утверждены учебно-методическим советом агрономического факультета (протокол от 30.09. 2022 г. № 2).

Введение.

Методические указания составлены в виде учебного пособия с целью оказания помощи студентам при самостоятельном выполнении курсовой работы «Самотечное орошение в районах недостаточного увлажнения». Курсовая работа – часть учебного процесса, в течение которого учащийся вырабатывает навыки в области природообустройства и водопользования.

В курсовой работе решается комплекс взаимосвязанных вопросов, что позволяет студентам лучше усвоить трудные и важные разделы учебной программы.

Работа расширяет технический кругозор, приучает студентов творчески мыслить, делать технико-экономические сравнения, самостоятельно решать организационные, технические и экономические вопросы, пользоваться учебной и справочной литературой.

Состав и оформление курсовой работы.

Курсовая работа состоит из пояснительной записки, расчетного и графического материалов. В состав пояснительной записки входят: титульный лист; оглавление; задание на проектирование; ведомость сооружений; текстовая часть; список использованной литературы; приложения. Объем пояснительной записки составляет около 30 страниц печатного текста. Она должна быть написана технически грамотным языком с выводами и конкретным обоснованием принятых решений по излагаемому вопросу. Обоснование должно быть в виде расчетов, ссылок на литературу, изложения мотивов, побудивших принять то или иное решение.

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4 (297 × 210 мм), чертежи и рисунки выполняются в карандаше, в отдельных случаях их обводят тушью и раскрашивают, а также поясняют подрисовочными подписями; над таблицей указывают её номер и название, рисунки обозначаются в нижней части. Нумерация таблиц и рисунков сквозная.

Исходные данные.

1. Топографический план участка с горизонталями (через один метр) в масштабе 1:5000, или 1 : 10000.
2. Агрофизические свойства почвы и погодные условия за ряд лет.

Содержание курсовой работы.

В содержании курсовой работы предусматриваются вопросы, разработка которых дает студенту возможность наиболее полно охватить изучаемый курс. Курсовая работа состоит из следующих основных глав:

1. Назначение проектируемого участка и его местоположение.
2. Природные условия:

- 2.1 климатические;
- 2.2 рельеф и уклоны поверхности;
- 2.3 почвы;
- 2.4 геологические и гидрологические условия участка орошения;
- 2.5 гидрогеология и гидрология в месте проектируемого головного сооружения;
- 2.6 характеристика источника орошения.
- 3. Режим орошения культур принятого севооборота.
- 3.1 Выбор расчетного года.
- 3.2 Определение испарения с водной поверхности.
- 3.3 Расчёт дефицита суточного увлажнения.
- 3.4 Определение поливных и оросительных норм.
- 3.5 Эксплуатационный режим орошения.
- 3.6 Определение КПД оросительной системы и необходимого количества воды для орошения.
- 4. Плановое расположение оросительной системы.
- 4.1 Расположение каналов в плане.
- 5. Организация орошаемой площади.
- 5.1 Дорожная сеть.
- 5.2 Лесные полосазащитные полосы.
- 6. Проектирование внутрихозяйственной оросительной сети.
- 6.1 Проектирование временных оросителей.
- 6.2. Водосборно-сбросная сеть.
- 7. Способы и техника полива.
- 8. Сооружения на оросительной, водосборно-сбросной и дорожной сети.
- 9. Проектирование магистрального канала.
- 10. Расчетные расходы каналов.
- 11. Расчет и конструирование каналов.
- 12. Подбор труб, насосов, электромоторов для подачи воды на орошение.

Разрабатываемые вопросы курсового проекта в пояснительной записке должны содержать:

1. Назначение проектируемого участка и его местоположение.

Очень кратко отметить целевое назначение проектируемого участка, которое должно исходить из общих задач развития сельского хозяйства и конкретных местных условий хозяйства. Данные о месторасположении участка: область, район, хозяйство, расстояние от станции железной дороги, районного центра, непосредственные границы участка.

2. Природные условия.

Характеристика природных условий дается по данным к заданию на курсовой проект и литературным источникам. Для этого могут быть привлечены также материалы производственной практики.

2.1 Климатические.

Общая характеристика, средние температуры по месяцам вегетационного периода, среднегодовая сумма осадков (среднемноголетнее количество атмосферных осадков по месяцам и за вегетационный период), календарные сроки начала и окончания полевых работ и наступления заморозков, относительная влажность воздуха и испаряемость. Выводы.

2.2 Рельеф и уклоны поверхности.

Вначале указывается геоморфология (пойма, надпойма, первая или вторая терраса), а затем типы рельефа: холмистый, равнинный, пологий, изрезанный балками, понижениями и т. д. Главное внимание обратить на сложность или простоту использования рельефа под проектируемые мероприятия. Очень важно охарактеризовать рельеф с учетом уклона поверхности. Для этого следует указать общий уклон и характерный для отдельных частей участка.

2.3 Почвы.

Тип почв и их процентное соотношение на участке, структурность, механический состав (тяжелые, легкие, средние), водно-физические свойства, скважность, предельная влагоемкость, удельный и объемный веса, данные о влажности почв к моменту посева, коэффициент впитывания, сельскохозяйственная оценка орошаемых почв, засоленность почв. Выводы.

2.4 Геологические и гидрологические условия участка орошения.

Литологический состав пород слагающих территорию исследованного массива, подстилающие породы, глубина грунтовых вод и их минерализация, направление грунтового потока. Здесь же определяется максимальная высота капиллярного поднятия грунтовых вод.

При возможности смыкания грунтовой воды с поливной, дать соображения о мероприятиях, предупреждающих возможность засоления почвы.

2.5 Гидрогеология и гидрология в месте проектируемого головного сооружения.

Породы, из которых сложены коренные берега.

2.6 Характеристика источника орошения.

С точки зрения возможности его использования для целей орошения, в т.ч. объемы и длина земляной плотины и водохранилища, напор и т.д. Качество и количество воды, особенно в нужное для растений время. Колебание горизонтов воды, ширина и глубина реки в меженный период, уклон. Вывод.

Общие выводы.

О природных условиях с точки зрения возможности и необходимости проведения орошения.

3. Режим орошения культур принятого севооборота.

Установление поливного режима какой-либо культуры может быть произведено на основе данных опытных станций или обобщения опыта

передовиков орошаемого земледелия для данного района. Однако, часто при проектировании орошения в новых районах, непосредственные опытные данные по режиму орошения недостаточны или же отсутствуют. В этих случаях прибегают к установлению поливного режима каждой культуры севооборота при помощи теоретических расчетов. Полученный таким путем поливной режим корректируется данными передовой практики орошения ближайшего района, находящегося в аналогичных условиях.

При установлении режима работы системы расчет обычно ведется на определенные (перспективные) организационно- хозяйственные и агротехнические условия и на климатические условия определенной степени засушливости.

Режим орошения должен быть принят определённой обеспеченности для получения планируемого (максимально возможного) урожая сельскохозяйственных культур.

Режим орошения каждого хозяйства и всей системы должен быть проанализирован для лет разной степени засушливости, а за расчетный при проектировании должен быть принят режим, отвечающий засушливости определенной повторяемости, который обеспечил бы получение планируемого урожая орошаемых культур. В понятие «режим орошения» входит определение общего водопотребления, поливные нормы, сроки и их количество.

Расчет режима орошения производится следующим образом:

- устанавливается расчетный метеорологический год заданной обеспеченности;
- устанавливается расчетное значение поливных норм;
- рассчитываются сроки поливов.

Режим орошения определяют по многим факторам, к числу которых относятся:

- погодные условия: температура воздуха (t , °C), относительная влажность воздуха (f , %), осадки (Θ , мм) и распределение их во времени и пространстве. По средним многолетним показателям (12 лет) определяется климатическая норма. По комплексному показателю испаряемости (E_o) и суммарному водопотреблению (E) определяют необходимость оросительных или осушительных мелиораций;
- почвенно-грунтовые условия: гранулометрический состав, водно-физические свойства, степень и характер засоления, агрегатное строение, влагоемкость, прочность структурных агрегатов и многое другое;

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

- водообеспеченность региона (водные источники, запасы подземных вод);
- применяемая агротехника;

- плодородие почв;
- способ и техника полива;
- вид культур и фазы их развития.

В практике орошаемого земледелия применяются несколько методов определения водопотребления возделываемых культур:

а) теоретический, основанный на физических законах испарения (испаряемости) влаги и притока энергии;

б) метеорологический, когда водопотребление функционально связывают с температурой, относительной влажностью воздуха и осадками;

в) эмпирический, когда величина водопотребления определяется по исследованным коэффициентам и зависимостям.

3.1. Выбор расчетного года

При проектировании расчётный год для зоны неустойчивого увлажнения (метеорологический метод) обычно принимают средне - засушливый 75% обеспеченности, который выбирается по сложившимся метеорологическим условиям из задания: по среднесуточной температуре воздуха, $t^{\circ}\text{C}$; относительной влажности воздуха, f , %; данным осадков, Θ , мм.

Расчетный год (75% обеспеченности) находится по уравнению:

$$X = \frac{75 \cdot n}{100} \quad (1)$$

где n - количество лет наблюдений.

Расчётный год 75% обеспеченности из 12 лет метеонаблюдений, можно выбрать по месту в метеорологическом ряду (см. задание). Для этого многолетние погодные данные за вегетационный период располагают в определённом порядке: температуру воздуха – в убывающем, а осадки и относительную влажность воздуха в возрастающем. Пример:

Год	май (фактический)			май (расчетный)		
	$t^{\circ}\text{C}$	f , %	Θ , мм	$t^{\circ}\text{C}$	f , %	Θ , мм
1995	-2,9	72	7	8,0	62	7
1996	1,4	65	24	6,3	63	12
1997	6,2	68	23	6,2	65	18
1998	8,0	62	12	4,0	66	19
1999	3,4	70	29	3,4	67	19
2000	1,0	75	30	3,3	68	23
2001	4,0	80	25	3,1	69	24
2002	6,3	66	19	2,9	70	24
2003	2,9	63	24	1,8	72	25

2004	1,8	69	32	1,4	72	29
2005	3,3	67	19	1,0	75	30
2006	3,1	72	18	-2,9	80	32

Метеорологические данные (расчетные) 75% обеспеченности из 12 лет метеонаблюдений для мая расположатся в следующем порядке: $t = 4,0^{\circ}\text{C}$; $f = 66\%$; $\Theta = 19\text{мм}$.

Так выбирают данные по всем месяцам вегетационного периода и записывают в таблицу 1.

Таблица 1. Сводная ведомость расчётного года (75% обеспеченности).

Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
t°	f	Θ	t°	f	Θ	t°	f	Θ	t°	f	Θ	t°	f	Θ
4.0	66	19												

3.2 Определение испарения с водной поверхности

Испарение с водной поверхности определяют по формуле Давыдова:
 $E_0 = 0,413 (E - e)^{0,8} \times (1 + 0,125 C_{\text{ср}})$, мм/сут, (2)

где E – максимальная упругость водяных паров, зависящая от температуры воздуха, мб. Её определяют по температуре расчетного года, приложение 5;

e - абсолютная замеренная влажность воздуха, определяемая по формуле:
 $e = \frac{E \cdot f}{100}$, мб (3)

$C_{\text{ср}}$ – средняя скорость ветра, ($C_{\text{ср}} = 3 \div 5$ м/с).

Весь расчёт сводится в табл. 2. Температура и относительная влажность воздуха указаны в таблице 1, $d^{0,8}$ - из приложения 7,

Таблица 2. Испарение с водной поверхности

Месяц	Количество дней, Т	Температура, t°	Максимальная упругость водяных паров, E , мб	Относительная влажность, f, %	$e = \frac{E \times f}{100}$, мб	$d = E - e$ дефицит [4] – [6]	$d^{0,8}$	$1 + 0,125 C_{\text{ср}}$	$0,413 \times d^{0,8}$	Испарение E_0 , мм/сут, [9] $\times$ [10]	Испарение за месяц, [11] $\times$ Т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Май											
Июнь											
Июль											
Август											
Сентябрь											

Испарение за летний период составляет по графе 12, например: $\Sigma = 569,3$ мм, или $\sim 0,57$ м.

3.3 Расчёт дефицита суточного увлажнения

Дефицит суточного увлажнения для культур рассчитывают по формуле:

$$\varepsilon = 10 \cdot \varphi - \frac{10 \cdot \Theta (1 - \alpha)}{T}, \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (4)$$

где φ – суммарное испарение (эвапотранспирация);

$\varphi = 0,5 \text{ d}$ – для пропашных культур;

$\varphi = 0,9 \text{ d}$ – для культур сплошного сева;

$d = E - e$ – дефицит влажности воздуха (см. табл. 2. графа 7).

Для перевода **мб** в **мм** принимают коэффициент перевода, равный 0,75.

Отсюда: $10 \varphi = 3,75 \text{ d}$ и $10 \varphi = 6,75 \text{ d}$.

$\frac{10 \Theta (1 - \sigma)}{T}$ – приход воды за счёт атмосферных осадков.

T

где Θ – осадки в мм из расчётного года (табл.1);

T – число дней в месяце;

σ – коэффициент непродуктивного расхода влаги, принимаемый 0,2.

$$\frac{10 \cdot \Theta (1 - \alpha)}{T} = \frac{10 \cdot \Theta (1 - 0,2)}{T} = \frac{8 \cdot \Theta}{T}$$

Расчёты дефицита суточного увлажнения культур сплошного сева и пропашных культур сводят в таблицы 3 и 4.

Таблица 3. Дефицит суточного увлажнения пропашных культур

Месяц	Дни, T	Дефицит, d, мб	3,75 d, м ³ /га, расход	Осадки Θ , мм	$8 \cdot \Theta$	$8 \cdot \Theta / T$, м ³ /га, приход $\frac{[6]}{[2]}$	Суточный дефицит увлажнения ε , м ³ /сут, $[4] - [7]$	Дефицит за месяц, $\varepsilon [8] \times [2]$, м ³ /га	Нарастающий дефицит, $\sum \varepsilon$, м ³ /га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Май									
Июнь									
Июль									
Август									
Сентябрь									

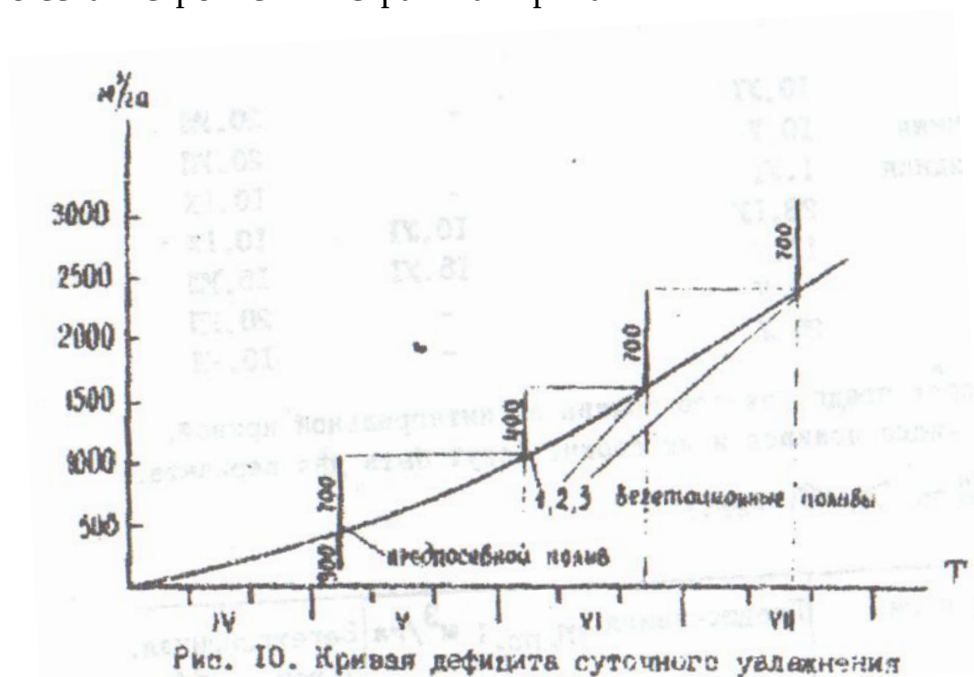
Итак, суммарный дефицит увлажнения выбирается из графы 10 за сезон для пропашных культур и строится интегральная кривая.

Таблица 4. Дефицит суточного увлажнения культур сплошного сева.

Месяц	Дни, T	Дефицит, d, мб	6,75 • d, м ³ /га (расход)	Осадки, Θ , мм	$8 \cdot \Theta$	$8 \cdot \Theta / T$ м ³ /га $\frac{[6]}{[2]}$. Приход	Суточный дефицит увлажнения, ε м ³ /сут, $[4] - [7]$	Дефицит за месяц, d _м $[8] \times [2]$ м ³ /га	Нарастающий $\sum \varepsilon$, м ³ /га
-------	--------	----------------	---------------------------------------	-----------------------	------------------	---	---	--	---

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Май									
Июнь									
Июль									
Август									
Сентябрь									

Суммарный дефицит увлажнения выбирается из графы 10 за сезон для культур сплошного сева и строится интегральная кривая.



3.4 Определение поливных и оросительных норм.

Поливная норма – это количество воды, подаваемое за один полив , $\text{м}^3/\text{га}$.

Оросительная норма – это количество воды, подаваемое за поливной сезон, $\text{м}^3/\text{га}$.

При определении поливных норм исходят обычно из **наименьшей влагоёмкости (НВ)**. При поливе влажность почвы должна быть доведена до наименьшей влагоёмкости расчётного слоя почвы. Наименьшая влагоёмкость (**НВ**) показывает, какое количество влаги почва может удержать в равновесном состоянии. Нижним пределом увлажнения является минимальная влажность.

Минимальная влажность – это влажность, при которой растения начинают снижать прирост растительной массы, соответствует влажности замедления роста ВЗР или влажности разрыва капиллярных связей(ВРК).

Зная верхний **W_{нв}** и нижний **W_{мин}** пределы увлажнения, можно определить величину вегетационной нормы полива:

$$m_{\text{вег}} = W_{\text{нв}} - W_{\text{мин}}. \quad (5)$$

Перед весенним или осенним поливом в почве находится какой-то запас влаги $W_{\text{ф}}$, учтя его, получаем значение поливной нормы перед посевом.

$$m_{\text{пр}} = W_{\text{нв}} - W_{\text{ф}}. \quad (6)$$

Величины $W_{\text{нв}}$, $W_{\text{мин}}$, $W_{\text{ф}}$ находятся по формуле

$$W_{\text{нв}} = 100 \times h \times \alpha \times \Gamma_{\text{нв}}, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (7)$$

где h – величина активного слоя почвы, м. Активный слой почвы – это слой, в котором располагается 90 % всей корневой системы растений. Для каждой культуры активный слой почвы различен, принимаем по таблице 5;

α – объемная масса почвы, г/см³;

$\Gamma_{\text{нв}}$ – влажность почвы в % от веса сухой почвы (const)

Таблица 5. Активный слой почвы различных культур.

