

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Вологодский государственный университет

Кафедра комплексного использования и охраны природных ресурсов

# **ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

Методические указания  
для курсового проектирования

Факультет экологии

Направление бакалавриата 20.03.02 «Природообустройство  
и водопользование»

Профили: Комплексное использование и охрана водных ресурсов  
Природоохранное обустройство территорий

Вологда  
2014

УДК 502.3(076)

**Природопользование** : методические указания для курсового проектирования. – Вологда : ВоГУ, 2014. – 38 с.

Учебная дисциплина «Природопользование» изучается в 3 семестре. Она включает в себя: лекционный материал, практические занятия, расчетные задания, способствующие усвоению материала и выработке навыков методологии расчетов. В методических указаниях представлены примеры расчетов при орошении участка земель, которые могут быть использованы при выполнении курсовой работы.

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГУ

Составители: С. А. Левачева, ст. преподаватель;  
В. В. Одинцов, канд. техн. наук доцент;  
З. К. Иофин, канд. геогр. наук, доцент

Рецензент С.А. Главчук, ст. преподаватель кафедры  
водоснабжения и водоотведения

## **ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Выполнение курсовой работы имеет своей главной задачей проверить степень усвоения материала студентами и их способность найти правильные творческие решения при рациональном природообустройстве участка орошения.

Все вопросы курсовой работы студент решает самостоятельно, в соответствии с заданием и топографическим планом орошаемого участка, обосновывая необходимыми расчетами и пояснительной запиской.

### **ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Для составления курсовой работы студенту выдается задание, в котором указываются исходные данные для проектирования. К заданию прилагается топографический план проектируемого орошаемого участка в масштабе 1:5000 с сечением рельефа горизонталями через 0,5 м. Остальные данные, необходимость в которых выявляется в ходе проектирования и которые не приведены в настоящих методических указаниях, студент берет из литературных источников, справочников.

#### **Состав курсовой работы**

Пояснительная записка

Введение

1. Естественно-историческая характеристика объекта.
  - 1.1. Местоположение орошаемого участка.
  - 1.2. Природные условия района орошения:
    - климатические условия;
    - геоморфология, рельеф и уклоны поверхности;
    - почвы участка орошения;
    - гидрография и гидрология;
    - геология и гидрогеология;
    - общие выводы.
2. Выбор способа орошения.
3. Оценка пригодности воды для полива и её влияние на почву.
4. Режим орошения культур.
  - 4.1. Определение водопотребления и оросительной нормы.
  - 4.2. Расчет поливных норм.
  - 4.3. Сроки поливов.
  - 4.4. График гидромодуля системы и методика его укомплектования.
5. Выбор типа дождевальных машин и расчет полива дождеванием.
6. Проектирование оросительной сети в плане.

7. Основные расчеты оросительной сети:
  - установление расчетных расходов оросительной сети;
  - гидравлический расчет трубопроводов;
  - расчетный напор и потребная мощность насосной станции;
  - проектирование продольных профилей и поперечных сечений напорных трубопроводов.
8. Сооружения и арматура на закрытой оросительной сети.
9. Дорожная сеть.
10. Объемы работ по оросительной системе и стоимость запроектированных мероприятий.
11. Охрана окружающей среды и оценка воздействия принятых мероприятий на элементы биосферы.
12. Библиографический список.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

### **ВВЕДЕНИЕ**

Введение включает изложение следующих вопросов: значение орошения земель участка для интенсификации сельскохозяйственного производства в данном хозяйстве; задачи, решаемые проектом, их экономическая целесообразность.

#### **1. Естественно-историческая характеристика объекта**

##### 1.1. Местоположение орошаемого участка.

Указать область и район проектирования, расположение участка относительно центральной усадьбы, его удаленность от крупных городов, ж/д станций или речной пристани, наличие подъездных дорог и их техническое состояние.

##### 1.2. Природные условия района орошения.

В предельно сжатой форме характеризуются природные условия, приводятся только те данные, которые необходимы для проектирования.

*Климатические условия.* Кратко описываются климатические показатели: температура воздуха, испарение, среднемноголетние осадки и осадки среднесухого года, скорости ветров, а также приводятся данные по глубине промерзания почвы, продолжительности вегетационного полива и т.п. Все эти данные берутся из агроклиматических справочников, климатических очерков и других литературных источников.

*Геоморфология, рельеф и уклоны поверхности.* Характеристика этих показателей дается на основании изучения топографического плана орошаемого участка.

*Почвы.* Дается описание типов почв участка, их мелиоративного состояния, механического состава и некоторых их водно-физических свойств (начальная влажность почвы, предельная влагоемкость, водопроницаемость).