Культура	Активный слой почвы, h, м	
	полный	половина
Морковь	0,5÷0,6	0,3
Огурец, лук, свекла столовая	0,4÷0,5	0,2
Капуста, картофель, томат	0,6	0,3
Кукуруза, суданка	0,7	0,4
Кормовые корнеплоды	0,8	0,4
Однолетние травы	0,6	0,3
Травосмесь (люцерна + костр- рец)	0,6	0,3
Люцерна	1,0	0,5

$$w_{\text{мин}} = \frac{w_{\text{нв}} \cdot \beta_{\text{мин}}}{100}, \quad (8)$$

где $\beta_{\text{мин}}$ – минимальная влажность почвы от наименьшей влагоёмкости, %.

Величина $\beta_{\text{мин}}$ для разных культур различна, % от НВ:

Таблица 6. Минимальная влажность почвы

№ п/п	Культура	$\beta_{\text{мин}}$
1	Морковь, лук	70
2	Огурец, капуста, картофель, томат, клевер	75
3	Костреч, б/о, люцерна, пшеница, кукуруза	70
4	Свекла кормовые корнеплоды	65

$$W_{\text{ф}} = 100 \times H \times \alpha \times \Gamma_{\text{ф}}, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (9)$$

где $\Gamma_{\text{ф}}$ – фактическая влажность почвы в % от массы сухой почвы.

Значения α , $\Gamma_{\text{ф}}$, $\Gamma_{\text{нв}}$ приведены в задании.

Если $h_{\text{акт.}} = 0,5$ м, то необходимо взять среднее арифметическое, т.е. сложить пять значений и поделить на пять.

Пример: агрофизические показатели почвы поливного участка учхоза «Тулинский» (почва чернозём выщелоченный среднесуглинистый)

Активный слой почвы,	Объемная масса, α , г/см ³	Влажность $\Gamma_{\text{ф}}$, %	Наименьшая влагоем- кость, $\Gamma_{\text{нв}}$, %
-------------------------	--	-----------------------------------	--

h, м.	по слоям	среднее арифметическое		по слоям	среднее арифметическое		по слоям	среднее арифметическое	
0,1	1,1	0,2	1,15	25	0,2	25,5	35	0,2	34,0
0,2	1,2			26			33		
0,3	1,2	0,3	1,17	24	0,3	25,0	31	0,3	33,0
0,4	1,3	0,4	1,20	21	0,4	24,0	29	0,4	32,0
0,5	1,3	0,5	1,22	19	0,5	23,0	27	0,5	31,0
0,6	1,3	0,6	1,22	16	0,6	21,8	24	0,6	29,8
0,7	1,4	0,7	1,23	13	0,7	20,6	22	0,7	28,7
0,8	1,4	0,8	1,257	13	0,8	19,6	20	0,8	27,6
0,9	1,4	0,9	1,289	13	0,9	18,9	19	0,9	26,7
1,0	1,4	1,0	1,30	13	1,0	18,3	18	1,0	25,8

Для выбранных культур севооборота рассчитываем вегетационную и предпосевную нормы полива и сводим расчеты в таблицу.

Таблица 7. Расчёт поливных норм

Культура	h, м	α , г/см ³	$\Gamma_{\text{НВ}}$, %	$W_{\text{НВ}}$, м ³ /га	β_{min} , %	W_{min} , м ³ /га	$\Gamma_{\text{Ф}}$, %	$W_{\text{Ф}}$, м ³ /га	m _{вег} , м ³ /га		m _{пр} , м ³ /га	
									полученная	округлённая	полученная	округлённая

Поливные нормы округляют до 50 м³/га.

Зная величины предпосевной и вегетационной норм полива и расхода влаги можно определить даты поливов и их число. Первый полив, т.е. предпосевной, делают за 5 – 8 дней до посева культуры. Поэтому необходимо учитывать сроки посева или посадки различных культур. Окончание поливного периода определяется уборкой культур и окончанием максимального их водопотребления (табл. 8). Для некоторых культур (морковь, лук, свекла) первый полив надо делать при появлении фазы настоящего листа.

Таблица 8. Ориентировочные даты посева и полива овощных и кормовых культур.

Культура	Дата посева и высадки полевых культур	Дата полива		Дата послед- него полива
		предпосевного	вегетационного	
Огурец	25÷30 мая	с 20 мая	расчетная	10 августа
Лук на репку	05÷15 мая	с 03 мая	расчетная	15÷20 июля
Томат	05÷15 июня	с 05 июня	10÷15 июня	10 августа
Капуста раннеспелая	10÷20 мая	с 05 мая	10÷15 мая	1 июля
Капуста среднепоздняя	01÷10 июня	с 26 мая	01 июня	15÷25 сентября
Морковь	01÷15 мая	с 28 апреля	не ранее 10 июня	10 сентября
Кормовые: корм., свёкла	10÷20 мая	с 05 мая	не ранее 15 июня	
картофель	15÷20 мая	не эффект.		5÷10 сентября
кукуруза			расчетная	10 августа
Многолетние травы (травосмесь)	прошл. лет	с 05 мая	расчетная расчетная расчетная	10 августа 15÷25 августа

Далее, с учётом рассчитанных поливных норм для сельскохозяйственных культур, определяют по построенным интегральным кривым дефицита суточного увлажнения сроки и количество поливов, учитывая что предпосевной полив делается за 5 ÷ 10 дней до посева, и также рекомендуемые сроки последнего вегетационного полива, после которых поливать уже не надо. Кроме того, следует учесть, что для таких мелкосеменных культур, как морковь, кормовые корнеплоды, столовая свёкла делать полив раньше 10 и 15 июня соответственно не рекомендуется.

Таблица 9. Принятые сроки полива культур севооборота

Культуры	Предпосев ной полив		Первый полив		2-й вег. полив		3-й вег. полив		4-й вег. полив		Оросительна норма, м³/га
	срок полива	норма	срок полива	норма	срок полива	норма	срок полива	норма	срок полива	норма	

3.5 Эксплуатационный режим орошения

При выборе эксплуатационного режима орошения и построения укомплектованного графика поливов необходимо придерживаться следующих правил:

- отклонение от расчётного расхода не более 15 %;
- срок полива сдвигается в обе стороны, но не более чем на три дня;
- по возможности сократить количество перерывов между поливами.

Расчетный расход для любого мелиоративного объекта можно принять, зная площадь орошения и среднюю поливную норму m :

$$Q_n = \frac{m \cdot \omega}{3.6 \cdot T_{\text{пип}} \cdot \tau}, \quad \text{л/с}$$

(10)

где $T_{пп}$ – поливной период, дни;

m – поливная норма, м³/га;

ω – площадь полива, га;

τ – время полива, час;

Площадь поля по заданию – 25 га. Индексом 0 – 1 обозначается предпосевной полив; 1, 2, 3, и.т.д. – номера вегетационных поливов; время полива поверхностным способом - 24 час.

Полivной период в днях, находят из уравнения:

$$T_{пп} = \frac{m \cdot \omega}{3,6 \cdot Q_n \cdot \tau}, \quad (11)$$

где $T_{пп}$ – поливной период, дни;

m – поливная норма, м³/га;

ω – площадь полива, га;

τ – время полива, час;

3,6 – переводной коэффициент.

Q_n – расчётный расход, л/с.

Для расчёта даты полива культуры определяют межполивной интервал в днях.

$$T_{мп} = \frac{m}{\varepsilon}, \quad (12)$$

где ε – суточный дефицит увлажнения, м³/сутки.

Формула расчета расхода оросительной системы:

$$Q_n = q \times \omega, \quad (13)$$

где q – гидромодуль, л/с · га);

ω – площадь орошаемого участка (культуры), га.

Отсюда, руководствуясь данными таблиц 7, 8, 9 и уравнениями 10, 11, рассчитывают ведомость полива сельскохозяйственных культур (неукомплектованная) (табл. 10)

Таблица 10. Ведомость полива сельскохозяйственных культур (неукомплектованная)

Наименование культуры	ω , га	m , м ³ /га	№ полива	$T_{пп}$, сут	Сроки полива			Q_n , л/сек га
					начало	сред. дата	конеч. дата	

Пример расчета оросительного гидромодуля.

$$q = \frac{\mu \cdot m \cdot 1000}{100 \cdot T_{пп} \cdot (\tau \cdot 3600)}, \text{ л/с} \quad (14)$$

где μ – состав культуры в севообороте, %;

m – поливная норма, (м³/га);

$T_{пп}$ – поливной период, дни;

τ – время полива, час;

3600 – в 1 час.

Пример:

$$q = \frac{25 \cdot 300 \cdot 10}{3 \cdot 24 \cdot 3600} = \frac{750}{2592} = 0.2894 \frac{\text{л}}{\text{с}} \cdot \text{га}$$

Ведомость неукомплектованного графика полива составляется по данным интегральных кривых дефицита увлажнения пропашных культур и сплошного сева и нормам полива. Затем строятся графики полива.

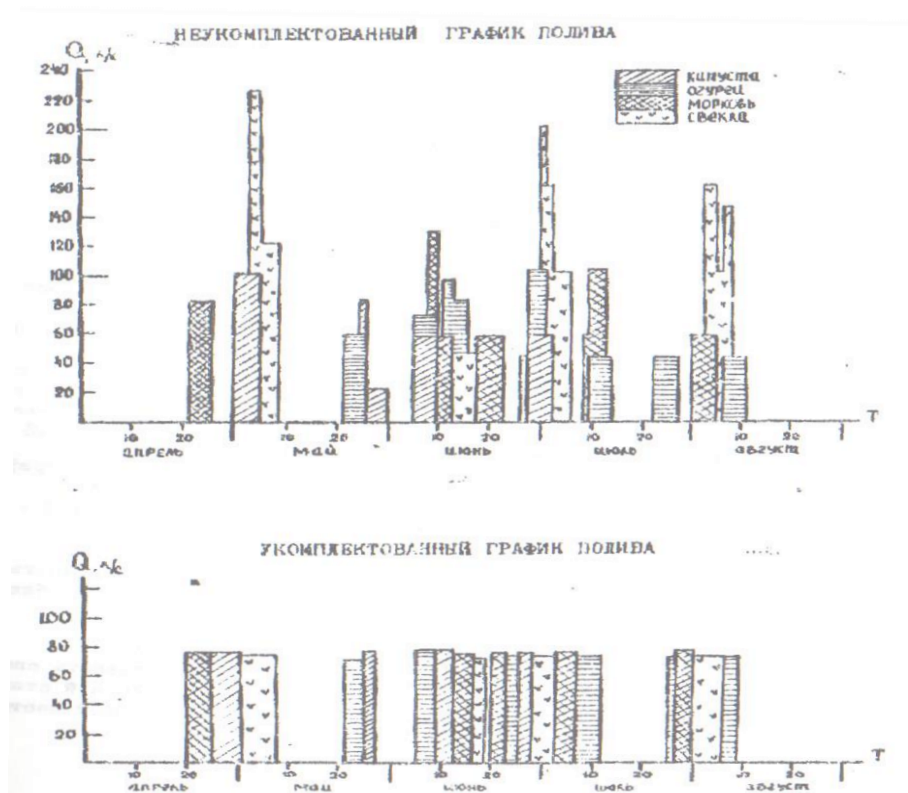


Рис.2

3.6 Определение КПД оросительной системы и необходимого количества воды для орошения.

Коэффициент полезного действия оросительной системы (η) рассчитывают по формуле:

$$\eta = Q_n / Q_{бр}, \quad (15)$$

где Q_n – расход нетто, т. е. чистый расход воды на полив культуры, принимают по расходу из укомплектованного графика полива;

$Q_{бр}$ – расход брутто, т. е. с учётом потерь воды на фильтрацию по земляным каналам. Его определяют следующим образом:

$$Q_{бр} = Q_n + \frac{Q_n \cdot L \cdot \sigma}{100}, \quad (16)$$

σ – потери воды на фильтрацию, %, зависящие от сменности работы на поливе и гранулометрического состава почвы:

Таблица 12. Потери воды на фильтрацию

Почвы	1 смена	2 смены	3смена
Лёгкие	30	24	18
Средние	15	12	9
Тяжелые	5	3,7	2.4

L – максимальная длина пути воды от командной точки, км;
принимается по плану.

Пример: L = 1,29 км.

$$Q_{бр} = Q_n + \frac{64 \times 12 \times 1,29}{100} = 64 + 9,9 = 73,9 \text{ л/с}$$

$$\eta = 64/73,9 = 0,86.$$

Чтобы установить, хватит ли воды в запроектированном водоёме, определяют количество воды для орошения. Для этого сначала рассчитывают оросительную норму для каждой культуры (**M_{ор}**):

$$M_{ор} = \sum m, \quad (17)$$

где **m** – поливная норма принимается из эксплуатационного режима орошения при поверхностном способе полива:

Далее определяют объём воды на орошение каждой культуры по формуле:

$$V_{ор} = M_{ор} \cdot \omega / \eta, \quad (18)$$

где **M_{ор}** – оросительная норма, м³/га;

ω – площадь поля, га;

η - коэффициент полезного действия оросительной системы(0,86).

Таблица 13. Эксплуатационный режим орошения из графика укомплектованного по срокам.

Таблица 13. Принятые сроки полива культур севооборота

Культуры	Предпосевной полив		Первый полив		2-й вег. полив		3-й вег. полив		4-й вег. полив		Оросительная норма
	срок полива	норма	срок полива	норма	срок полива	норма	срок полива	норма	срок полива	норма	

4. Плановое расположение оросительной системы.

Известно, что по способу забора и подачи воды в оросительную систему существуют три варианта: самотечный, с механическим подъёмом и комбинированный. В курсовом проекте принимаем третий способ, который сочетает в себе первые два. Он заключается в том, что от источника воду с помощью насосной станции подают по магистральному трубопроводу до

командной точки (КТ), а дальнейшее распределение воды идёт самотёком, т.е. по земляному магистральному каналу (МК), который трассируется с уклоном 0,001, чтобы обеспечить оптимальную скорость воды (0,6 м/с), при которой отсутствует как заиливание, так и размыв.

Командная точка (КТ) выбирается в самом высоком месте будущего орошаемого участка с таким расчётом, чтобы иметь достаточно площади для размещения полей. После проектирования магистрального канала размещают поля орошения, при этом учитывают культуры севооборота, рельеф местности и способ полива. Для орошения пропашных культур применяют полив по бороздам, а сплошного сева по полосам.

При выборе места под орошаемый участок необходимо учитывать ряд требований:

- орошаемые поля размещают на лучших по плодородию землях и ближе к водоисточнику (пруд, водохранилище, река, озеро, скважина .)
- уклоны полей при поливах по бороздам $0,004 \div 0,005$, а поперечные уклоны не должны превышать $0,008 \div 0,01$. При поливе по полосам уклоны рекомендуются $0,001 \div 0,01$.

Размеры полей, т. е. их ширина и длина, должны быть увязаны с имеющейся на карте площадью. Зная площадь поля, определяют его длину и ширину и переносят эти размеры на план. При этом пользуются следующими рекомендациями: поля должны иметь форму прямоугольника или параллелограмма; при поливе по бороздам и полосам за основу принимается длина поля $300 \div 500$ м;

4.1 Расположение каналов в плане.

Оросительные каналы при минимальных затратах на строительство и эксплуатацию должны обеспечить:

- а) подачу воды в необходимых количествах в нужные сроки, согласно расчетным графикам водопотребления и принятой схемы водораспределения,
- б) максимальный коэффициент полезного действия каналов,
- в) наиболее полное использование орошаемых земель, т.е. максимальный коэффициент использования орошаемой площади,
- г) наиболее полное и высокопроизводительное использование всех сельскохозяйственных машин и орудий,
- д) высокую производительность труда при поливе,
- е) условия для широкой механизации строительных работ,
- ж) эффективную эксплуатацию каналов и сооружений.

Плановое расположение оросительных каналов должно соответствовать рельефу и почвенно -мелиоративным условиям орошаемой территории. Одновременно с этим, плановое расположение оросительных каналов

должно обеспечить возможность правильной организации территории хозяйств - землепользователей.

5. Организация орошаемой площади.

Для эффективной работы оросительной системы, получения высокого и устойчивого урожая сельскохозяйственных культур на орошаемых землях и повышения производительности труда механизмов и поливальщиков оросительная система должна быть увязана с организацией территории хозяйства.

Нужно спроектировать такое расположение оросительной сети, когда каждое хозяйство, бригада имели бы свою независимую от других хозяйств и бригад точку водовыдела из МК межхозяйственных или хозяйственных распределителей.

Формы увязки орошения и организации хозяйства зависят от местных экономических и природных условий, от типа хозяйства, характера севооборота и разбивки его полей, от наличия и организации рабочей силы и средств механизации, от размеров, расположения магистрального и распределительного каналов и других условий.

Одной из основ увязки организации орошаемой территории и хозяйства с проектированием и работой оросительной сети являясь севооборот.

Размещение полей севооборота делается с соблюдением следующих требований:

а) поля севооборота должны быть равновеликими по площади, так как это обеспечивает равномерность в использовании рабочей силы и машин.

Отклонение от среднего размера поля допускается не более $5 \div 10\%$;

б) каждое поле севооборота должно быть максимально однородным по своим почвенно-мелиоративным и гидрогеологическим условиям;

в) каждое поле севооборота должно иметь удобную по условиям механизации форму и достаточные размеры, для зерновых севооборотов площадь поля не должна быть меньше $40 \div 60$ га.

Расположение и размеры участков, являющихся производственно-территориальными единицами хозяйства, должно обеспечивать правильную организацию труда и средств производства, эффективное использование земли и воды, хорошую агротехнику и хорошее качество поливов,

Бригадные участки должны быть целостными, компактными по своей форме, равновеликими по площади, чтобы было обеспечено равномерное использование рабочей силы по годам ротации севооборота и, следовательно, постоянный состав бригады; колебание нагрузки бригад по годам не должно превышать 10%. В зерновых севооборотах при высокой, механизации

сельскохозяйственных работ площадь бригадных участков принимается обычно не меньше 350÷450 га.

При проектировании небольших участков допускается проектирование одинаковых севооборотов и за бригадой закрепляется весь севооборотный участок.

5.1 Дорожная сеть.

На орошаемом участке необходимо запроектировать дорожную сеть, которая должна обеспечить возможность быстрого и удобного выезда техники и машин на каждое поле севооборота, вывоза продукции с полей при уборке урожая.

Сеть дорог должна быть увязана с сетью каналов в оросительной системе.

Дорожная сеть в орошаемом хозяйстве должна отвечать следующим главным требованиям:

- обеспечивать возможность быстрого и удобного въезда тракторов и машин на каждое поле севооборота и вывоза продукции с полей после уборки урожая;
- не затопляться водой;
- иметь минимальную длину и минимальное количество мостов и переездов;
- надежно обслуживать эксплуатационные нужды системы.

В проекте предусматриваются следующие виды дорог:

а) полевые, обеспечивающие подъезды и въезды на каждое поле севооборота и на каждый поливной участок,

б) хозяйственные, объединяющие полевые дороги и связывающие их с поселками и подъездными дорогами,

в) подъездные и межхозяйственные, связывающие хозяйства с районными центрами, железнодорожными станциями, речными пристанями, заготовительными пунктами и т. п.,

г) эксплуатационные, служащие для надзора за оросительной сетью и сооружениями на ней и для перевозки материалов и оборудования при ремонте.

Эти дороги должны всемерно совмещаться с полевыми, хозяйственными и межхозяйственными дорогами.

Полевые дороги постоянного типа располагаются вдоль внутрихозяйственных распределителей или внутрихозяйственных водосбросных каналов. Полевые дороги могут быть и временного типа, в зависимости от размера и продолжительности перевозок.

Поперечный профиль постоянных полевых дорог должен быть или односкатным с поперечным уклоном 3÷8% от канала к кювету, или двухскатным с той же величиной поперечного уклона обоих скатов.

Хозяйственные дороги должны быть постоянными и располагаться по кратчайшему направлению от поселка до полей севооборота, вдоль каналов внутрихозяйственной сети.

Размер площади под дорогами при предварительных подсчетах может приниматься около $1 \div 2$ % площади обслуживаемой дорогами в данном орошаемом массиве.

Ширина земляного полотна дорог, не считая кюветов, устанавливается:

- а) на полевых и хозяйственных дорогах – 5 м,
- б) на эксплуатационных дорогах, если они не совмещены с хозяйственными - 3,5 м.

Ширина переездов и мостов устанавливается в соответствии с габаритами - сельскохозяйственных орудий и принимается не менее 7 м.

Для отвода поверхностных вод по обеим сторонам земляного полотна устраиваются кюветы (канавы) глубиной $0,3 \div 0,9$ м в зависимости от значимости дороги и от габаритов. В случаях расположения дороги вдоль каналов оросительной системы устраивается только один кювет - со стороны противоположной каналу.

Дорожная сеть в курсовом проекте проектируется только в плане в зависимости от расположения оросительной и водосборно-сбросной сети.

5.2 Лесные полезащитные полосы.

На орошаемом участке необходимо запроектировать лесополосы. Создание лесных полезащитных полос на орошаемых землях чрезвычайно важно; оно является одним из неперенных условий правильной организации орошаемого хозяйства.

Лесные полосы на орошаемых землях имеют преимущественно ветроломное значение и делаются продуваемой конструкции из высокорастущих пород деревьев с невысоким подлеском.

Размещение и состав деревьев в лесных полосах вдоль каналов и способы посадки определяются на основе инструкции Министерства сельского хозяйства. Подбор древесных пород для лесных полос и насаждений определяется, главным образом, местными климатическими и почвенными условиями.

Древесные и кустарниковые насаждения (полосы) проектируются вдоль постоянной оросительной, водосборно-сбросной, и дорожной сети, вдоль постоянных дорог, по границам полей севооборота, по границам хозяйств.

Лесополосы располагаются так, чтобы тень от деревьев падала, главным образом, на каналы и затеняла их, уменьшая зарастание каналов сорняками.

Желательно, чтобы лесополосы располагались в полосах отчуждений каналов по обе стороны. В том случае, когда очистка канала производится механизированным способом, лесополосы располагаются только с одной стороны.

6. Проектирование внутрихозяйственной оросительной сети.

Проведя трассировку магистрального канала, устанавливают границы орошения, производят размещение севооборотных участков. Затем, в пределах каждого севооборотного участка, определяют площадь орошения и намечают плановое расположение хозяйственных распределителей, обслуживающих севооборотные участки.

Установив площади севооборотных участков, определяют средний размер поля, производят одновременно разбивку на поливные участки и поля севооборота в соответствии с техническими условиями проектирования каналов оросительных систем.

Плановое расположение внутрихозяйственных распределителей должно быть таким, чтобы каждый севооборотный участок хозяйства получал воду независимо от других севооборотных участков этого же хозяйства и чтобы все временные оросители каждого поливного участка получали воду по возможности из одного внутрихозяйственного распределителя (участкового канала).

Однако соблюдение этих условий не должно вызывать излишнего параллелизма распределителей, т.е. трассирование нескольких рядом расположенных постоянных внутрихозяйственных оросительных каналов. Водозабор во временные оросители непосредственно из хозяйственного распределителя допускается как исключение.

В этом случае:

- а) суммарный расход одновременно работающих временных оросителей не должен превышать половины расхода хозяйственного распределителя,
- б) расход хозяйственного распределителя не должен быть более 400 л/сек.

Запроектированные внутрихозяйственные распределители, выполненные в соответствии с требованиями рельефа и почвенно-мелиоративных условий, должны обеспечить возможность эффективного применения намечаемых способов полива и создание нормальной, проходимой для сельскохозяйственных машин временной оросительной сети.

Распределительные каналы должны совпадать с границами хозяйства и бригадных участков, севооборотных полей. Ограничиваемые постоянными каналами участки, вплоть до мельчайших, должны иметь компактную

удобную для производства форму и величину, не стесняющие механизацию сельскохозяйственных работ.

Общая протяженность каналов, а следовательно, и их сдельная длина в метрах на гектар орошаемой площади должна быть минимальна, так как вместе с ней растет стоимость строительства и эксплуатации, площадь отчуждения под ними и потеря воды на них,

Каналы должны идти, по возможности, по водоразделам, командуя в обе стороны. Уклон канала должен быть близок к уклону местности, мало изменяться по его длине и быть в пределах $0,0003 \div 0,007$ в зависимости от расхода воды и свойств почвы, чтобы не было заиления, размыва и зарастания канала травой. По трассе канала, по возможности, не должно быть бугров, балок и иных препятствий, вызывающих необходимость в устройстве насыпей, глубоких выемок и сооружений.

Оросительная сеть может быть очень сложной. От магистрального канала отходят по границам бригады или полей севооборота распределители первого порядка, хозяйственные распределители Р-1, из которых каждый обслуживает бригаду или несколько бригад. Из них берут начало распределители второго порядка (Р-1-1), обслуживающие одно или несколько полей севооборота.

Участковый канал имеет длину обычно $1 \div 3$ км, снабжает водой несколько временных оросителей, подающих воду в поливную сеть и являющихся последними мельчайшими звеньями сети оросительных каналов. Распределители и оросители идут в полувыемке - полунасыпи и только в редких случаях и на небольшой длине в насыпи.

Направление полива внутри поливного участка устанавливается в соответствии со способами посева и полива сельскохозяйственных культур. Направление посева и полива в поливном участке для каждой культуры севооборота (на поле севооборота) должно быть единым.

При проектировании сети необходимо учитывать, что пропашные культуры поливаются по бороздам, культуры не требующие междурядной обработки (зерновые и травы) поливаются напуском по полосам или мелким широким засевающим бороздам.

Полив производится круглосуточно и без сброса воды за пределы поливных участков.

6.1 Проектирование временных оросителей.

Временные оросители могут быть расположены вдоль или поперек выбранного направления полива. В первом случае получается так называемая «продольная схема» расположения временных оросителей, рис. 3а, а во втором- «поперечная схема», рис 3б.

При выборе схемы расположения временных оросителей для вегетационных поливов пропашных культур рядового или квадратно-гнездового способа посева и посадки нужно руководствоваться следующими указаниями:

а) временные оросители как при продольной, так и при поперечной схеме должны быть прямолинейны, параллельны между собой и по возможности параллельны сторонам поливного участка;

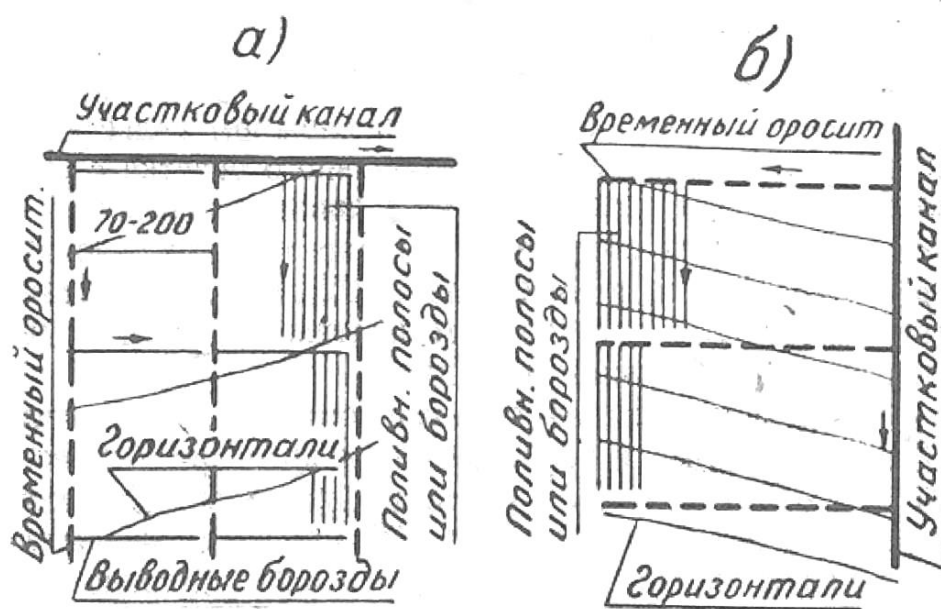


Рис. 3.

б) при уклонах поверхности поливных участков в пределах $0,002 \div 0,007$ следует применять преимущественно продольную схему, располагая временные оросители поперек горизонталей;

в) при уклонах поверхности больше $0,007$ преимущественно применяется поперечная схема, временные оросители располагаются под углом к горизонталям и полив осуществляется по наибольшему уклону;

г) на широких спокойных склонах с большими уклонами ($0,01 \div 0,02$) для уменьшения протяженности дорогостоящих постоянных внутрихозяйственных распределителей, направленных по большому уклону, следует применять продольную схему с временными оросителями,

располагаемыми также по уклону. Расходы временных оросителей в этом случае следует назначать минимально возможными.

На участках, где в течение вегетационного периода сельскохозяйственным машинам и орудиям не приходится пересекать временные оросители, последние могут располагаться и поперек и вдоль направления поливных полос и борозд.

Параллельность временных оросителей в рассматриваемых случаях желательна, но не обязательна. Проектируемые трассы временных оросителей, как правило, по всей длине должны иметь необходимый и достаточный естественный продольный уклон и обеспечивать нарезку оросителей в полувыемке - полунасыпи при достаточном командовании оросителей над выводными бороздами ($5 \div 10$ см).

Для обеспечения нормальной подачи воды по временным оросителям и выводным бороздам, а также для уменьшения планировки трасс временных оросительных каналов и поливаемых из них площадей, временные оросители и выводные борозды надо располагать по повышенным точкам поверхности поливных участков, не допуская чисто геометрического, не зависимо от рельефа и уклонов, размещения этих каналов по площади поливных участков.

На поливных площадях, имеющих малые (0,002 и меньше) уклоны и к тому же сложный рельеф, не обеспечивающий естественного продольного уклона временных оросителей, допускается планировка полос земли, отводимых под временные оросители путем срезок и подсыпок, не превышающих по высоте 0,2 м. Ширина подушки определяется размерами временного оросителя; откосы подушки принимаются не круче 1 : 4,

Расстояния между временными оросителями при поперечной схеме определяются расчетными длинами поливных борозд и полос.

При продольной схеме расположения временных оросителей расстояние между ВО, а следовательно и длина выводных борозд принимается в пределах $70 \div 200$ м.

Длина временных оросителей (ширина поливного участка); при поперечной схеме их расположения принимается до 400 м.

При продольной схеме длина временных оросителей принимается в пределах $400 \div 1200$ м.

Для обеспечения эффективного использования машин, орудий и высокой продуктивности труда поливальщиков, при проектировании поливных участков, необходимо соблюдать следующие требования:

а) форма, длина и ширина участков, а также расположение оросителей должны обеспечить для всех культур севооборота, на преобладающей части площади, нормальную длину гона машин при пахоте, посеве, обработке и уборке культур - не менее 400 м. Меньшая длина гона может быть допущена только в особо трудных условиях, а также на орошаемых участках небольшого размера;

б) в каждом поливном участке временные оросители при культурах, требующих междурядных обработок, должны быть, как правило, расположены так, чтобы размеры площадей между ними были одинаковыми или кратными друг другу и кроме того согласованы с суточной производительностью машин и поливальщиков.

Общее количество временных оросителей на каждом поле севооборота и число одновременно работающих оросителей принимаются в соответствии с принятым планом полива, с соблюдением следующих требований: время работы временного оросителя должно быть не более двух суток, а для культур, требующих междурядную обработку, не более 1 суток; в зависимости от уклона и живого сечения расход временного оросителя должен быть в пределах $30 \div 100$ л/сек (табл. 14).

Таблица 14. Расход временного оросителя в зависимости от уклона

Уклон	Расход временного оросителя, л/сек							
	20		40		60		80-100	
	b	h	b	h	b	h	b	h
0,001	30	20	50	30	50	35	50	40
0,001-0,003	30	25	40	30	50	30	50	35
0,003-0,005	30	20	40	25	50	25	50	30
0,005-0,007	30	20	40	25	-	-	-	-
0,007	30	20	-	-	-	-	-	-

b-ширина временного оросителя по дну, см

h – глубина наполнения ВО, см

Расстояние между временными оросителями должно быть в пределах $70 \div 200$ м.

Количество временных оросителей на каждом поле севооборота должно быть кратным числу одновременно работающих оросителей.

Проектирование временных оросителей производится в следующей последовательности:

- 1) определяется расчетный расход «нетто»:

$$Q_{\text{нетто}}^{\text{бр}} = g \cdot \omega_{\text{нетто}}^{\text{бр}}, \text{ л/сек} \quad (19)$$

где g - ордината укомплектованного графика гидромодуля ведущей культуры, л/сек га,

$\omega_{\text{нетто}}^{\text{бр}}$ — площадь «нетто», га,

$$\omega_{\text{нетто}}^{\text{бр}} = \omega_{\text{брутто}}^{\text{бр}} \cdot \text{КЗИ, га.} \quad (20)$$

где $\omega_{\text{брутто}}^{\text{бр}}$ - площадь «нетто», га,

КЗИ – коэффициент использования орошаемой площади.

В первом приближении КЗИ может быть принят равным $0,90 \div 0,95$;

2) по среднему уклону поля по таблице 10 находится допустимый расход временного оросителя ($Q_{\text{во}}$);

3) определяется число одновременно работающих временных оросителей

$$n = \frac{Q_{\text{н}}}{Q_{\text{во}}}, \quad (21)$$

4) определяется время работы временного оросителя:

$$t_{\text{во}} = \frac{t_{\text{гг}} \cdot n}{N} \quad (22)$$

где $t_{\text{гг}}$ - продолжительность полива культуры по укомплектованному графику гидромодуля в сутках;

n – число одновременно работающих временных оросителей;

N - суммарное число временных оросителей на поле данной культуры кратное n .

Если культура занимает не одно поле в севообороте, а несколько, то в формулу подставляется общее число оросителей на всех полях данной культуры, поскольку за период $t_{\text{гг}}$ предусматривается полив всей площади занятой культурой.

Если же поля под одной культурой севооборота имеют разный уклон поверхности, то расчет ведут на каждом поле в отдельности, тогда $t_{\text{гг}}$ делят на число полей занимаемых данной культурой, а число оросителей находят на каждом поле в отдельности.

Число оросителей на каждом поле севооборота определяется в зависимости от того, чтобы продолжительность работы временного оросителя была не больше двух суток.

Например: при $t_{\text{гг}} = 8$ и $n = 3$, приняв $N = 6$ находим

$$t_{\text{во}} = \frac{t_{\text{гг}} \cdot n}{N} = \frac{8 \cdot 3}{6} = 4 \text{ сут}$$

т. е. получили больше двух суток, так как время работы временного оросителя не должно быть больше двух суток, следовательно надо увеличить число временных оросителей или уменьшить $t_{\text{гг}}$ чтобы время работы временного оросителя было не более двух суток, а число их кратное 3. Из второго условия находим:

$$t_{\text{во}} = \frac{t_{\text{гг}} \cdot n}{N} = \frac{8 \cdot 3}{12} = 2 \text{ сут}$$

Таким образом, общее число временных оросителей получилось равным 12.

Если при этом получается очень большое число временных оросителей и расстояние между временными оросителями получится меньше 70 м, то

нужно переукомплектовать график гидромодуля, увеличив ординату и уменьшив время полива культуры или же в этом случае следует пересмотреть конфигурацию полей севооборота. Например, из двух длинных полей сделать два квадратных, при этом расстояние между временными оросителями увеличивается вдвое без сокращения общего числа оросителей.

В отдельных случаях, при длинной форме поля допускается временные оросители нарезать в два яруса, причем площади отдельных частей поливных участков поля должны быть в этом случае не меньше $30 \div 40$ га.

Все расчеты по определению количества временных оросителей и времени их работы сводятся в таблицу 15.

Таблица 15. Количество временных оросителей и время их работы.

№ поля	культура	ω_n , га	q ведущей культуры	Q_n , л/сек	Средний уклон	Q_n^{BO} , л/сек	n число одноврем. работающих во	N число во на	t_T полив. период графика гидромодуля	t_{BO} время работы ВО

Рассчитав количество временных оросителей на полях ведущей культуры, определяется количество временных оросителей на остальных полях. В период ротации культур севооборота культуры на полях будут меняться, следовательно будет изменяться и продолжительность работы временных оросителей. Количество оголовков временных оросителей на полях остается постоянным, поэтому общее количество оросителей на поле может быть принято только по количеству оголовков, при этом при любой культуре на поле продолжительность работы временного оросителя не должна быть больше двух суток. Может быть такой случай, когда по первоначальному расчету общее число оросителей получилось равным, например, 12. На следующий год это поле занимает культура, полив которой обеспечивает 6 оросителей, оголовков же на поле 12 штук - в этом случае временные оросители нарезают через один оголовок. Может быть и наоборот, в первом году 6 оросителей, а на следующий год увеличивают число оросителей вдвое.