*Гидрография и гидрогеология.* Излагается краткое описание подстилающих пород, глубины залегания грунтовых вод, их минерализация, максимальная высота капиллярного подъема грунтовых вод.

В конце раздела указывается направление хозяйственного использования участка и дается заключение о природных и хозяйственных условиях, в котором отмечается необходимость оросительных мелиорации как наиболее выгодного пути увеличения урожайности сельскохозяйственной продукции в хозяйстве.

## **2. Выбор способа орошения**

Выбранный способ и техника полива сельскохозяйственных культур в хозяйстве в общем случае должны обеспечить:

- поддержание в корнеобитаемом слое почвы оптимального водного, воздушного, теплового и пищевого режимов в соответствии с установленным режимом орошения, позволяющим получать запрограммированный урожай сельскохозяйственных культур;

- создание оптимальных условий внешней среды, т.е. микроклимата;

- исключение непроизводительных потерь воды на фильтрацию, испарение и сброс;

- возможность комплексной механизации и автоматизации процессов сельскохозяйственного производства и рационального использования орошаемой территории;

- поддержание хорошей структуры почвы.

В проекте, основываясь на анализе природно-хозяйственных показателей, а также учитывая вышеизложенные требования к способу орошения и технике полива, сделать вывод о необходимости орошения дождеванием в данном районе с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

## **3. Оценка пригодности воды для полива и её влияние на почву**

Определение пригодности воды для полива осуществляется с помощью качественных и количественных тестов.

Визуальный и органолептический анализы состояния воды в исследуемом водоеме позволяют сделать общее предварительное заключение о ее пригодности для полива. Качество воды характеризуют следующие внешние признаки.

Гнилостный запах, поднимающиеся со дна водоема к поверхности пузырьки газов (метана, сероводорода, аммиака) в результате анаэробного брожения свидетельствуют о низком качестве или непригодности воды для орошения. О наличии вредных примесей промышленного происхождения свидетельствует цвет воды – перегнойные и органические вещества придают воде желто-коричневую окраску; соли двухвалентного железа – зеленовато-голубоватую; свободная сера окрашивает воду в голубой цвет. По состоянию флоры и фауны можно судить о качестве воды водоисточника. На хорошее состояние воды указывает присутствие в водоисточнике рыб, амфибий и пресмыкающихся на берегах водоема, интенсивный рост ряски. Напротив, появление осоки, ситника, камыша и других растений, приспособившихся к существованию в условиях развитого почвенного анаэробнобиоза, свидетельствуют об ухудшении качества воды.

Взвешенные твердые элементы в поливной воде (твердый сток) могут указывать на различные свойства поливных вод.

Растворенные вещества в поливной воде в основном определяют ее пригодность для орошения. При оценке пригодности воды для полива надо учитывать качественный состав солей, опасность засоления (в том числе борного), возможность осолонцевания почв, карбонатного подщелачивания.

Известковый потенциал ( $pH - 0.5 pCa$ ) устанавливает зависимость активности ионов  $Ca^{2+}$  от реакции среды. Он определяет энергетический уровень выхода  $Ca^{2+}$  из ППК и используется для прогноза ощелачивания почв.

Натриевый потенциал ( $pNa - 0.5 pCa$ ) является показателем энергетического уровня сорбции  $Na^+$ . Он используется для прогноза осолонцевания почв.

Если величина известкового потенциала ( $pH - 0.5 pCa$ ) оросительной воды  $> 6,5$ , то при поливе такими водами возможно ощелачивание впочв.

При значениях натриевого потенциала воды ( $pNa - 0.5 pCa$ ) менее 1,5 полив вызывает развитие осолонцевания почв.

Следует отметить, что токсическое влияние на растения и почвы могут оказывать не только легководорастворимые соли, но и ряд таких токсичных соединений и элементов, как фенол, свинец, медь.

По содержанию бора оросительные воды оцениваются по следующим критериям: воды не пригодны для полива всех культур при содержании бора выше 4 мг/л; воды всегда безусловно пригодны для орошения, если концентрация этого элемента меньше 0,3 мг/л.

Магний оказывает вредное влияние на почву, если его количество в оросительной воде выше 50% от суммы  $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ .

Хлориды не влияют на физические свойства почв: хлор не поглощается почвой.

Важно учитывать не только объем и состав поливных вод, но и тот способ полива, который применяется в реальных условиях конкретного массива орошения.

## 4. Режим орошения культур

Режим орошения сельскохозяйственных культур характеризуется совокупностью оросительных и поливных норм, сроков увлажнения, необходимых для проектирования и определения параметров оросительной сети и эксплуатации систем. Его устанавливают в соответствии с биологическими особенностями растений, климатическими, почвенными и гидрогеологическими условиями орошаемого участка, способами и техникой полива, технологией возделывания культур.