В особо благоприятных условиях может получиться равное количество оросителей на всех полях севооборота.

После разбивки оросительной сети определяют площадь нетто каждого поля в отдельности:

$$\omega_n = \omega_{br} \cdot КЗИ ,$$

(23)

где КЗИ — коэффициент земельного использования (0,9-0,95)

ω_n - площадь нетто поля, га;

ω_{br} - площадь брутто поля, га.

Данные о площадях бригад и полей севооборота сводятся в таблицу 16.

Таблица 16. Орошаемые площади

№ бригад	№ полей	Наименование культуры	Площадь поля		Отклонение площадей, полей от средн. разм. поля	
			брутто, га	нетто, га	га	%

В таблице 16 подсчитывается площадь «нетто» и «брутто» каждой бригады и всей системы в целом. Для характеристики использования земель в установленных границах определяется коэффициент использования валовой площади (КИП) и коэффициент земельного использования (КЗИ).

$$кип = \frac{\text{поливная площадь}}{\text{валовая площадь}} , \quad кзи = \frac{\text{поливная площадь}}{\text{валовая площадь}}$$

Где поливная площадь - площадь нетто системы;

орошаемая площадь — площадь брутто системы;

валовая площадь — вся площадь в границах проектируемой оросительной системы.

Наметив в плане трассы всех каналов, нужно дать им сокращенное наименование (обозначение). Согласно техническим указаниям по проектированию оросительных систем, установлены следующие обозначения: магистральный канал-МК, распределители, обслуживающие одно хозяйство, бригаду и получающие воду из МК: Р-1, Р-2 и т.д. Участковые распределители, обслуживающие одно или несколько полей севооборота Р-1-1, Р-1-2 и т.д., где указывается номер участкового распределителя и номер хозяйственного распределителя, из которого забирает воду участковый канал.

Участковые каналы, берущие начало из МК, обозначаются через У-1; У-2 и т. д. Временные оросители обозначаются порядковыми номерами О-1, О-2 и т. д.

6.2.Водосборно-сбросная сеть

Для отвода излишних поверхностных вод (ливневых, паводковых, промывных, сбросных) проектируется водосборно-сбросная сеть, состоящая из сбросных, водоотводящих и нагорных каналов.

При размещении каналов водосборно-сбросной сети на плане необходимо учитывать рельеф поверхности, принятое расположение оросительных каналов и требования правильной организации территории хозяйств.

В конце постоянных оросительных каналов с расходом воды, превышающим 0,25 л/сек, устраиваются концевые сбросы, служащие для сброса из оросительных каналов в соответствующие водосборные каналы.

Если оросительный канал можно опорожнить через последние, получающие через него воду постоянные каналы низшего порядка, то специального концевого сброса для старшего канала устраивать не нужно. В этом случае оросительные каналы, через которые будет производиться опорожнение выше расположенных каналов системы, должны иметь концевые сбросы.

Водосборно-сбросные каналы проектируются по пониженным местам с максимальным использованием тальвегов, лощин, оврагов и т. п. по возможно кратчайшему расстоянию до водоприемника.

При использовании тальвегов и лощин в качестве сбросных трактов необходимо проверить их пропускную способность.

В конце холостой части МК следует предусмотреть аварийный сброс.

При расположении МК поперек естественного ската, имеющего большую водосборную площадь, вдоль канала с верховой стороны устраивается нагорный канал, служащий для перехвата поверхностных паводковых и ливневых вод. Нагорный канал зачастую совмещают с кюветом эксплуатационной дороги проектируемой параллельно МК.

Расположение и расчет аварийных сбросов и нагорных каналов производится в зависимости от конкретных условий: характера и величины подлежащего удалению сбросного расхода. Водосбросные каналы, обслуживающие бригадный участок, обозначаются В-1, В-2 и т. д., водосбросные каналы, в которые сбрасываются воды из участковых распределителей В-1-1, В-1-2 и т. д. Нагорный канал – НК.

7. Способы и техника полива.

Способ орошения обуславливается хозяйственными, техническими, топографическими и почвенными условиями. Культуры полевого

севооборота предусматривается поливать поверхностным способом; а культуры овощного севооборота - дождеванием.

Техника полива должна быть увязана с конкретными условиями и отвечать основному требованию - обеспечение при поливе необходимого увлажнения активного слоя почвы на всей поливаемой площади при минимальных затратах рабочей силы и экономном, использовании оросительной, воды. На равномерность увлажнения большое влияние оказывает длина поливных полос (борозд), и удельная поливная струя, которые должны быть увязаны с проницаемостью почв и уклоном поливных полос (борозд).

Высокая производительность труда и механизация работ при поливе обеспечивается плановым расположением всей временной поливной сети - временных оросителей, выводных борозд и поливных полос или борозд и поливным током, с которым работает поливальщик.

Наиболее благоприятными продольными уклонами поливных борозд являются уклоны $0,002 \div 0,007$, максимальный продольный уклон борозд - $0,02$.

Для легко размываемых почв максимальный продольный уклон борозд и полос уменьшается до $0,01$.

После расчетов элементов техники полива привести схему расположения регулирующей сети на одном из участков поля севооборота. Установив способы полива и размеры элементов техники полива, произвести подбор орудий, которыми производится подготовка полос и борозд, а также подготовка площади к поливу и проведение самого полива.

8. Сооружения на оросительной, водосборно-сбросной и дорожной сети.

В проекте необходимо предусмотреть сооружения на оросительной, водосборно-сбросной и дорожной сети, которые обеспечивали бы:

- 1) нормальную работу всех элементов оросительной системы;
- 2) оперативный учет расходов воды в точках водозабора на распределительных и в бригадных отводах;
- 3) наилучший для системы режим наносов в каналах;
- 4) подачу воды в удаленные от водозабора места с наименьшими потерями;
- 5) возможность выключения отдельных частей системы, каналов, сооружений;
- 6) возможность проведения планового водораспределения по системе;

7) максимальную механизацию работ по ремонту каналов и сооружений.

С этой целью необходимо работу каждого канала и работу всей системы рассмотреть в целом, после чего расставить нужные сооружения на плане.

В начале каждого распределительного канала, для подачи в него воды из канала старшего порядка, устанавливается водовыпуск, регулирующий подачу соответствующего расхода.

Для возможности регулирования расхода воды шлюзы-регуляторы, подающие воду в бригадные распределители, должны быть оборудованы водомерами простейшего типа. Водомер должен быть также установлен в голове системы. В конце канала, чтобы вода не сбрасывалась в период полива в водосборную сеть, устанавливается перегораживающее сооружение. При поливе вода из участкового распределителя подается одновременно в один или в несколько временных оросителей, работающих одновременно, за которыми нужно установить перегораживающее сооружение. Это обеспечит подачу воды во временные оросители и преградит поступление воды по участковому распределителю после тех временных оросителей, в которые подается вода.

Перегораживающие сооружения устанавливаются также в местах отвода распределительных каналов от каналов старшего порядка, когда не обеспечивается командование горизонтов, а также в месте аварийного сброса.

Концевая часть участкового распределителя за последним перегораживающим сооружением обычно проходит в выемке и предназначена для сброса неиспользованной при поливе воды из канала. Эта часть канала называется концевым сбросом, который впадает в водосборно-сбросной канал.

Поперек концевых сбросов чаще всего проектируются полевые дороги. В этом случае на концевом сбросе в месте пересечения его полевой дорогой необходимо запроектировать трубчатый переезд.

Кроме указанных сооружений на канале могут быть дно-сопрягающие сооружения (перепады, быстротоки), если по трассе канала имеются крутые склоны. Акведуки для перехода оврагов. Дюкеры, если канал пересекают шоссе или железная дорога. Они также наносятся на план.

В таком порядке следует рассмотреть не только все каналы, но и дорожную сеть и водосборно-сбросные каналы. Условные обозначения и пример оформления плана приводятся в приложениях 3.4.

В результате расстановки сооружений на плане (пример : приложение 8) должна быть составлена ведомость сооружений с указанием наименования канала, типа сооружений, их количество и материал, из которого они проектируются (табл. 17)

Таблица 17. Ведомость сооружений

№ п.п.	Наименование канала	Тип сооружения	Количество сооружений	материал

После определения типов сооружений необходимо подобрать каждый вид сооружения по типовым проектам. Подбор и привязка сооружений производится по альбомам типовых проектов гидротехнических сооружений на оросительных каналах, разработанных «Гипроводхозом». При привязке сооружений к месту необходимо руководствоваться правилами привязки типовых проектов. Правила привязки приводятся на каждый тип сооружения в пояснительной записке альбомов типовых проектов. В курсовом проекте должна быть приложена выкопировка основных проекций сооружений и составлена ведомость привязки сооружений.

9. Проектирование магистрального канала

Проектирование оросительной сети в плане начинают с трассировки рабочей части магистрального канала на плане масштаба 1: 5000, или 1 : 10000.

Трассировка магистрального канала начинается с наивысшей точки орошаемого участка (командной точки), которая намечается на плане из условия получения наибольшей орошаемой площади. Уклон магистрального канала принимается минимальным из условия не допускающим заилиения.

При определении минимального уклона допускаемая скорость должна быть на 10% выше заиляющей, определяемой по формуле:

$$v = A \cdot Q^2 \text{ м/сек}, \quad (24)$$

где A — коэффициент равный 0.33, если $w < 1.5$ мм/сек; 0.44, если $W = 1.5 \div 3.5$ мм/сек и 0.55, если $W = 3.5$ мм/сек,

W — средневзвешенная гидравлическая крупность наносов всех фракций в мм/сек. Таблица 23.

Обычно уклоны МК принимаются в пределах $0,0002 \div 0,0008$, чаще 0,0005, При минимальных уклонах магистрального канала подкомандная площадь будет наибольшей, а длина холостой части МК — наименьшая.

Магистральный канал по возможности не должен проходить по косогорной части местности (крутому склону), в противном случае усложняется поперечный профиль канала; с низовой стороны канала делается дамба, что

весьма нежелательно. Кроме этого головные участки распределительных каналов, берущих свое начало из магистрального канала будут проходить с большими уклонами, это приведет к необходимости устройства перепадов или крепления канала.

Желательно, чтобы трасса рабочей части МК проходила по местности имеющей уклон не больше 0,03. Запроектировав рабочую часть магистрального канала, определяем место водовыпуска.

Таким образом, при выборе поперечного и продольного профилей МК необходимо, задаваясь уклоном ($0,00.02 \div 0,0008$) установить наивыгоднейший уклон, при котором холостая часть имела бы минимальную длину, не наблюдалось бы заиливания канала и стоимость работ по строительству МК была бы наименьшей.

При трассировке холостой части МК следует учитывать геологические условия и рельеф по трассе канала. Трасса канала не должна проходить слишком близко к урезу воды и к берегу реки.

Холостая часть МК, как правило, проходит в выемке. В тех случаях, когда трассу МК не представляется возможным провести в выемке, канал проводят в полувыемке- полунасыпи или целиком в насыпи. Если этот вариант не приемлем (большая насыпь при пересечении каналом лощины, трасса канала проходит по склону обрыва) следует прибегать к устройству гидросооружений (лотков запроектированных по склону обрыва и устройству подпорных стенок со стороны реки со срезкой нагорной стороны, акведуков, дюкеров трубопроводов). Каждое такое сооружение должно быть рассчитано и экономически оправдано. При нескольких вариантах останавливаются на наиболее экономичном и технически приемлемом.

Участки каналов запроектированных в глубокой выемке, проверяются на устойчивость и элементы канала устанавливаются в соответствии с техническими требованиями.

Для защиты канала от притока ливневых вод предусматриваются нагорные канавы, собирающие весь сток с водосборной площади, прилегающей к каналу; Нагорные канавы проектируются, как правило, с $i = 0,0003 \div 0,0005$.

На участке с глубокой выемкой вынутая земля отсыпается на нагорную часть канала, что предохраняет канал от стока в него ливневых вод.

Подойма кавальера должна располагаться за пределами опасной поверхности скольжения откоса, полученной из расчета на устойчивость.

Сброс ливневых вод из нагорного канала предусматривается через ливнеспуски. Ливнеспуски устраиваются в виде лотков пропускающих воду через канал или в виде трубы под каналом. Ливнеспуски приурочиваются обычно к пониженным местам по трассе канала (лощинам).

10. Расчетные расходы каналов.

При проектировании оросительных каналов определяются следующие расчетные расходы воды в них:

- а) нормальный расход Q_n ;
- б) минимальный расход Q_{min} ;
- в) форсированный расход $Q_{форс}$.

Основным расчетным расходом является нормальный расход. Расчет МК производится для нормального, минимального и форсированного расходов.

Расчет каналов внутрихозяйственной оросительной сети производится для нормального и минимального расходов.

Установление расчетных расходов производится следующим образом:

$$Q_n = q \cdot \omega_n^{\text{бр}}, \text{ л/сек} \quad (25)$$

где q — расчетная ордината укомплектованного графика гидромодуля, л/сек на га;

ω_n — расчетная площадь нетто, га;

Q_n — нормальный расход нетто (за вычетом потерь), л/сек .

$$Q_{бр} = Q_n + S, \text{ л/сек} \quad (26)$$

где $Q_{бр}$ — нормальный расчетный расход брутто (вместе с потерями), л/сек;

S — расчетная сумма потерь воды во всех каналах, одновременно получающих воду из данного канала при данном расчетном расходе.

$$Q_{бр} = \frac{Q_n}{\eta}, \text{ л/сек} \quad (27)$$

где η - полученный расчетом или плановый коэффициент полезного действия системы данного канала, соответствующий нормальному или минимальному расходу его и учитывающий потери воды во всех каналах, одновременно

получающих из него воду. Определение коэффициента полезного действия для всей оросительной системы, ее части и системы отдельных каналов работающих, как правило, без длительного перерыва, т. е, для каналов непрерывного действия рассчитанный при нормальном расходе Q_n . Минимальный расчетный расход междоусобных и хозяйственных распределителей определяется по минимальной ординате графика гидромодуля.

$$Q_{\text{расч}}^{\text{min}} = \frac{q_{\text{min}} \cdot \omega_n^{\text{бр}}}{\eta}, \quad (28)$$

где q_{min} — минимальная ордината графика гидромодуля.

Форсированный расчетный расход принимается больше нормального расхода (брутто) на следующую величину:

$$Q_n \cdot k_{\text{фр}} = Q_{\text{ф}}, \text{ л/сек} \quad (29)$$

при Q_n менее $1 \text{ м}^3/\text{сек}$: $k_{\text{фр}} = 1.2 \div 1.3$, при Q_n от 1 до $10 \text{ м}^3/\text{сек}$: $k_{\text{фр}} = 1.15 \div 1.2$

Нормальный и форсированный расход воды МК должны быть округлены в большую сторону до $0,1 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Нормальный и минимальный расчетные расходы (нетто)

внутрихозяйственных распределителей устанавливаются на основе принятой схемы водораспределения и размещения бригад на полях севооборотных участков.

Максимальный расчетный расход, поступающий на севооборотный участок и не превышающий $200 \div 250 \text{ л/сек}$, как правило, не дробится и поступает по очереди на один из внутрихозяйственных распределителей, обслуживающих данный севооборотный участок.

Расчетная площадь суточного полива в одном поливном участке, обусловленная расчетным расходом распределителя, должна быть не меньше площади суточной производительности трактора при нарезке поливных борозд и культивации междурядной культуры.

Величину потерь воды, а следовательно, и величину коэффициента полезного действия внутрихозяйственных распределителей можно определить путем расчета по соответствующим формулам.

Сумма всех расчетных нормальных расходов брутто одновременно работающих внутрихозяйственных распределителей не должна превышать форсированного расхода хозяйственного распределителя, питающего данные распределители.

Нормальный расчетный расход брутто внутрихозяйственных распределителей, за вычетом потерь воды в нем, равен сумме нормальных

расходов брутто временных оросителей, по плану одновременно получающих воду из этого канала.

Расчетные расходы и число одновременно работающих временных оросителей принимаются в соответствии с принятым планом полива.

Пропускная способность оросителей стандартизируется и расходы их принимаются с округлением в большую сторону до ближайшей величины: 20-30-40-60-80-100 л/сек.

Для влагозарядковых поливов можно принимать максимальные расходы временных оросителей $60 \div 100$ л/сек.

Для вегетационных поливов культур, требующих междурядной обработки, расходы временных оросителей следует принимать в размере 20-30-40 л/сек при продолжительности полива площади, обслуживаемой временным оросителем не более 24 часов. Для полива культур, не требующих междурядных обработок и переезда при этом через временные оросители, в период вегетации следует принимать расходы воды от $4,0 \div 100$ л/сек.

Коэффициент полезного действия системы хозяйственного распределителя учитывает потери воды в хозяйственном и внутрихозяйственном распределителях и в каналах временной сети.

Расчет фильтрационных потерь σ из каналов непрерывного действия можно ориентировочно подсчитать по формуле С. А. Гиршкана:

$$Q_{\phi} = 0,063 \cdot \sqrt{Q_n} \cdot k_{\phi}, \text{ м}^3/\text{сек на 1 км канала} \quad (30)$$

$$\text{или } \sigma = \frac{6,3}{\sqrt{Q_n}} \cdot k_{\phi}, \% \text{ на 1 км канала} \quad (31)$$

Водопроницаемость грунта, при отсутствии специальных исследований, учитывается следующими приближенными значениями коэффициента фильтрации:

Водопроницаемость грунта	коэффициент фильтрации, k_{ϕ} м/сут
при очень тяжелых по водопроницаемости грунтах (тяжелые глины)	0.01
при тяжелых по водопроницаемости грунтах (глина, тяжелые суглинки)	$0.01 \div 0.05$
при средних по водопроницаемости грунтах (средние и легкие суглинки, лёсс)	$0.05 \div 0.4$

при легких по водопроницаемости грунтах {супеси, пылеватые пески}	0.4 ÷ 1.0
при сильно фильтрующих грунтах (песчаные, гравелистые)	1.0

Ориентировочно величину потерь воды $\sigma_{уст}$ можно определить по формуле А. Н. Костякова для каналов непрерывного действия, а также постоянных каналов периодического действия.

$$\sigma_{уст} = \frac{A}{Q^m}, \quad (32)$$

где $\sigma_{уст}$ - % потерь воды на 1 км канала при непрерывной работе канала.