Режим орошения включает разработку следующих вопросов: определяют суммарное водопотребление растений за вегетацию и межфазные периоды; рассчитывают размер оросительной нормы; определяют поливные нормы; устанавливают требуемое число поливов и сроки их производства; определяют расчетные ординаты гидромодуля.

### 4.1. Определение водопотребления и оросительной нормы

Данные величины могут быть определены на основании опытных данных научно-исследовательских учреждений и практических данных передовиков орошаемого земледелия, а также путем теоретического расчета.

В учебных проектах водопотребление и оросительная норма устанавливается теоретическим расчетом по методу водного баланса, разработанным акад. А.Н. Костяковым с применением биоклиматического метода, предложенного А.М. Алпатьевым.

По биоклиматическому методу суммарное испарение равно:

$$E = K_{\delta} \sum d, \quad (4.1)$$

где  $E$  – суммарное испарение за расчетный период, мм;

$d$  – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за расчетный период;

$K_b$  – коэффициент биологической кривой суммарного испарения.

Его значение устанавливается опытным путем. Для условий Северо-Западной зоны России значение « $K$ » приведено в приложении 1.

Оросительная норма — объем воды, который необходимо подать растению за вегетационный период для восполнения дефицита влаги в расчетном слое почвы и обеспечения запроецированного уровня в условиях расчетного года. Она равна разнице между суммарным водопотреблением культуры и естественной влагообеспеченностью.

$$M_H = E - (10\mu P - \Delta W_{sp}), \quad (4.2)$$

где  $M_H$  – оросительная норма нетто, м<sup>3</sup>/га;

$E$  – суммарное водопотребление, м<sup>3</sup>/га;

$P$  – атмосферные осадки за вегетационный период, мм;

$\mu$  – коэффициент использования атмосферных осадков;

$\Delta W$  – количество воды, используемое растением из корнеобитаемого слоя почвы, м<sup>3</sup>/га.

$$\Delta W = W_H - W_K, \quad (4.3)$$

где  $W_H$  и  $W_K$  – запас воды в корнеобитаемом слое соответственно в начале и в конце вегетационного периода;

$W_{гр}$  – подпитывание корнеобитаемого слоя почвы грунтовыми водами, т.е. количество грунтовых вод, используемых за расчетный период, м<sup>3</sup>/га.

Количество осадков принимается равным расчетной обеспеченности. В случаях, когда в литературных источниках приводятся только среднесноголетние данные, обеспеченные величины получают умножением их на поправочные коэффициенты (табл. 4.1). Пользоваться этими коэффициентами можно только в учебных целях.

Таблица 4.1

**Поправочные коэффициенты для определения осадков различной обеспеченности**

Искомая обеспеченность года, %	10	25	50	75	90
Поправочный коэффициент	1,45	1,2	1	0,75	0,65

Запасы воды в корнеобитаемом слое определяют по формуле:

$$W = 100H \cdot a \cdot \gamma_\phi, \quad (4.4)$$

где  $W$  – запас воды в слое  $H$ , м<sup>3</sup>/га;

$H$  – глубина корнеобитаемого слоя, м;  $a$  – объемная масса почвы, т/м<sup>3</sup>;

$\gamma_\phi$  – фактическая влажность активного слоя почвы на данный момент в % от всей сухой почвы.

Запасы воды в почве можно определить и по формуле:

$$W = H \cdot A \cdot \beta_\phi, \quad (4.5)$$

где  $A$  – скважность (пористость) активного слоя почвы, %;

$\beta_\phi$  – влажность почвы в % от скважности.

При обильных осадках во вневегетационный период активный запас влаги в почве  $\Delta W$  к началу вегетационного периода можно принимать 30-40% наименьшей влагоемкости для тяжелых и средних и 40-50% для легких по механическому составу почв.

Капиллярное использование пресных грунтовых вод при близком их залегании определяют по экспериментальным данным или рассчитывают по зависимости:

$$W_{ep} = E \cdot q, \quad (4.6)$$

где  $E$  – суммарное водопотребление культуры за расчетный период, м<sup>3</sup>/га;

$q$  – коэффициент капиллярного подпитывания, выраженный в долях от суммарного водопотребления. Значения коэффициентов использования грунтовых вод в зависимости от механического состава почв приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2

### Ориентировочные коэффициенты использования грунтовых вод

Глубина залегания грунтовых вод, м	Легкие почвы			Тяжелые почвы		
	слой активного влагообмена, м					
	до 0,4	до 0,6	до 1	до 0,4	до 0,6	до 1
1,0	0,25	0,40	0,55	0,30	0,35	0,50
1,5	-	0,10	0,25	0,10	0,25	0,35
Глубина залегания грунтовых вод, м	легкие почвы			тяжелые почвы		
	слой активного влагообмена, м					
	до 0,4	до 0,6	до 1	до 0,4	до 0,6	до 1
2,0	-	0,05	0,15	-	0,10	0,25
2,5	-	-	0,05	-	0,05	0,15
3,0	-	-	-	-	-	0,05

Оросительная норма может быть также определена суммированием месячных или декадных дефицитов водопотребления.