Для тяжелых по водопроницаемости грунтов принимается $A = 0,7$ и $m = 0,3$, для средних $A = 1,9$ и $m = 0,4$; для легких $A = 3,4$ и $m = 0,5$.

Для каналов периодического действия потери находятся до формуле:

$$\sigma_{расч} = \sigma_{уст} \cdot \beta, \text{ \% на 1 км канала.} \quad (33)$$

где β — коэффициент учитывающий время работы канала.

$$\beta = \frac{\sigma_{расч}}{\sigma_{уст}}, \quad (34)$$

Значение β принимается из таблицы 18.

Таблица 18. Значение коэффициента β

Период работы канала, час	1	5	10	15	20	30	40
Коэффициент учитывающий время работы канала (β)	6.74	4.68	3.24	2.62	2.28	1.9	1.7
Период работы канала, час	60	80	100	150	200	300	500
Коэффициент учитывающий время работы канала (β)	1.47	1.36	1.28	1.19	1.14	1.09	1.05

Время работы канала определяется по графику водооборота, или приблизительно по формуле:

$$T = \frac{t_{во} \cdot N}{n},$$

(35)

где N – число временных оросителей подвешенных к каналу;

$t_{во}$ - время работы временного оросителя,

n - число одновременно работающих временных оросителей.

Потери воды во временных оросителях определяются по формуле А. Г.

Турбина:

при вегетационном поливе $\sigma_T = \frac{4.33}{t^{0.2}}$, % на 100м длины канала;

при предпосевном поливе $\sigma_T = \frac{2.26}{t^{0.302}}$, % на 100м длины канала

где t - время работы временного оросителя в часах, которое находится из таблицы 18.

Определение расчетных расходов каналов производится с конца оросительной системы. Выбирается расчетная схема водораспределения, при которой вода поступает в наиболее удаленные поля бригады.

Расчет начинается с определения расчетных расходов временных оросителей.

Расход брутто временного оросителя:

$$Q_{бр}^{во} = Q_H^{во} + \frac{Q_H^{во} \cdot \sigma_T \cdot L}{100 \cdot 100}, \text{ л/сек} \quad (36)$$

где $Q_H^{во}$ — расход нетто временного оросителя, л/сек;

$$Q_H^{во} = \frac{Q_{бр}^{во}}{n}, \text{ л/сек} \quad (37)$$

σ_T - % потерь на 100 м длины временного оросителя, определяется по формуле А.Г. Турбина;

L - длина временного оросителя, м.

Нормальный расход «нетто» участкового канала (Q_H^y) равен сумме расходов «брутто» временных оросителей ($Q_{бр}^{во}$) получающих одновременно воду из участкового распределителя.

$$Q_H^y = Q_{бр}^{во} \cdot n, \quad (38)$$

Расход «брутто» участкового оросителя ($Q_{бр}^y$) до точки встречи с водой другой бригады или точки водовыдела:

$$Q_{бр}^y = Q_H^y + \frac{Q_H^y \cdot \sigma_{расч} \cdot L_{расч}}{100}, \quad (39)$$

где $L_{расч}$ - расчетная длина участкового канала в км;

$\sigma_{\text{расч}}$ - расчетное значение потерь в процентах на км длины канала определяется по одной из выше приведенных формул. Такие расчеты ведутся до водозабора. Холостую часть МК рассчитывают по участкам длиной не больше 3 км.

После определения расчетных расходов находится коэффициент полезного действия системы:

$$\eta_{\text{сист}} = \frac{Q_{\text{н}}^{\text{сист}}}{Q_{\text{бр}}^{\text{сист}}}, \quad (40)$$

$$Q_{\text{н}}^{\text{сист}} = \omega_{\text{н}}^{\text{сист}} \cdot q, \quad (41)$$

где $\omega_{\text{н}}^{\text{сист}}$ - площадь нетто системы, га,

q - расчетная ордината графика гидромодуля л/сек га,

Коэффициент полезного действия бригады:

$$\eta_{\text{бриг}} = \frac{Q_{\text{н}}^{\text{бр}}}{Q_{\text{бр}}^{\text{бр}}}, \quad Q_{\text{н}}^{\text{бр}} = \omega_{\text{н}}^{\text{бр}} \cdot q, \text{ л/сек}, \quad (42)$$

где $\omega_{\text{н}}^{\text{бр}}$ - площадь нетто бригады, га;

$Q_{\text{бр}}^{\text{бр}}$ - расчетный расход брутто бригады- расход забираемый из МК.

Расчетный расход аварийного сброса из распределителей и МК принимается равным половине нормального расхода воды в канале у места аварийного сброса.

Расчетный расход концевых сбросов принимается равным 0,25—0,5 и нормального расхода оросительного канала на концевом участке.

Расчетный расход нагорных каналов устанавливается в зависимости от размеров водосборной площади и модуля поверхностного стока, исчисляемого на основании наблюдений по данному району или району с аналогичными природными условиями.

Расчетный расход водосборных каналов принимается в размере не более 30% суммы нормальных расходов одновременно работающих оросительных каналов, сбрасывающих воду в данный водосборный канал.

Схема водораспределения по каналам оросительной сети.

На схему наносится сеть постоянных каналов с указанием длины каналов, расчетных участков, расчетных расходов брутто и стрелками показывается направление движения воды.

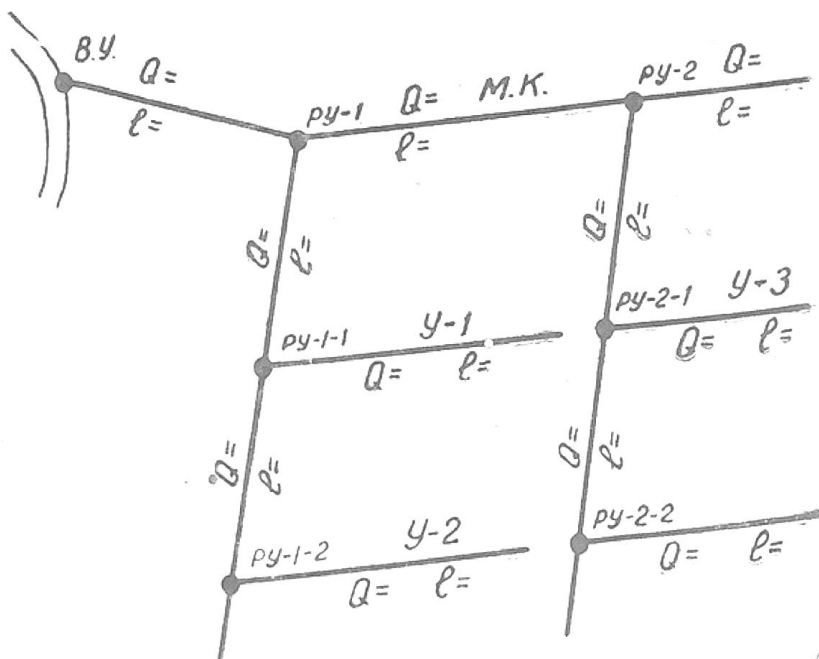


Рис.4

11. Расчет и конструирование каналов.

Оросительные каналы должны обеспечить бесперебойную плановую подачу воды на поля, должны командовать над орошаемой площадью и отвечать условиям работы системы с максимальным коэффициентом полезного действия. Они должны отвечать следующим основным требованиям:

- 1) неразмываемости русла каналов (условие для определения наибольшей скорости V_{max});
- 2) незаиляемости канала (условие для определения критической скорости V_{min});
- 3) минимуму фильтрации;
- 4) максимальной пропускной способности или максимальному гидравлическому радиусу.

Если все эти условия на данном канале не могут быть удовлетворены одновременно, то нужно отдать предпочтение тем из них, которые имеют в данном конкретном случае наибольшее практическое значение.

Средняя скорость течения воды в канале определяется по формуле:

$$v_{cp} = C\sqrt{R \cdot i} \text{ , м/сек,} \quad (43)$$

где C - скоростной коэффициент;

R -гидравлический радиус канала, м;

i -уклон канала.

Элементы поперечного профиля оросительных каналов и их живого сечения определяются расчетом при обязательном согласовании его с условием работы машин, предназначенных для строительства канала.

Для определения коэффициента C рекомендуется пользоваться формулой Н.Н. Павловского;

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^y, \quad (44)$$

где n — коэффициент шероховатости;

y -приблизненно можно определить при $R < 1\text{м}$ $y = 1.5\sqrt{n}$, $R > 1\text{м}$ $y = 1.3\sqrt{n}$

Значение коэффициента n принимается из таблицы 19.

Таблица 19. Значение коэффициента шероховатости

Характеристика каналов	Коэффициент шероховатости русла канала	
	оросительных	Водосборно-сбросных
Каналы рассчитанные на пропуск расхода от 25 куб. м\сек до 1 куб. м/сек в связных и песчаных грунтах;	0,0225	0,025
Каналы рассчитанные на пропуск расхода меньше 1 куб.м/сек.....	0,025	0,0275
Каналы постоянной сети периодического действия.....	0,0275	

Для облегчения и ускорения гидравлического расчета каналов рекомендуется пользоваться линейкой В. Ф. Пояркова.

Гидравлический расчет каналов водосборно-сбросной сети производится только при наибольшем значении расхода.

Расчет магистрального канала и его ветвей, межхозяйственных и хозяйственных распределителей, производится при одном расчетном значении коэффициента шероховатости по следующим расходам:

а) по нормальному расходу - с целью определения гидравлических элементов канала, соответствующих нормальным условиям его работы;

б) по форсированному расходу -с целью определения необходимого превышения дамб и берм над горизонтом воды в канале;

в) по минимальному расходу с целью проверки условий командования над отводами и назначения места постройки подпорных сооружений.

Расчет каналов постоянной внутрихозяйственной сети производится только по нормальному и минимальному расходам.

Верхний предел средней скорости воды в каналах, превышение которого не допускается во избежание размыва, зависит от;

- а) грунта, в котором проложен канал;
- б) расхода канала и, следовательно, размера живого сечения и его элементов;
- в) количества и состава наносов;
- г) радиуса закругления канала.

Предельное значение неразмывающей скорости дна канала с $R = 1$ м, при содержании в воде глинистых частиц менее $0,1 \text{ кг/м}^3$, определяется по таблице 21.

В том случае, если гидравлический радиус русла больше или меньше единицы, значение допускаемой скорости для каналов с расходом больше $0,2 \text{ м}^3/\text{сек}$ надо помножить на R^α ,

где R - гидравлический радиус; показатель степени может быть принят в среднем равным $1/3$.

Таблица 20. Значение допускаемой средней скорости для разных грунтов при $R = 1 \text{ м}$

Наименование грунта	Допустимая скорость м/сек При объемном весе насосов	
	меньше 1,5	1,5-2,0
Суглинок легкий...	0,40-0,70	0,70-0,90
Суглинок средний...	0,45-0,75	0,75-1,00
Суглинок тяжелый...	0,50-0,85	0,85-1,20
Глины...	0,55-0,90	0,90-1,25

При содержании в воде более $0,1 \text{ кг/см}^3$ глинистых частиц и наличии пленки ила, покрывающей его русло, значение неразмывающих скоростей в таблице 21 повышается:

для каналов в:	повышение неразмывающих скоростей, %
легком суглинке	10—15
среднем суглинке	15—20
тяжелом суглинке	20—25
глине	20—25

Для предварительного определения неразмывающей скорости при отсутствии данных о гидравлических элементах канала можно пользоваться формулой С. А. Гиршкана:

$$v_{\text{неразм}} = K \cdot Q^{0.1},$$

(45)

где K – в зависимости от грунта, в котором проложен канал принимается в соответствии с ТУ по таблице 22.

Для каналов водосборно-сбросной сети величина предельной неразмывающей скорости может быть увеличена против приведенных выше норм на 10%, а для редко действующих сбросов на 20%.

Таблица 22. Значение K в формуле $v_{\text{неразм}} = K \cdot Q^{0.1}$

Связные грунты	K
Супесь....	0,53
Суглинок легкий....	0,57
Суглинок средний...	0,62
Суглинок тяжелый....	0,68
Глина....	0,75
Глина тяжелая.....	0,85

Величина незаилающей скорости приближенно определяется по формуле (СНиП 2.06.03-85 Мелиоративные системы и сооружения)

$$v = A \cdot Q^{0.2},$$

(46)

где A - эмпирический коэффициент равный: при $W < 1.5$ мм/сек -0.33, при $W - 1,5 \div 3,5$ мм/сек -0.44, при $W > 3,5$ мм/сек - 0,55.

W - средневзвешенная гидравлическая крупность наносов мм/сек.

Q -расчетный расход, м³/с.

При отсутствии данных непосредственного определения гидравлической крупности наносов она, в зависимости от диаметра наносов, может быть взята из таблицы 23.

.Расчетное значение средней скорости при нормальном расходе должно превышать значение критической скорости на заиление. Для постоянных каналов внутрихозяйственной оросительной сети минимальные скорости не должны приниматься меньше 0,30 м/сек. Для крупных каналов $v_{\min} = 0,5$ м/сек.

Величина радиуса закругления канала должна быть не меньше его пятикратной ширине по урезу воды. Меньший радиус закругления может быть допущен только как исключение. В таких случаях надлежит произвести проверку устойчивости вогнутого берега против размыва и запроектировать

мероприятия по его защите, а также учесть потери напора на крутых поворотах.

Таблица 23. Гидравлическая крупность наносов

d мм	W мм/сек	d мм	W мм/сек
0,005	0,0175	0,06	2,49
0,01	0,0692	0,07	3,39
0,02	0,277	0,08	4,43
0,03	0,623	0,09	5,61
0,04	1,11	0,10	6,92
0,05	1,73	0,125	10,81

Расчетный горизонт воды в младшем оросительном канале должен иметь отметку ниже отметки горизонта воды в старшем канале не менее чем на 0,05 м. Нормальный горизонт воды в старшем канале должен быть выше форсированного горизонта в младшем канале. Превышение горизонтов воды в старшем канале, над горизонтом воды в младшем канале, может быть предусмотрено в проекте при свободном или при подпертом горизонте старшего канала.

Горизонт воды в водосборно-сбросном канале высшего порядка должен быть ниже горизонта воды в водосборно-сбросном канале низшего порядка на величину не меньше 0,05 м.

В основу выбора величин глубины и ширины оросительного канала, если они заранее не заданы условиями командования и какими-либо другими условиями, должна быть положена экономичность поперечного профиля с точки зрения объема и способа выполнения работ. Она устанавливается в результате сопоставления вариантов.

Для предварительного выбора размеров канала могут служить следующие зависимости:

$$1. \text{ Глубина наполнения: } h = A \cdot \sqrt[3]{Q}, \quad (47)$$

где A — коэффициент изменяющийся в пределах от $0,7 \div 1,0$ (для средних условий, $A=0,85$).

2. Отношение ширины по дну к глубине наполнения:

$$\beta = \frac{b}{h} = \sqrt[4]{3Q} - m, \quad (48)$$

где m — коэффициент откоса.

$$3. \text{ Предельная ширина канала по урезу воды: } B = n \cdot \sqrt{Q}, \text{ м} \quad (49)$$

где $n = 3 \div 5$.

Ширину канала по дну при расходах свыше 1 м³/сек следует принимать - 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,0; 2,5; 3,0 и т. д. м. Для канала с расходом меньше 1 м³/сек - 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5 м.

Величина заложения откосов каналов определяется геотехническими и гидротехническими условиями, общей глубиной канала, глубиной воды в нем, конструкцией его поперечного профиля и условиями производства строительных работ.

В выемке до 5 м и при глубине наполнения канала до 3 м, а также в случае, когда нормальный горизонт воды в канале превышает поверхность земли не более чем на 0,2 м, величина минимального заложения откосов канала трапецеидального профиля принимается без расчета по данным таблицы 24.

Таблица 24. Коэффициент откоса канала в выемке

Грунты	Оросительные каналы при наполнении		Водосборно-сбросные каналы
	1 м	1-2 м	
Глина, средний и тяжелый суглинок....	1,0	1,0	1,0
Суглинок легкий.....	1,25	1,25	1,25
Супесь....	1,5	1,5	1,5
Песок....	1,75	2,0	1,75

В выемке более 5 м и при глубине наполнения канала более 3 м заложение откосов принимается на основании соответствующих расчетов.

Если нормальный горизонт воды в канале превышает поверхность земли более чем на 0,2 м и при высоте дамб не более 3 м, минимальное заложение откосов принимается без расчетов по таблице 25.

Таблица 25. Коэффициент откоса канала в насыпи

Грунты	Расходы воды в канале			
	2-0,5 м ³ /сек		0,5 м ³ /сек	
	внутрен.	наружн.	внутрен.	наружн.
Глина, средний и тяжелый суглинок....	1,00	0,75	1,00	0,75
Суглинок легкий.....	1,25	1,00	1,00	1,00
Супесь....	1,50	1,25	1,25	1,00
Песок....	1,75	1,50	1,00	1,25

При высоте дамб более 3 м откосы каналов рассчитываются по техническим условиям и нормам проектирования земляных плотин. Превышение берм и бровки в каналах над форсированным горизонтом воды устанавливается в следующих размерах:

Расход канала	Превышение, м
Менее 1 м ³ /сек...	0,2-0,3
1-10 м ³ /сек....	0,4

Ширина дамб в каналах по верху устанавливается следующая:

Расход м ³ /сек	Ширина дамб, м
5-1,0 м ³ /сек	1,2-1,0
1,0-0,5 м ³ /сек	1,00-0,8
Менее 0,5...	0,8-0,5

При выемках, превышающих по глубине 5 м, через каждые 5 м по высоте устраиваются бермы шириной не менее 1,0 м. Если берма или верх дамбы используется для устройства дороги или прохода механизмов по очистке каналов от наносов, то ширина бермы или дамбы по верху определяется габаритами дороги или габаритами механизмов.

Проектирование каналов оросительной сети в вертикальной плоскости обычно начинают с вычерчивания продольных профилей всех без исключения постоянных каналов (в курсовом проекте проектируется только МК, один из хозяйственных распределителей и участковый). На продольном профиле наносится линия горизонтов воды с учетом командования его над поверхностью орошаемого участка, если же это старший канал, то с учетом командования горизонта воды в нем над горизонтом воды в младшем канале.

Горизонт воды при проектировании канала в вертикальной плоскости устанавливается во всех точках, где отходят младшие каналы. Например, для участкового распределителя это надо делать во всех местах, где отходят временные оросители. Горизонт воды во временном оросителе должен быть выше отметки поверхности земли минимум на 10÷15 см.

Во избежание частой смены уклона можно участки, близкие по его величине, объединить, но сохранив минимальную величину превышения горизонта воды в участковом распределителе 10 см. На участке канала, где не отходят временные оросители, линия горизонта воды может проходить и ниже поверхности земли. Горизонты воды в остальных каналах при нормальном расходе их должны также превышать горизонты, выходящих из них каналов низшего порядка (при максимальном расходе их) на величину потери напора в регуляторе - около 0,05÷0,2 м в зависимости от допускаемой скорости воды в регуляторе. Это превышение может быть осуществлено как за счет соответствующего наполнения канала, так и за счет подпора,

создаваемого подпорными сооружениями. Однако подпорные сооружения увеличивают стоимость каналов, и по возможности, следует сокращать потребное их число.

Следует иметь в виду, что каналы с малыми уклонами (на местности со значительным уклоном) требуют большого числа перепадов, более высоких дамб, но зато командуют над большей площадью. Каналы с большими уклонами дают меньшее число перепадов, меньший объем земляных работ, меньше заиляются, но зато командуют над меньшей площадью. Все эти обстоятельства должны быть взвешены при окончательном выборе уклона канала. При проектировании оросительных каналов, во избежание заилений, необходимо стремиться к тому, чтобы скорости и уклоны по длине постоянно возрастали.

Так как расход воды по длине канала может уменьшаться, то поперечное сечение его можно запроектировать сохраняя по длине канала постоянным:

- 1) скорость воды v соответственно изменяя уклон i и живое сечение F ;
- 2) живое сечение F (b или h) соответственно изменяя i и v ;
- 3) уклон i соответственно изменяя v и F .

Тот или иной из этих примеров должен быть выбран применительно к конкретным условиям работы канала.

Нужная отметка B'_Π горизонта воды в любом канале (I) ниже берущего из него воду бокового регулятора (II) равна отметке B''_n в отходящем канале непосредственно ниже регулятора плюс необходимый напор в регуляторе (рис. 5).

$$B'_\Pi = A + \sum l \cdot i + \sum \Delta h \quad \text{и} \quad A = A_0 + a, \quad (41)$$

где A_0 - отметка высшей точки орошаемой поверхности из канала последнего порядка;

a - слой поливной воды над орошаемой поверхностью ($a = 0.05 \div 0.1$ м);

$\sum l \cdot i$ - сумма превышений на уклонах каналов от высших точек поливаемой поверхности до рассматриваемого сечения канала;

$\sum \Delta h$ - сумма превышений глубин воды в старших каналах над младшими или напор в регуляторах при пропуске нормальных расходов.

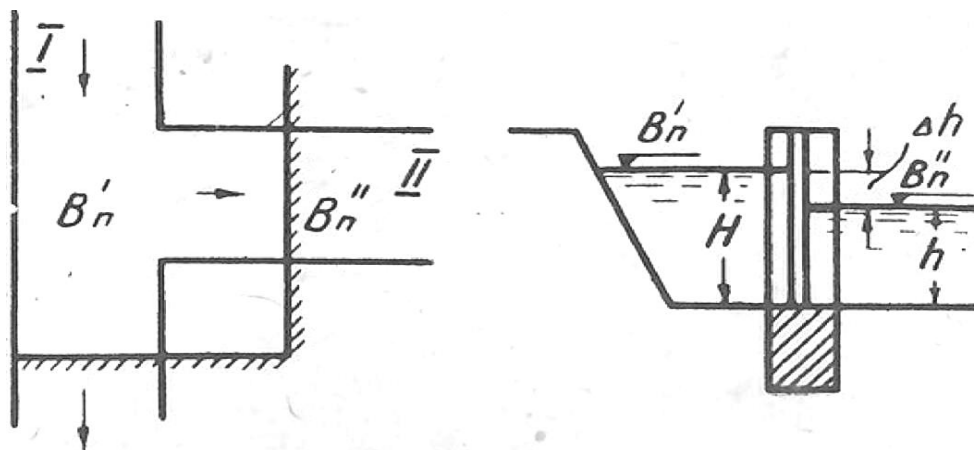


Рис.5

Если дно каждого старшего и выходящего из него бокового канала лежит на одном уровне, то отметка горизонта воды в отходящем канале будет равна:

$$B''_n = A_0 + h_n + \sum l \cdot i, \quad (42)$$

где h_n - глубина воды в отходящем канале.

Таким путем могут быть определены отметки горизонта воды во всех сечениях по длине старшего канала, где от него отходят боковые каналы. Зная эти отметки в различных сечениях и расстояния между ними по длине канала, можно построить продольный профиль нужных отметок горизонта воды в канале и сообразно с ним наметить нормальный продольный профиль уровня воды в канале по всей его длине; при этом надо учесть степень необходимости и возможности устройства подпорных сооружений на канале ниже боковых регуляторов.

Пример: отметка поверхности земли командной точки канала последнего порядка равна 147 м. Водораспределение осуществляется по схеме (рис. 6). Минимальная сумма превышения глубин воды в старших каналах над младшими будет равна $\sum \Delta h = 0.25$ м.

$$\sum \Delta h = \Delta h \cdot n, \quad (43)$$

Где n - число звеньев каналов оросительной сети, $n = 5$;

Δh - минимальное превышение горизонтов воды старшего канала над младшим;

$\sum l$ - длина каналов равна 3000 м;

i - уклон каналов.

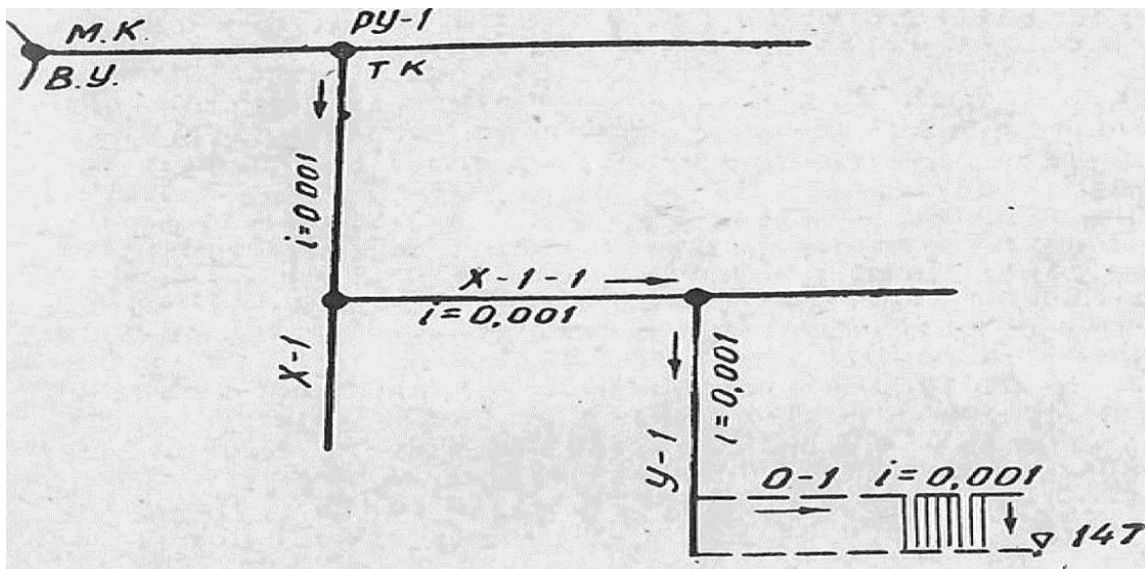


Рис.6

Отметка горизонта воды МК в командной точке $B'_П$ будет равна

$$B'_П = A + \sum l \cdot i + \sum \Delta h$$

$$B'_П = 147 + 3000 \cdot 0.001 + 0.25 + 0.05 = 150.30$$

0,05 - слой поливной воды над орошаемой площадью.

Отметка горизонта воды МК в точке водозабора будет равна

$$\nabla B_{B_{МК}} = 150.30 + L_{ХЧ}^{МК} \cdot i + \Delta h_{ВХ} + \Delta h_{\phi}, \quad (44)$$

$L_{ХЧ}^{МК}$ - длина холостой части МК;

i - уклон холостой части МК;

$\Delta h_{ВХ}$ - потери напора на вход в головном шлюзе регуляторе (0,1÷0,15м);

Δh_{ϕ} - превышение горизонта воды МК при Q_{ϕ} над Q_{min}

Подобным образом должна быть установлена необходимая высота превышения горизонтов воды старших каналов на отводах во всех звеньях сети каналов. Если отметка (B_0) горизонта воды при минимальном расходе воды в старшем канале будет меньше отметки $B'_П$ нужной для того, чтобы давать в боковой канал полный его расход, в этом случае необходимо подпорное сооружение и высота подпора должна быть равна $B'_П - B_0$, где B_0 - фактическая отметка горизонта воды.

Вопрос о необходимости устройства подпорных сооружений должен решаться при различных типах водооборота на канале.

Гидравлический расчет каналов сопровождается построением продольных профилей. На профиле вычерчиваются также характерные поперечные сечения каналов с указанием величины гидравлических элементов канала.

Профили строятся по определенной форме на миллиметровой бумаге (пример по приложению 9).

Построение продольного профиля МК начинают в следующем порядке:

- 1) наносят на профиль отметки поверхности земли от точки водозабора до конца МК;
- 2) устанавливают расчетные участки МК в соответствии со схемой водораспределения. Расчетные участки должны быть назначены так, чтобы при поливе любой культуры севооборота МК обладал достаточной пропускной способностью. Обычно первый расчетный участок назначают от головного водозаборного узла до командной точки МК или до распределительного узла МК, от которого отходит последний канал первой бригады, считая от головы системы, если это расстояние не превышает 3—5 км.
- Следующий расчетный участок от конца первого участка до крайней точки выдела воды из МК второй бригады и т. д.;
- 3) определяют отметку горизонта воды МК в командной точке при Q_{min} для этого следует к отметке поверхности земли прибавить необходимую величину на командование;
- 4) производят гидравлический расчет холостой части МК при пропуске Q_n , Q_ϕ , Q_{min} и устанавливают величину расчетной скорости;
- 5) определив глубину наполнения канала h_{min} при Q_{min} находят отметку дна МК в командной точке;
- 6) зная уклон холостой части МК, наносят на профиль проектную линию дна МК;
- 7) наносят на профиль линии горизонтов при Q_n , Q_ϕ ;
- 8) определяют отметки верха дамбы и наносят на профиль проектную линию дамбы;
- 9) проверяют сопряжение отметок горизонтов воды в МК при Q_ϕ и горизонта воды водоисточника, при этом $\nabla_{ВРГ}$ должна быть выше $\nabla_{ВВ_{МК}}$ на величину $\Delta h_{вх}$;
- 10) по пикетам заполняются все графы профиля;
- 11) наносят условные обозначения сооружений на профиле и плане трассы.

При проектировании последующих участков особое внимание обращается на сохранение командования МК над всеми отводами, это достигается путем уменьшения ширины канала по дну, т.к. расчетные расходы МК постепенно уменьшаются. Предварительно во всех точках МК, где отходят младшие каналы, устанавливается горизонт воды с учетом командования горизонта

воды в нем над горизонтом воды в младшем канале, с учетом всех звеньев каналов оросительной сети. Глубина наполнения в канале должна быть подобрана такой, чтобы было обеспечено командование и чтобы она не была больше глубины наполнения выше расположенного участка канала, т. к. это приведет к подпору, а следовательно и завышению отметок дамбы.

В случае если проектная линия горизонтов воды в отдельных местах не командует над младшими каналами по рельефным условиям, предусматривается в этих местах устройство подпорных сооружений, а отметки дамб в этом случае определяют по отношению к подпертому горизонту. Командование устанавливается при $Q_{\min}$.

Сохранение командования на втором и последующих участках МК за счет подъема проектной линии дна не допускается, т. к. это приводит к заилению канала и ухудшает условия работы.

Построение продольных профилей распределительных каналов - хозяйственных, участковых производят, примерно, в той же последовательности и с соблюдением тех же условий, что и при проектировании МК. Расчетные участки в данном случае определяются в зависимости от уклонов поверхности земли. Во избежание частой смены уклонов канала, можно участки близкие по его величине, объединить, принимая средний уклон. Уклоны каналов приводятся в соответствие с уклоном местности по их трассе так, чтобы средняя скорость течения воды в канале не переходила определенных величин опасных в отношении размыва каналов, а на малых уклонах заиления. При этом канал должен проходить в полувыемке-полунасыпи и глубины выемки надо подобрать так, чтобы объем выемки равнялся объему двух насыпей.

В случае, когда уклон местности больше допустимого уклона канала, приходится прибегать к устройству перепадов или быстротоков. Во избежание опасности размыва перепады нужно назначать в выемке, в коренном берегу.

Построив профиль поверхности земли, в первом приближении принимают уклон дна канала параллельным поверхности земли (на головном участке канала) и производят гидравлический расчет канала и сравнивают полученную расчетную скорость с допустимыми скоростями на размыв и заиление. Должно быть соблюдено условие:

$$v_{\text{разм}} > v_{\text{расч}} > v_{\text{заил}}$$

В случае если окажется, что $v_{\text{расч}} > v_{\text{разм}}$ (т.е. канал при этой скорости будет размываться) принимают предельно допустимую на размыв скорость и при

этой скорости рассчитывают канал и находят уклон дна канала соответствующий этой скорости. Округлив уклон дна канала до ближайшего целого числа (0,001; 0,0015; 0,002; 0,0025 и т. д.) находят глубину наполнения воды в нем и назначают отметку порога канала.

Младшие каналы проектируются углубленными настолько, чтобы при минимальном расходе в старшем канале горизонты воды в нем были выше горизонта воды в младшем канале только на величину потери напора в регуляторе. Пороги боковых каналов нужно располагать на одном уровне с дном старшего канала (особенно это важно для оросителей), т. к. это обеспечивает перенос наносов из распределителей в мельчайшую сеть и на поля и сохраняет необходимый горизонт воды в отходящем канале, несмотря на значительное колебание уровней воды в старшем канале.

Порог небольших распределителей располагают иногда даже ниже дна старшего распределителя, когда расход его может быть обеспечен при неполной нагрузке канала без подпорного сооружения. Расположение порога отходящего канала выше дна старшего может быть допущено только в том случае, если горизонт воды в старшем канале постоянен и не снижается ниже уровня, необходимого для отвода в боковой канал максимального его расхода. От отметки порога проводят проектную линию дна канала, примерно, до пересечения с линией поверхности земли и в этом месте назначают перепад или быстроток,

Небольшие каналы с расходом до 0,5 м³/сек В.К. Понкратов (УкрНИИГиМ) предложил сооружать канавокопателем в полувыемке-полунасыпи с дном параллельным поверхности земли, причем вместо перепадов по длине канала ставить частые, но невысокие пороги каменные или деревянные высотой 0,15÷0,20 м. Число порогов на длине канала L равно:

$$N = \frac{L \cdot (j-i)}{h}, \quad (45)$$

а расстояние между порогами:

$$N = \frac{h}{j-i}, \quad (46)$$

где h - высота порога;

j - уклон поверхности земли по трассе канала;

i - проектный уклон канала.

По данным института, устройство таких каналов в 2—3 раза уменьшает объем земляных работ и стоимость их и ускоряет строительство с обычными каналами с перепадами.

При проектировании расположения перепадов надо учитывать также желательность соединения перепадов с регуляторами и подпорными сооружениями в одном общем узле. Величину порога перепада необходимо назначать стандартной $P = 0,5—1,0—1,5$ м. Запроектировав дно канала, на профиле наносят линию горизонтов воды, проектную линию дамбы и т. д. Необходимо особое внимание уделять проверке условий командования над всеми младшими каналами.

12. Подбор труб, насосов, электромоторов для подачи воды на орошение.

Так как способ подачи воды на оросительную систему механический, то необходимо рассчитать диаметры самотечно-всасывающей и нагнетательной линий, подобрать насос и электродвигатель. При самотёчной подаче воды на оросительную систему эти расчёты отсутствуют.

12.1 Подбор водопроводных труб.

Воду от насосной станции к орошаемым участкам подают по трубам, диаметр которых необходимо установить по двум показателям.

В данном примере:

а) по расчетному расходу $Q_{бр}$

б) по скорости движения воды в трубах:

самотечная линия (Сл) $V = 0,5 \div 0,7$ м/с;

всасывающая линия (Вс) $V = 1,2 \div 1,5$ м/с;

магистральная линия (Мл) $V = 0,8 \div 1,2$ м/с.

Зная расчетный расход и скорость для каждой трубы определяется диаметр, потери на трение при движении воды по трубам и окончательная скорость.

Эти расчеты ведутся согласно приложению 1.

В данном примере:

а) самотечно - всасывающая труба : $Q = Q_{бр}$, $V = 0,5 \div 0,7$ м/с

принимаются трубы $D = 150$ мм; $V = 0,57$ м/с; $h_{тр.} = 0,37$ м

б) магистральная труба : $Q = Q_{бр}$, $V = 0,8 \div 1,2$ м/с

9.2 Подбор насоса

Для подачи воды к потребителям необходимо подобрать насос.

Насосы делятся на три типа:

а) центробежные насосы, основной деталью которых является рабочее колесо. По общепринятому ГОСТу марки центробежных насосов характеризуют их конструкцию и назначение.

Марка насоса включает: размер диаметра входного патрубка (в мм), уменьшенный в 25 раз; букву, обозначающую тип насоса (К - консольный, Д - двухстороннего всасывания, М - многоступенчатый спиральный с первым колесом двухстороннего входа, МС - многоступенчатый секционный и т.д.) и величину коэффициента быстроходности, уменьшенную в 10 раз.

В многоступенчатых насосах в марке справа после знака умножения указывается число ступеней, например, 10М -8 х (8- восьмиступенчатый, х8- спиральный корпус с диаметром входного патрубка $10 \times 25 = 250$ мм и коэффициентом быстроходности $8 \times 10 = 80$).

До настоящего времени в серийном производстве находятся некоторые хорошо зарекомендовавшие себя насосы типа НД. В этих насосах в отличие от типа Д цифра, указывающая размер диаметра патрубка насоса, относится к напорному, а не к всасывающему патрубку.

б) вихревые насосы основаны на том же принципе действия, что и центробежные, но лопатки у них прямые.