Оросительная норма является суммой поливных норм, восполняющих дефицит влаги орошаемой культуры за вегетационный период.

$$M = \sum m, \quad (4.7)$$

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

Таблица 4.3

### Коэффициент использования поливной воды на поле при дождевании

Условия проведения поливов	Полив из открытой оросительной сети	Полив из закрытых трубопроводов
Хорошие (хорошая спланированность поля, уклоны оптимальные, рельеф спокойный, почвы средней водопроницаемости)	0,80-0,85	0,85-0,90
Средние (недостаточная спланированность, уклоны средние, рельеф спокойный, водопроницаемость почв ниже и выше средней)	0,75-0,80	0,80-0,90
Сложные (неудовлетворительная спланированность, уклоны большие и малые, рельеф сложный, почвы высокой и очень низкой водопроницаемости)	0,70-0,75	0,75-0,85

Определим дефицит водного баланса по методу А. М. Алпатьева. Результаты расчета сводим в таблицу 4.4.

Таблица 4.4

**Определение дефицита водного баланса на год 90% обеспеченности  
осадками по биоклиматическому методу для расчетной культуры**

Показатели	Обозначения	Ап- рель	Май			Июнь			Июль			Август			Сен- тябрь
		III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Дефицит влажности воздуха среднесуточный	$d$ , мб	6	12	10	8	12,4	15,7	20	12,8	13,3	12,8	20	18,4	11,8	12,8
2. Температура воздуха среднесуточная	$t$ , °C	4	12,4	12,4	12,4	16,8	16,8	16,8	18,8	18,8	18,8	17	17	17	11
3. Сумма среднесуточных температур воздуха за декабрь	$t \cdot n$ , °C	40	124	124	136,4	168	168	168	188	188	206,8	170	170	187	110
4. Поправка на длину светового дня	$I$	1,2	1,24	1,28	1,3	1,32	1,34	1,33	1,31	1,30	1,26	1,21	1,17	1,12	1,05
5. Сумма среднесуточных температур воздуха с учетом поправки	$t \cdot n \cdot I$ , °C	48	153,76	158,72	177,32	221,76	225,12	223,44	246,28	244,4	260,57	205,7	198,9	209,44	115,5
6. Сумма температур с нарастающих итогом	$\sum t$ , °C	48	201,76	360,48	537,8	759,56	984,68	1208,12	1454,4	1698,8	1959,37	2165,07	2363,97	22573,41	2688,91
7. Коэффициент суммарного испарения	$K_b$	0,6	0,42	0,44	0,48	0,54	0,42	0,52	0,53	0,43	0,49	0,52	0,42	0,46	0,48
8. Водопотребление за декаду	$d \cdot n \cdot K_b$ , мм	36	50,4	44	42,24	66,96	65,94	104	67,84	57,19	68,99	104	77,28	59,71	61,44
9. Поправка на подпитывание из нижних слоев почвы	$j$	1													
10. Водопотребление за декаду с учетом поправки	$E = d \cdot n \cdot K_b - j$ , мм	36	50,4	44	42,24	66,96	65,94	104	67,84	57,19	68,99	104	77,28	59,71	61,44
11. Осадки за декаду	$P$ , мм	11	14	14	15	19	19	19	23	23	23	20	20	21	18
12. Дефицит водного баланса за декаду	$M = E - P$ , мм	25	36,4	30	27,24	47,96	46,94	85	44,84	34,19	45,99	84	57,28	38,71	55,44
13. Дефицит водного баланса с нарастающим итогом	$\sum M$ , мм	25	61,4	91,4	118,64	166,6	213,54	298,54	343,38	377,57	423,56	507,56	564,84	603,55	658,99
14. Дефицит водного баланса с учетом переводного коэффициента из мм в м <sup>3</sup> /га	$\sum M \cdot 10$ , М <sup>3</sup> /га	25	61,4	91,4	118,64	1666	2135,4	2985,4	3433,8	3775,7	4235,7	5075,6	5648,4	6035,5	6589,9

По итогам таблицы строим кривую дефицита водного баланса.

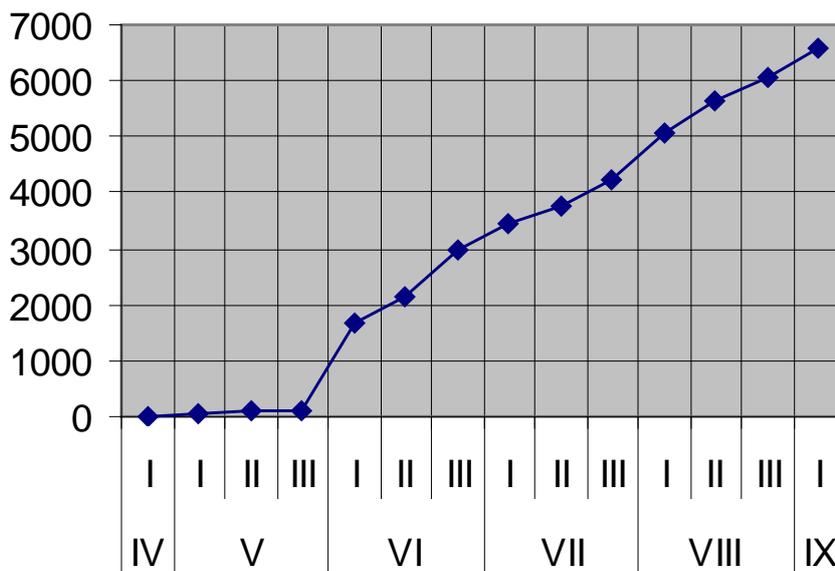


Рис. 4.1. Интегральная кривая дефицита водного баланса

#### 4.2. Расчет поливных норм

Чтобы добиться высокой эффективности орошения, важно правильно установить поливные нормы, т.е. количество воды, которое необходимо дать на 1 га за один полив для насыщения почвы до предельной полевой влагоемкости.

Величину необходимой поливной нормы можно определить по формуле:

$$m_H = 100H\alpha(\gamma_{\text{ППВ}} - \gamma_{\text{ЕСТ}}), \quad (4.8)$$

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

$H$  – расчетная глубина увлажнения почвы (активный слой почвы), м;

$\alpha$  – среднее значение плотности для расчетного слоя почвы, м<sup>3</sup>/га;

$\gamma_{\text{ППВ}}$  – предельная полевая влагоемкость, % от массы сухой почвы;

$\gamma_{\text{ЕСТ}}$  – предполивная влажность почвы (предел допустимого снижения влажности почвы перед поливом), % от массы сухой почвы.

Нужно правильно определить глубину корнеобитаемого слоя почвы ( $H$ ), так как от нее зависит и величина поливной нормы. Глубина увлажнения корнеобитаемого слоя зависит от возделываемой культуры, форм ее развития, принятого способа полива, механического состава почвы, уровня залегания фунтовых вод.

Значение  $H$  в начале вегетационного периода можно принять до 0,3 м. По мере роста активного слоя оно увеличивается до величины, указанной в таблице 4.5.

Нижний оптимальный предел влажности может быть ориентированно определен в зависимости от культуры и характера почвы (табл. 4.5).

**Нижний предел влажности и мощность активного  
слоя почвы при дождевании**

Культуры	Нижний оптимальный предел влажности от полной полевой влагоемкости, %			Расчетная мощность корнеобитаемо- го слоя, м
	почвы			
	тяжелые	средние	легкие	
Многолетние				
Травы	75	70	60	0,8
Овощи	80	75	70	0,6-0,7
Картофель	75	70	65	0,7-0,8
Зернобобовые	75	70	65	0,7-0,8

#### 4.3. Сроки поливов

Важнейшее значение в практике орошения имеют сроки поливов. Они могут определяться по состоянию влажности почвы, морфологическим признакам растений, физиологическим метеорологическим показателям, по фазам и периодам развития и др.

Сроки и число поливов рекомендуется устанавливать графоаналитическим способом по суммарной кривой дефицитов водопотребления. Датой среднего дня полива является точка пересечения с календарной осью абсцисс.

#### 4.4. График гидромодуля системы и методика его укомплектования

Расчет поливного режима для всех культур севооборота заканчивается построением графика гидромодуля, показывающего удельную потребность севооборота в воде.

Величину гидромодуля для отдельной культуры можно определить по формуле:

$$q = \frac{am}{8640 \cdot t} \text{ л/с, га,} \quad (4.9)$$

где  $q$  – удельная потребность культуры в воде (гидромодуль) л/с на 1 га;

$a$  – доля площади данной культуры в севообороте %;

$m_{\text{сп}}$  – поливная норма для данной культуры, м<sup>3</sup>/га;

$t$  – продолжительность полива, сут.