Вихревые насосы служат для заливки во время пуска центробежных насосов. Напор этих насосов не более 60 м, расход $1 \div 8$ л/сек, коэффициент полезного действия их $0,18 \div 0,3$;

Пример: принимается насос 3К-9, частота вращения $n = 2900$, КПД - $54,4 \div 66,3\%$ ($K = 0,544 \div 0,633$);

$$H_s = 7,7 \div 4,7 \text{ м}$$

Высоту всасывания принимаем наименьшую для обеспечения лучших условий работы насоса.

Для работы насоса необходим электродвигатель, который соединяется с насосом непосредственно или через ременную передачу.

Определяют полную высоту подъёма воды или полный напор:

$$H_{\text{полн}} = H_{\text{геод.}} + \sum H_{\text{тр.пут.}} + \sum H_{\text{тр.мест.}} + H_{\text{ду}}, \quad (47)$$

$$H_{\text{геод.}} = \nabla KT - \text{Min} UB = 125 - 119 = 6 \text{ м}, \quad (48)$$

$$\sum H_{\text{тр.пут.}} = H_{\text{тр.пут.сам.гс}} + H_{\text{тр.пут.нагн}} = \frac{h_{\text{тр.сам.гс}} \times L_{\text{сам.гс}}}{100} + \frac{h_{\text{тр.наг}} \times L_{\text{нагн}}}{100}, \quad (49)$$

где $L_{\text{нагн}}$ = длина магистрального трубопровода по плану от насосной станции до командной точки (м);

$$\text{Пример : } \sum H_{\text{тр.пут.}} = \frac{0,25 \times 70}{100} + \frac{0,19 \times 550}{100} = 0,18 + 10,45 = 10,63 \text{ м}$$

$$\sum H_{\text{тр.мест.}} = 15 \% \cdot \sum H_{\text{тр.пут.}} = 0,15 \times 11,63 = 1,59 \text{ м}, \quad (50)$$

$$\text{Пример : } H_{\text{полн.}} = 6 + 10,63 + 1,59 = 18,2 \text{ м}.$$

Зная $Q_{\text{бр.}} = 73,9$ л/с и $H_{\text{полн.}} = 18,2$ м, подбирают марку насоса. (прилож. 2)

Получают насос 6НДС; частота вращения $n = 1450$ об/мин;

КПД насоса $\eta = 76\%$, или 0,76.

12.3 Подбор электродвигателя.

Электродвигатели подбираются по двум показателям: мощность электродвигателя- N ; число оборотов n .

Для определения мощности электродвигателя сначала определяется мощность, требуемую для подъема воды ($N_{\text{под.воды.}}$) :

$$N_{\text{под.воды}} = \frac{Q_{\text{бр.}} \cdot H_{\text{полн}}}{102 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}, \text{ кВт} \quad (51)$$

Где - η_1 - КПД насосов из приложения 2;

η_2 - КПД передачи при соединении насоса с мотором на одном валу, т.е. когда частота оборотов двигателя и насоса совпадают, $\eta_1 = 0,95$, а при соединении их с помощью ременной передачи $\eta_2 = 0,85$.

Принимаем соединения на одном валу ($\eta_1 = 0,95$).

102 - переводной коэффициент.

Мощность электродвигателя :

$$N_{\text{эд}} = K \cdot N_{\text{под.воды}}, \text{ кВт} \quad (52)$$

где K - принимается по следующим параметрам.

N	K
> 35 кВт	1,1
15-35 кВт	1,15
7 - 15 кВт	1,2
< 7 кВт	1,25

$$N_{э.д} = 1,25 \cdot 4,7 = 5,9 \text{ кВт}$$

По приложению 3 подбираем электродвигатель. Тип АО2 - 42.

Определения
(краткий терминологический словарь)

Аванкамера	Сборный резервуар, расширенная часть магистрального канала перед насосной станцией.
Автоматический водосброс	Водослив с гребнем на отметке нормального подпертого уровня в составе гидроузлов, при повышении уровня в верхнем бьефе вода переливается через гребень водослива без участия людей.
Авария	Разрушение, выход из строя гидромелиоративной системы.
Акведук	Мост, поддерживающий лоток (трубопровод), который является частью водовода, предназначен для переброски воды через реку, овраг.
Активный слой почвы	Слой почвы, где расположена основная масса (до 90%) корневой системы растений, в орошаемой зоне мощность активного слоя почвы - от 6 до 1,2 м.
Аэрация почвы	Газообмен между почвой и атмосферой.
Берег	Узкая полоса суши в зоне сопряжения водной поверхности водоема с прилегающими склонами земной поверхности.
Береговой дренаж	Система дренажа для водопонижения и отвода грунтовых вод на участке береговой зоны водных объектов.
Биологическая мелиорация земель	Означает приемы освоения деградированных пастбищ, песков и засоленных земель с помощью растительности.
Вегетационный полив	Полив культур в период их вегетации.
Вегетационный период	Период года, в который по метеорологическим условиям возможны рост и развитие растений или время от посева до уборки.
Влагоемкость почвы	Способность почвы поглощать и удерживать определенное количество воды.
Влагозарядка почвы	Технологический прием, направленный на создание запасов воды в почве в осенне-зимний период, которые культуры могут использовать следующей весной или в начале лета.
Влажность воздуха	Содержание водяного пара в атмосфере.

Влажность почвы	Содержание в почве влаги, которое выражается в % от массы абсолютно сухой почвы.
Внутрихозяйственное землеустройство	Система мероприятий по рациональной организации территории и производства сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности.
Водная эрозия почвы	Процесс отрыва, переноса и отложения почвы под воздействием поверхностных потоков воды и ударов дождевых капель.
Водопроницаемость	Количество воды, фильтруемое почвой в определенный интервал времени.
Водохранилище	Водоем вместимостью >1 млн. м ³
Водное законодательство российской федерации	Водный кодекс РФ и принимаемые в соответствии с ним федеральные законы и иные нормативные правовые акты РФ или ее субъектов.
Водопотребление	Расходование воды для удовлетворения нужд потребителей.
Водораспределение	Забор воды из водоисточника в соответствии с установленным лимитом, транспортировка и распределение ее между водопотребителями.
Водозабор	Забор воды из водного источника для различных народнохозяйственных нужд.
Высота волны	Вертикальное расстояние между вершиной и подошвой волны.
Гидромодуль (оросительный)	Потребный расход воды (л/с • га) лесными культурами
Гидротермический режим почв	Совокупность явлений поступления, расхода и переноса влаги и тепла в почве.
Гидротехнические изыскания	Комплекс полевых, камеральных и лабораторных работ для определения условий строительства, работы и эксплуатации ГТС.
Государственный земельный кадастр	Единая государственная многоуровневая информационная база систематизированных данных на бумажных и цифровых носителях, получаемых в процессе кадастрового учета, содержащие сведения о земельных участках и неразрывно связанных с ними иных объектов

	недвижимости, включающих данные о местоположении, целевом назначении, разрешенном использовании, стоимости и правовом положении.
Государственная регистрация прав	Юридический акт признания и подтверждения государством возникновения, ограничения, перехода или прекращения прав на недвижимое имущество в соответствии с Гражданским кодексом РФ.
Государственный водный кадастр	Систематизированный, постоянно пополняемый и при необходимости уточняемый свод официальных сведений о водных объектах, их режиме и качестве вод; о водных ресурсах и их использовании; о водохозяйственных объектах и водопользователях.
Государственный учет вод	Систематическое определение и фиксация в установленном порядке количества и качества водных ресурсов, имеющих на данной территории.
Грунтовые воды	Подземные воды первого от поверхности земли постоянного водоносного горизонта.
Дамба	Гидротехническое сооружение в виде насыпи из грунта.
Дефицит водный в растениях	Недостаток насыщения клеток растений водой, возникающий вследствие преобладания расхода влаги над её поступлением.
Дефицит водного баланса	Недостаток влагообеспеченности активного слоя почвы, где располагается до 90% корневой системы растения восполняемый подачей на поле оросительной воды.
Дождевание	Способ полива при помощи установок (устройств), которые разбрызгивают воду в виде дождя с интенсивностью, близкой к интенсивности впитывания почвой над поверхностью культур.
Дренаж	Сбор и отвод избыточных почвенно-грунтовых вод за пределы осушаемой территории с помощью водотоков.
Дюкер	Напорный водовод, который устраивают на каналах при встрече препятствий, проходящих на отметках, близких к отметкам трассы канала.

Закрытая сеть	Система подземных трубопроводов или полостей в грунте на мелиорируемых землях.
Засуха	Значительный по сравнению с нормой недостаток осадков в течение длительного времени весной и летом, в результате чего иссякают запасы влаги в почве и создаются неблагоприятные условия для нормального развития растений, а урожай снижается или гибнут растения.
Земельное законодательство	Совокупность нормативно-правовых актов, регулирующих условия и порядок пользования землей на территории России.
Испарение	Фактически общий, или суммарный, расход воды растениями в конкретных почвенно-климатических условиях
Канал	Искусственное русло правильной формы с уклоном дна в сторону отвода воды и с безнапорным течением, устраиваемое в грунте.
Качественная оценка земель	Определение доходности земель различного качества в различных природно-экономических условиях.
Маловодье	Период наступления маловодных лет или маловодных сезонов с низким стоком.
Межевание земельного участка	Совокупность последовательных действий по определению местоположения и границ земельного участка на местности.
Мелиоративное состояние земель	Система показателей, которая характеризует влияние почвенно-гидрогеологических условий на продуктивность сельскохозяйственных условий.
Мелиорация	Совокупность организационно-хозяйственных и гидротехнических мероприятий по коренному улучшению земель. Это изменение природных условий путем регулирования водного и воздушного режимов почвы в благоприятном для растений направлении.
Мелиорируемые земли	Земли, недостаточное плодородие которых улучшается с помощью осуществления мелиоративных мероприятий.

Мониторинг мелиорированных земель	Система наблюдений за состоянием мелиорированных земель.
Наименьшая влагоёмкость (НВ)	Количество влаги, прочно удерживающееся в почве после полного свободного стекания гравитационной воды.
Обводнение земель	Совокупность водохозяйственных мероприятий, удовлетворяющих хозяйственно-бытовым и производственным потребностям в воде всех потребителей, находящихся на данной обводняемой территории.
Орошение земель (ирригация)	Искусственное увлажнение почвы в целях повышения её плодородия. Объем воды, который необходимо подать культурам за вегетационный период для восполнения дефицита влаги в расчетном слое почвы и обеспечения прироста урожая, м ³ /га
Оптимальная влажность почвы	Влажность корнеобитаемого слоя почвы, при которой обеспечивается максимальная продуктивность возделываемых культур при оптимуме других условий среды произрастания растений.
Орошение лиманное	Разновидность поверхностного способа орошения затоплением, основанная на использовании вод местного стока или паводковых вод путем их задержания, аккумуляции и функционального распределения по инженерно-обустроенной площади лиманов различным слоем.
Ответственность за нарушение водного законодательства	Вид правовой ответственности, которая наступает за совершение правонарушений в области водных отношений.
Относительная влажность почвы	Влажность почвы относительно НВ, зависящая от требования культур. При снижении влажности почвы до 60÷70% Нв нарушается сплошное капиллярное передвижение воды, называемое влажностью разрыва капиллярной связи, близкой к влажности замедления роста растений (ВЗР) и соответствует нижнему пределу оптимальной

	влажности роста и развития растений. ВЗР указывает на необходимость проведения полива.
Охрана вод	Система водохозяйственных мероприятий, обеспечивающая возможности удовлетворения текущих и перспективных потребностей общества в воде, осуществляемая путем управления водными ресурсами и допускающая только такие качественные их изменения, которые направлены на улучшение социально-экономических условий жизни общества.
Паводок	Фаза водного режима реки, многократно повторяющаяся в различные сезоны года, которая характеризуется интенсивным, кратковременным увеличением расходов воды в результате ливней или интенсивного таяния снегов.
Пик паводка	Наивысшая точка подъема уровней воды за период паводка в определенном фиксированном створе реки.
Платность водопользования	Система экономических взаимоотношений субъектов водопользования, возникающих в связи с подготовкой и обеспечением водой водопользователей, восстановлением и охраной водных ресурсов.
Плодородие почвы	Способность почвы обеспечивать потребности растений в факторах и условиях жизни: в питательных веществах, воздухе, тепле, воде, благоприятной среде для развития корневой системы.
Плотность почвы, d_v	Все единицы объема рассматриваемого тела, $г/см^3$, $т/м^3$
Поливная норма	Количество воды, дают культурам за один полив, $м^3/га$
Полная влагоемкость (ПВ)	Наибольшее количество влаги, которое может содержаться в почве при условии полного заполнения всех пустот и пор.
Потери напора по длине потока	Потеря удельной энергии, выделяемая сопротивлением по длине потока

Поток воды	Движение массы воды, ограниченной поверхностями твердых тел, как неподвижных, так и подвижных.
Почва	Природное образование, состоящее из генетически связанных горизонтов, формирующихся в результате преобразования поверхностных слоев литосферы под воздействием воды, воздуха и животных организмов, а также деятельности человека.
Предпосевной полив	Увлажнение почвы в начальный период (до сева) в целях увлажнения почвы, получение дружных и полных всходах, укоренения и быстрого роста культур.
Пропуск паводка	Комплекс работ и организационно-технических мероприятий на регулирующих ГТС по пропуску высоких вод в период весеннего половодья или летне-осенних паводков, позволяющий минимизировать отрицательные последствия подъема воды.
Пруд	Водоем небольшого размера вместимостью до 1 млн. м ³
Разгон волны	Протяженность водной поверхности, охваченной ветром, в пределах которой возникают, развиваются и распространяются волны.
Расход воды	Объем воды, протекающей 1 секунду через поперечное живое сечение водотока.
Транспирация	Испарение воды растениями.
Увядание растений	Утрата растениями тургора из-за нарушения водного баланса, когда в результате транспирации листья теряют воды больше, чем её поступает в ткани.

Сокращения

ПВ	Полная влагоёмкость; %, мм, м ³ /га
НВ	Наименьшая влагоёмкость; %, мм, м ³ /га
β_{min} (бета)	Нижний предполивной порог увлажнения, % он НВ;
г_{НВ}	Влажность почвы (const) в % веса абсолютно сухой почвы;
г_ф	Фактическая влажность почвы в % от веса абсолютной сухой почвы;
m_{вег}	Поливная норма вегетационного полива, м ³ /га;

$m_{пр}$	Поливная норма предпосевного (влагозарядкового) полива, $м^3/га$;
$W_{нв}$	Запас влаги в активном слое почвы, $м^3/га$;
W_{min}	Запас влаги, соответствующий нижнему предполивному порогу увлажнения, $м^3/га$;
$W_{ф}$	Запас влаги (фактический) в любой момент времени, $м^3/га$;
$\Gamma_{вз}$	Влажность почвы устойчивого завядания растений, %;
$\Gamma_{мг}$	Влажность почвы максимальной гигроскопичности, %;
K	Коэффициент (эмпирических уравнений);
t	Температура воздуха (почвы), $^{\circ}C$;
f	Относительная влажность воздуха, %;
Θ (тета)	Атмосферные осадки, мм;
α (альфа)	Объемная масса почвы, $г/см^3$; $т/м^3$;
h	Активный слой почвы, м;
E (кси)	Максимальная упругость водяного пара, мб;
e	Абсолютно влажность воздуха, мб;
d	Дефицит влажности воздуха, мб, мм;
E_o	Испаряемость, мб, мм;
ϕ (фи)	Суммарный расход влаги, мм;
ξ -	Дефицит суточного увлажнения, $м^3/га$;
ω (омега)	Площадь орошаемого поля, га;
Z (дзета)	Напор, проталкивающий воду в трубе, м;
B, β (бета)	Ширина водной поверхности, основание (подошва) плотины, м;
σ (сигма)	Непродуктивный расход влаги осадков, сток %;
Q, q (кю)	Расчетный расход воды, паводка, л/с, $м^3/с$;
L	Длина водохранилища, плотины, канала; м, км;
H	Высота места над уровнем моря, глубина воды и плотины, м;
T, τ (тау)	Количество дней;
τ (тау)	Время, час, мин, с;
η (эта)	Коэффициент полезного действия (КПД);
U	Норма годового стока, $м^3/га$, $м^3/км^2$;
F	Площадь водосбора, $км^2$;
C	Скорость ветра (максимальная, средняя), м/с.
S	Площадь сечения, $м^2$;
D	Диаметр магистрального трубопровода, мм.

Греческий алфавит.

А, $\square$ – альфа;

В, β – бета;

Г, γ – гамма;

Д, $\square$ – дельта;

Е, $\square$ – эпсилон;

Н, ψ – ню;

Е, ξ – кси;

О, о – омикрон;

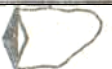
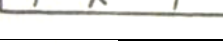
П, π – пи;

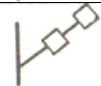
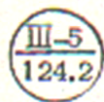
Р, ρ – ро;

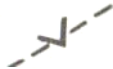
Z, β – дзета;
 H, η – эта;
 Θ, θ – тета;
 I, í – иота;
 K, κ – каппа;
 Λ, λ – лямбда;
 M, μ – мю;

Σ, σ, δ – сигма;
 T, τ – тау;
 V, υ – ипсилон;
 Φ, φ – фи;
 X, x – хи;
 Ψ, ψ – пси;
 Ω, ω – омега;

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

	Акведук на канале
	Акведук через канал
	Быстроток
	Воздушный клапан (вантуз)
	Водовыпуск в оросительный канал * (Т или О)
	Водовыпуск во временный ороситель * (Т или О)
	Водовыпуск в закрытую сеть * (Т или О)
	Водовыпуск из оросителя в борозду, полосу, чек * (Т или О)
	Водовыпуск в сбросной канал * (Т или О)
	Водохранилище, пруд
	Водозабор бесплотинный
	Водозабор приплотинный
	Впуск в коллектор
	Временный ороситель (ВО-1)
	Гидроузел существующий
	Гидроузел проектируемый
	Границы полей севооборота

	Дюкер на канале
	Дюкер под каналом
	Дорожная сеть
	Колодец на закрытом трубопроводе
	Колодец с запорной арматурой
	Командная точка (наивысшая отметка участка)
	Концевой сброс
	Ливнеспуск
	Лесные полевые защитные полосы
	Магистральный подземный трубопровод (МТ)
	Магистральный трубопровод (МТ)
	Магистральный канал (МК)
	Мост * (А, или Ж, или П)
	Населенный пункт
	Насосная станция * (НС _в , НС _п , НС _{пл} , НС _с)
	Направление полива
	Номер поля и севооборота/площадь нетто, га
	Ороситель (О-1)
	Отстойник на канале
	Перегораживающее сооружение * (Т или О)

	Перепад * (С или К)
	Поливные борозды
	Поливные полосы
	Распределительный канал (РК-1)
	Распределительный подземный трубопровод (РТ-1)
	Рыбозащитное устройство
	Трубчатый переезд (труба на канале)
	Труба под каналом
	Упоры на поворотах трубопровода
	Устье коллектора

Примечание. (*)

Для обозначения разных видов водовыпусков и перегораживающих сооружений при условном графическом обозначении ставят индекс: трубчатый - Т, открытый - О.