Все расчеты по установлению величины гидромодуля сводят в ведомость неукомплектованного графика гидромодуля. На основании ее строится график гидромодуля. Для этого на оси абсцисс откладывают продолжительность каждого полива, а по вертикали — ординаты гидромодуля для каждого полива той или иной культуры. Если поливы разных культур совпадают во времени, то их удельные расходы (гидромодули) складываются, а прямоугольники наносят друг на друга. При этом данные каждой культуры на графике наносят своим условным обозначением.

Полученный ступенчатый график называется неукомплектованным. На нем, как правило, наблюдается резкое колебание ординат гидромодуля, значительные разрывы в поливах. Практическое использование таких графиков нецелесообразно, ибо оно приводит к неравномерному распределению в течение

вегетационного периода требуемых для полива расходов воды, большим размерам оросительных каналов, труб и гидротехнических сооружений, к неравномерной нагрузке рабочей силы, дождевальных машин и пропашных агрегатов для послеполивной рекультивации и т.п. В конечном итоге это ухудшает экономические показатели системы. Для устранения отмеченных недостатков такой график перестраивают или укомплектовывают.

Задача укомплектования графика заключается в том, чтобы ординаты на протяжении всего оросительного периода были постоянны или незначительно отличались одна от другой, а также режим водопотребления был увязан с режимом источника орошения.

В результате укомплектования графика гидромодуля повышается оросительная способность источника орошения, снижаются расчетные максимальные расходы оросительной сети, следовательно, уменьшаются ее размеры и размеры сооружений на ней, улучшается работа оросительной сети во времени (становится более равномерной).

Укомплектование графика достигается путем частичного изменения сроков и продолжительности поливов в допустимых пределах по агротехническим условиям с соответствующим изменением значения гидромодуля. При этом соблюдают следующие правила:

1) укомплектование графика начинают с культуры, имеющей большее число поливов;

2) сроки поливов сдвигают на 2-3 суток (для влаголюбивых и основных культур) влево или вправо, увеличивая или сокращая длительность полива данной культуры, желательно в ту же сторону сдвигать и последующие поливы;

3) необходимо стремиться, чтобы в каждый момент времени поливалась только одна культура;

4) объем воды на 1 полив изменяться не должен.

5) График укомплектовываем табличным методом. Порядок укомплектования графика:

1) полученные ординаты гидромодуля суммируют по пятидневкам и выписывают в последней строке таблицы;

2) по этим суммам определяют напряженный период, в который наибольшие суммы ординат гидромодуля расположены подряд в течение 7-10 пятидневок и более;

3) определяют расчетную ординату гидромодуля;

4) уточняют продолжительность каждого полива для приведения гидромодуля каждой культуры к расчетной величине;

5) уточняют действительное значение гидромодуля;

6) все расчеты свести в таблицу 4.6.

Расчетную ординату гидромодуля определяют по формуле:

$$q_{\text{дл}} = \sum q/n, \quad (4.10)$$

где  $\sum q$  – сумма значений гидромодуля за расчетный напряженный период, л/сга;

$n$  – количество пятidineвок в напряженный период, сут.

Исходя из того, что объем воды на один полив изменяться не должен, определяем новую продолжительность полива для каждой культуры по формулам:

$$q \cdot t = q_{\text{данный}} \cdot t', \quad (4.11)$$

$$t' = \frac{q \cdot t}{q_{\text{расч}}} \text{ сут}, \quad (4.12)$$

где  $t'$  – новая продолжительность полива, сут;

$q$  – значение гидромодуля до укомплектования, л/сга;

$t$  – продолжительность полива до укомплектования, сут.

Определяем действительное значение гидромодуля орошения:

$$q_{\text{действ}} = \frac{\alpha \cdot m}{8640 \cdot t'}. \quad (4.13)$$

Таблица 4.6

**Ведомость к неукомплектованному и укомплектованному  
графику гидромодуля**

Культура	Удельный вес, а, % культуры,	Оросительная норма, М, м <sup>3</sup> /га	Поливная норма, м, м <sup>3</sup> /га	Номер поливов	Намечено				Принято			
					сроки поливов		поливной период, сут. t	ордината гидромодуля, л/сга, q	сроки поливов		поливной период, сут. t	ордината гидромодуля, л/сга,
					от	до			от	до		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Капуста кочанная	16,7	1600	300	0	I/YI	3/YI	3	0,193	30/Y	1/YI	3	0,193
			300	1	9/YI	II/YI	3	0,193	8/YI	11/YII	3	0,193
			300	2	I/YI	3/YII	3	0,193	2/YII	5/YII	3	0,193
			350	3	15/YII	18/YII	4	0,169	15/YII	18/YII	3,5	0,193
			350	4	I/YIII	4/YII	4	0,169	3/YIII	6/YIII	3,5	0,193
Капуста цветная			200	0	30/Y	2/YI	4	0,097	28/Y	29/Y	3	0,193
			300	1	7/YI	10/YI	4	0,145	5/YI	8/YI	3	0,193
			300	2	23/YI	26/YI	4	0,145	22/YI	24/YI	3	0,193
			300	3	23/YII	16/YII	4	0,145	12/YII	15/YII	3	0,193
			350	0	I/YI	4/YI	4	0,169	2/YI	5/YI	3,5	0,193
			350	1	II/YI	14/YI	4	0,169	11/YI	14/YI	3,5	0,193
			350	2	25/YI	28/YI	4	0,169	25/YI	28/YI	3,5	0,193
			350	3	25/YII	28/YII	4	0,169	27/YII	31/YII	3,5	0,193
			350	4	15/YIII	18/YIII	4	0,169	27/YIII	17/YIII	3,5	0,193
			Огурцы	16,6	100	200	0	18/YI	20/YI	3	0,128	20/YI
200	1	10/YII				12/YII	3	0,128	10/YII	11/YII	2	0,192
300	2	29/YII				31/YII	3	0,192	31/YIII	3/YIII	3	0,192
300	3	12/YII				14/YIII	3	0,192	11/YIII	13/YIII	3	0,192
400	1	27/YI				31/YI	4	0,192	28/YI	2/YI	4	0,192
Картофель			400	2	22/YII	25/YII	4	0,192	24/YII	27/YII	4	0,192
			400	3	8/YIII	II/YIII	4	0,192	7/YIII	10/YIII	4	0,192