Для обозначения перепадов разных видов при условном графическом обозначении ставят индекс: ступенчатый - С, консольный - К.

Для обозначения разных видов мостов ставят индекс: автодорожный - А, пешеходный - П, железнодорожный - Ж.

Виды колодцев обозначают индексами: распределительный - Р, смотровой - С, опораживающий - О, потайной смотровой - ПС, фильтрующий - Ф.

Типы насосных станций обозначают индексами: стационарная - С, передвижная - П, плавучая - ПЛ, для водоснабжения - В.

Рекомендуемая литература

Учебная

1. Голованов А.И., Мелиорация земель. [Электронный ресурс]: учебник/ А.И. Голованов, И.П. Айдаров, М.С. Григоров. Электрон.дан. – СПб.: Лань, 2022, - 816 с. (ЭБС Лань)
2. Тимерьянов, А.Ш. Лесная мелиорация [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2022. — 160 с. (ЭБС Лань)

Справочная

1. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв,-М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2003. - 448с.
2. Агроклиматические и водные ресурсы районов освоения целинных и залежных земель, - Л.: 1959.
3. О мелиорации земель: федеральный закон от 10 января 1996 года,
4. Справочник мелиоратора /сост.: В.А. Анисимов, К.В. Губер и др., -М.: Россельхозиздат, 1980. -256с.
5. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф., Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб, справочное пособие, изд. Бастет, 2022г., - 113 с.

Методическая

1. Методические указания по составлению курсового проекта на тему «Орошение дождеванием сельскохозяйственных земель в хозяйстве нечерноземной зоны» / сост.: В.А. Ионат. - Л.: Пушкин, 1982.- 18с.
2. Водоснабжение населенного пункта и проектирование оросительной системы/ сост.: С.И. Сипко, А.А. Лях, А.Д. Гончаров. Новосибирск, 2007 -59с.

Монографии, труды

1. Яблокова М.М. Агробιοлогичекие особенности орошаемых сельскохозяйственных культур.: - Иркутск, 1983, - 197 с.
2. Залыгин С.П. Выбор расчетного года при проектировании оросительных систем в условиях переменного увлажнения / Ом. СХИ, - Омск, 1958, - Т. XXVI, - с. 3-12.
3. Сахончик В.П. Опыт орошения яровой пшеницы в Западной Сибири/ Ом. СХИ, - Омск, 1958, - Т. XXVI, - с. 23-32.

Приложение 1

Подбор водопроводных труб, мм

Q, л/с	V	h	V	h	V	h	V	h	V	h	V	h
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Д -50 мм			Д-75 мм						Д диаметр труб, мм			
2,0	1,0	5,0	0,44	0,57	Д-100 мм				h _{тр.} - потери напора на трение на 100 м длины труб, м.			
2,5	1,26	8,0	0,57	1,0	0,32	0,20						
3,0			0,68	1,30	0,38	0,25	Д -125 мм		V - скорость воды, м/с			
4,0			0,90	2,40	0,51	0,51	0,32	0,15	Q - расход воды, л/с			
5,0			1,13	3,70	0,64	0,80	0,41	0,24	Д-150 мм			
6,0			1,35	5,30	0,76	1,15	0,49	0,35	0,34	0,13		
8,0			1,82	9,60	1,02	2,04	0,68	0,62	0,45	0,23	Д-175 мм	
10,0	Д-200 мм				1,27	3,20	0,81	0,97	0,57	0,37	0,42	0,16
12,0	0,38	0,11			1,53	4,57	0,98	1,40	0,68	0,53	0,50	0,22
15,0	0,47	0,18	Д-225 мм		1,91	7,19	1,22	2,19	0,85	0,82	0,62	0,36
20,0	0,64	0,32	0,50	0,16			1,63	3,89	1,13	1,47	0,83	0,65
25,0	0,80	0,50	0,63	0,26	Д-250 мм		2,04	6,08	1,41	2,29	1,03	1,01
30,0	0,96	0,71	0,75	0,38	0,61	0,22	2,44	8,76	1,69	3,31	1,25	1,46
35,0	1,11	0,97	0,88	0,52	0,72	0,30	Д-300 мм		1,98	4,50	1,38	1,98
40,0	1,27	1,27	1,01	0,67	0,82	0,38	0,57	0,14	2,28	5,89	1,67	2,58
20,0	1,59	1,98	1,25	1,03	1,02	0,60	0,71	0,22	2,83	9,18	2,15	4,03
60,0	1,90	2,84	1,51	1,52	1,22	0,86	0,85	0,33	Д-350		2,49	5,84
80,0	2,55	5,06	2,00	2,67	1,63	1,54	1,14	0,58	0,83	0,25	Д-400 мм	
100,0	3,18	8,00	2,52	4,23	2,04	2,40	1,42	0,91	1,04	0,40	0,80	0,19
120,0	-	-	2,99	6,01	2,45	3,47	1,69	1,30	1,25	0,58	0,96	0,28
150,0	-	-	3,78	9,55	3,15	5,85	2,13	2,03	1,56	0,91	1,20	0,44
200	Д – 500мм				4,07	9,67	2,83	3,60	2,08	1,62	1,59	0,78
250		0,62			0,84	0,15	0,64	0,08	-		1,86	1,16
280	1,64	0,78	1,34	0,45	0,94	0,19	0,72	0,09	-		2,08	1,46
300	1,76	0,89	1,43	0,52	1,01	0,21	0,77	0,10	-		2,23	1,67
320	1,88	1,01	1,53	0,59	1,07	0,24	0,82	0,12	-		-	-
352	2,06	1,23	1,68	0,72	1,18	0,28	0,9	0,14			-	-
400	-	-	1,91	9,25	1,34	0,36	1,02	0,18	0,79			
460	-	-	2,20	1,22	1,54	0,48	1,18	0,23	0,91	0,12	0,72	0,07
500	-	-	-	-	1,68	0,67	1,28	0,37	0,48	0,14	0,78	0,08
550	-	-	-	-	1,85	0,69	1,4	0,33	1,08	0,17	0,720,86	0,09
600	-	-	-	-	2,01	0,81	1,53	0,395	1,18	0,2	0,93	0,11
650	-	-	-	-	2,18	0,96	1,66	0,46	1,28	0,23	1,01	0,13
700	-	-	-	-	2,35	0,11	1,79	0,54	1,38	0,27	1,09	0,15
750	-	-		-	2,52	1,27	1,42	0,62	1,48	0,31	1,17	0,17

Приложение 2

Техническая характеристика центробежных насосов

Марка насоса	Расход воды, Q, л/с	Полный напор, Н, м	Частота вращения, об/мин	Допустимая вакуумметрическая высота, Н _{всас} , м	КПД насоса, %
1	2	3	4	5	6
2К-6	3-8	35-24	2900	5-8	63-51
3К-6	8-19	62-45	2900	7,7-4,7	54,4-66,3
3К-9	8-15	35-27	2900	7,0-2,9	62-71,5
4К-6	18-37	98-72	2900	7,3-4,0	63-66
4К-6а	18-35	82-61	2900	7,1-4,6	63,2-66,0
4К-8	19-30	59-43	2900	5,3-3,8	65-66
4К-8а	19-30	48-37	2900	5,3-4,0	67-65
4К-12	18-33	38-28	2900	6,7-3,3	72-74,5
4К-18	17-28	26-19	2900	5,4-4,2	78-77
4К-18а	14-25	21-14	2900	5,4-5,2	73-75
6К-8	30-53	36-31	1450	6,6-5,4	70-75
6К-8А	30-50	30-25	1450	6,6-5,8	72-74
6К-8б	30-50	24-18	1450	6,6-5,9	71,3-65
6К-12	30-56	23-17	1450	8,5-7,0	76-79
8К-12	61-95	32-25	1450	6,5-4,7	82,6-79
8К-12а	56-80	26-22	1450	6,7-5,5	79,9-81
8К-18	61-100	21-15	1450	6,2-5,0	80,5-77,5
8К-18а	56-89	18-13	1450	6,5-5,2	83,5-78
4НДВ	25-50	104-22	1450	6,5	71-68
5НДВ	35-70	40-28	1450	7,3-4,6	70-68
6НДВ	70-100	54-46	1450	5,0-4,0	75-73
6НДВ	60-100	48-39	1450	5,5-4,5	73-70
6НДВ	60-100	42-33	1450	5,5-4,0	74-71
6НДС	60-82	80-60	1450	5,3-3,0	80-76
8НДВ	110-200	94-28	1450	6,5-1,4	81-75
12НДС	165-280	27-24	960	6,0-5,0	87-83
10Д-6	111-167	70-57	1450	6,4-3,8	75,6-74
10Д-9	100-167	45-35	1450	8,0-6,4	81-77
12Д-6	180-258	97-82	1450	5,5-2,8	76-75
12Д-9	167-264	71-50	1450	7,1-5,4	81,5-78
12Д-13	167-278	40-30	1450	6,4-4,4	83,5-77
12Д-19	172-258	24-18	1450	6,2-3,3	85,5-77
12Д-19М	150-258	24-11	1450	6,5-3,3	85-77
14НДсМ	220-350	40-32	960	5,0	
16НДнМ	375-550	21-10	750	7,0-5,2	
20НДм	550-900	32-13	960	6,3-2,9	
20Д-6	375-640	107-76	960	4,2-4,0	

Приложение 3

Номинальные мощности(кВт) и частоты вращения электродвигателей
(об/мин) основного исполнения

Тип электродвигателя	Мощность на валу (кВт) при синхронной частоте вращения (об/мин)			
	2900	1450	960	750
1	2	3	4	5
A2-61	17	13	10	7,5
A2-62	22	17	13	10
A2-71	30	22	17	13
A2-72	40	30	22	17
A2-81	55	40	30	22
A2-82	75	55	40	30
A2-91	100	75	55	40
A2-92	125	100	75	55
АО2,АОЛ2-11	0,8	0,6	0,4	-
АО-2,АОЛ2-12	1,1	0,8	0,6	-
АО2,АОЛ2-21	1,5	1,1	0,8	-
АО2,АОЛ2-22	2,2	1,5	1,1	-
АО2,АОЛ2-31	3,0	2,2	1,5	-
АО2,АОЛ2-32	4,0	3,0	2,2	-
АО2-41	5,5	4,0	3,0	2,2
АО2-42	7,5	5,5	4,0	3,0
АО2-51	10	7,5	5,5	4,0
АО2-52	13	10	7,5	5,5
АО2-61	-	13	10	7,5
АО2-62	17	17	13	10
АО2-71	22	22	17	13
АО2-72	30	30	22	17
АО2-81	40	40	30	22
АО2-82	55	55	40	30
АО2-91	75	75	55	40
АО2-92	100	100	75	55

Приложение 4

Максимальная упругость водяного пара над водой Е, мб

t, °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	6,1	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,4	6,4	6,5	6,5
1	6,6	6,6	6,7	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9	7,0	7,0
2	7,0	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,5	7,5
3	7,6	7,6	7,7	7,7	7,8	7,8	7,9	8,0	8,0	8,1
4	8,1	8,2	8,2	8,3	8,4	8,4	8,4	8,5	8,5	8,7
5	8,7	8,8	8,8	8,9	9,0	9,0	9,1	9,2	9,2	9,3
6	9,4	9,4	9,5	9,5	9,6	9,7	9,7	9,8	9,9	10,0
7	10,0	10,1	10,2	10,2	10,3	10,4	10,4	10,5	10,5	10,6
8	10,7	10,8	10,9	11,0	11,0	11,1	11,2	11,2	11,3	11,4
9	11,5	11,6	11,6	11,7	11,8	11,9	12,0	12,0	12,0	12,2
10	12,3	12,4	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,0
11	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,8	13,9
12	14,0	14,1	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,8	14,9
13	15,0	15,1	15,2	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	15,9
14	16,0	16,1	16,2	16,3	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8	17,0
15	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9	18,1
16	18,2	18,3	18,4	18,5	18,7	18,8	18,7	19,0	19,1	19,3
17	19,4	19,5	19,6	19,8	19,9	20,0	20,1	20,3	20,4	20,5
18	20,6	20,8	20,9	21,0	21,2	21,3	21,4	21,6	21,7	21,8
19	22,0	22,1	22,3	22,4	22,5	22,7	22,8	23,0	23,1	23,2
20	23,4	23,5	23,7	23,8	24,0	24,1	24,3	24,4	24,6	24,7
21	24,9	25,0	25,2	25,4	25,5	25,7	25,8	26,0	26,1	26,3
22	26,5	26,6	26,8	26,9	27,1	27,3	27,4	27,6	27,8	27,9
23	28,1	28,3	28,5	28,6	28,8	29,0	29,2	29,3	29,5	29,7
24	29,9	30,0	30,2	30,4	30,6	30,8	31,0	31,1	31,3	31,5
25	31,7	31,9	32,1	32,3	32,5	32,7	32,9	33,0	33,2	33,4
26	33,6	33,8	34,0	34,2	34,4	34,6	34,9	35,1	35,3	35,5
27	35,7	35,9	36,1	36,3	36,5	36,8	37,0	37,2	37,4	37,6
28	37,8	38,1	38,3	38,5	38,7	39,0	39,2	39,4	39,6	39,9
29	40,1	40,3	40,6	40,8	41,0	41,3	41,5	41,8	42,0	42,2

Приложение 5

Основные характеристики и технико-экономические показатели
дождевальных машин, агрегатов и установок.

Показатель	Типы машин, агрегатов и установок							
	Короткоструйные			Среднеструйные			Дальноструйные	
	«Кубань»	ДДА-100М	ДДА-100М А	«Днепр» ДФ-20	ДКШ-64	КИ-50 «Радуга»	ДДН-70	ДДН-100
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	1,2	1,85	3,12	0,28	0,275	0,28	0,41	0,32

Напор ,м	32	25	37	45	40	80	55	65
Расход воды, л/с	180	100	130	120	63	50	70	85
Характер работы и системы водозабора	ДОС	ДОС	ДОС	ПЗС	ПЗС	ПЗС	ПЗС	ПЗС
Расстояние между трубопроводами и каналами, м	800	120	122	900	800	-	100	110
Расстояние между водозаборными гидрантами, м	-	-	-	54	18	40	90	110
Площадь,орошаемая с одной позиции, га	-	-	-	2,5	1,44	0,52	1,6	1,21
Коэффициент использования рабочего времени	0,85	0,75	0,75	0,8	0,8	0,8	0,85	0,85
Производительность за 1 ч работы при поливной норме 300м ³ /га, га	0,55	0,84-0,96	1,60	1,46	-	-	0,78	1,02
Производительность за сезон, га	170-200	125-150	160-200	150	70	50	70	80-90
Количество обслуживающего персонала, чел	0,25	2	1	0,5	0,5	2	1	1
Стоимость дождевальных агрегатов, руб	80000	6450	7000	-	10000	20074	2500	-
Внутрихозяйственные эксплуатационные затраты, руб./га	170	36	30	60	20	650	50	50
Ежегодное отчисление на амортизацию дождевальных агрегатов	9400	1290	1400	2000	2000	4000	700	-

Приложение 6

Пересчет дебита (л/с, л/мин, м³/сут, м³/ч)

л/с	л/мин	м ³ /ч	м ³ /сут
1	60	3,6	86,4
2	120	7,2	172,8
3	180	10,8	259,2
4	240	14,4	354,6
5	300	18,0	432,0
6	360	21,6	518,4
7	420	25,2	604,8
8	480	28,8	691,0
9	540	32,4	776,6
10	600	36,0	864,0
12	720	43,2	1036,8
14	840	50,4	1209,6

16	960	57,6	1392,4
18	1080	64,8	1555,2
20	1200	72	1728,0
25	1500	90	2160,0
30	1800	108	2592,0
35	2100	126	3024,0
40	2400	144	3456,0
45	2700	162	3888
50	3000	180	4320
55	3300	198	4752
60	3600	216	5184
65	3900	234	5616
70	4200	252	6048
75	4500	270	6480
80	4800	288	6912
85	5100	306	7344
90	5400	324	7776
95	5700	342	8208
100	6000	360	8640
110	6600	396	9504
120	7200	432	10368
130	7800	468	11232
140	8400	504	12096
150	9000	540	12960
160	9600	576	13826
170	10200	612	14688
180	10800	648	15552
190	11400	684	16416
200	12000	720	17280
300	18000	1080	25920
400	24000	1440	34560
500	30000	1800	43200
600	36000	2160	51840
700	42000	2520	60480
800	48000	2880	69120
900	54000	3240	77760
1000	60000	3600	86400

Приложение 7

Дефицит влажности воздуха, $d^{0,8}$

d	$d^{0,8}$	d	$d^{0,8}$	d	$d^{0,8}$	d	$d^{0,8}$	d	$d^{0,8}$
0,0	0,00	4,0	3,03	8,0	5,30	12,0	7,30	16,0	9,20
0,2	0,28	4,2	3,15	8,2	5,40	12,2	7,40	16,2	9,29
0,4	0,44	4,4	3,28	8,4	5,50	12,4	7,50	16,4	9,38
0,6	0,63	4,6	3,40	8,6	5,60	12,6	7,60	16,6	9,47
0,8	0,82	4,8	3,51	8,8	5,70	12,8	7,68	16,8	9,55
1,0	1,00	5,0	3,62	9,0	5,80	13,0	7,76	17,0	9,65

[illegible]

ПЛАН ТИПОВОГО УЧАСТКА ОРОШЕНИЯ



Приложение 9



Лях Анатолий Афанасьевич

Мелиорация земель

Методические указания по выполнению курсового проекта
«Самотечное орошение в районах недостаточного увлажнения»

Печатается в авторской редакции

Отпечатано на агрономическом факультете
Новосибирского государственного аграрного университета, 2015
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 333. Тел. /факс
(383)267-36-10. E-mail: agro_dek@ngs.ru