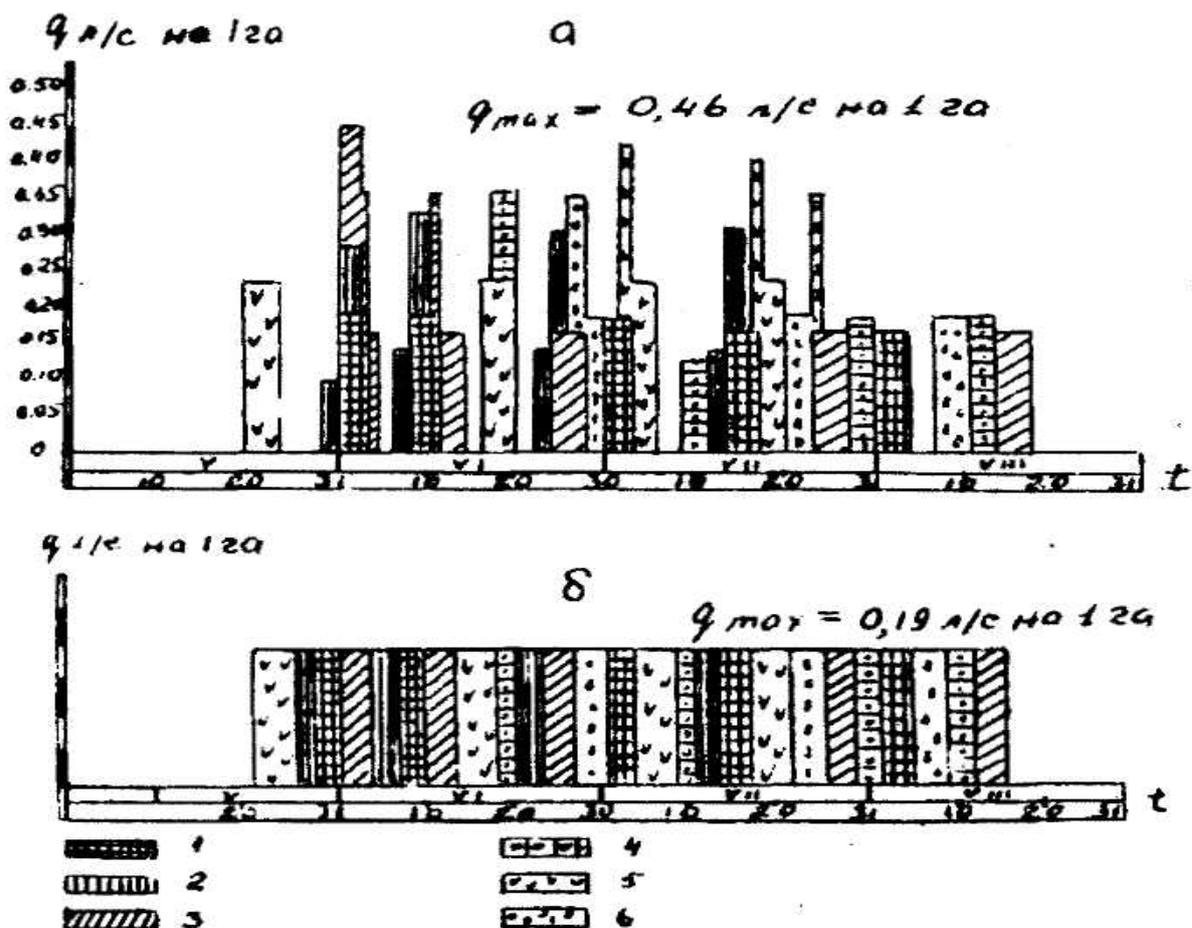


Рис. 4.2. Графики гидромодуля системы

## 5. Выбор типа дождевальных машин и расчет полива дождеванием

Выбор типа дождевальных машин для данного орошаемого участка проводят на основании анализа соответствия средней интенсивности дождя впитывающей способности почвы на орошаемом участке; анализа климатических (степени увлажнения территории, скорости ветра) и топографических (уклона местности, сложности рельефа участка) условий района; хозяйственных условий и агротехнических требований; технико-экономических и эксплуатационных показателей дождевальных устройств. На основании анализа всех показателей выбирают дождевальную машину, обладающую наибольшим числом положительных показателей в данных конкретных хозяйственных и природных условиях (табл. 5.1).

**Условия и возможность использования дождевальной техники в зависимости от природных и хозяйственных факторов**

Дождевальная машина и водоподводящая сеть	Климатические		Почвенно-мелиоративные			Геоморфологические			Хозяйственные			
	дефицит испаряемости, м <sup>3</sup> /га	скорость ветра, м/с	скорость впитывания за час, см/ч	мин. глубина залегания сильнопфильтрующ. слоя, м	глубина залегания минерализован. гр. вод, м	минимальный уклон, %	сложность рельефа, м <sup>3</sup> /га (объем планир. работ)	обеспечен. водой	максимальная высота подземной части растений, м	поливная норма, м <sup>3</sup> /га	обеспечен. земельными ресурсами	нагрузки площади на 1 работника, занятого в с/х, га/чел
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Двухконсольные короткоструйные дождевальные машины с забором воды из открытых оросителей типа ДДА-100М ДДА-100МА	1-5	0-6	10-30	0,5	5	0,1-0,4	0-300	2-10	2	200-600	1,5-10	0,5-5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Двухконсольные короткоструйные и дальнеструйные дождевальные машины с забором воды из трубопровода	2-5	0-5	5-30	0,5	5	0-5	0-400	1-10	2	200-600	1,2-10	0,5-5
Широкозахватные среднеструйные дождевальные машины позиционного действия типа «Волжанка»	2-5	0-5	5-30	0,5	5	0-2	0-500	1-10	1,1	200-600	1,2-10	0,5-15
Широкозахватные машины позиционного действия типа «Днепр»	2-5	0-5	7-30	0,5	5	0-2	0-500	1-10	2,5	200-600	1,2-10	0,5-15
Широкозахватные среднеструйные дождевальные машины, работающие по кругу, типа «Фрега»	2-5	0-5	5-30	0,5	5	0-3	0-500	1-10	2,5	200-600	2-10	0,5-20
Дальнеструйные дождевальные машины с забором воды из каналов типа ДДН-70, ДДН-100	1-4	0-4	15-30	1,5	5	0,1-0,7	0-300	2-10	4	200-600	1,5-10	0,5-5

### 5.1. Расчет полива дождеванием

При проектировании дождевальных оросительных систем в зависимости от вида поливной техники и конкретных природных условий участка необходимо рассчитывать различные элементы техники полива дождеванием.

1. Определяем среднюю интенсивность дождя:

$$P_{cp} = \frac{60 \cdot Q_m}{\omega}, \text{ мм/мин.}, \quad (5.1)$$

где  $Q_m$  – расход машины или установки, л/с;  
 $\omega$  – площадь охвата дождем, м.

2. Определяем время подачи поливной нормы на одной позиции

$$t_{noz} = \frac{m}{10 \cdot p_{cp}}, \text{ мин.}, \quad (5.2)$$

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

3. Сопоставляем среднюю интенсивность дождя с впитывающей способностью почвы. Для недопущения образования поверхностного стока и обеспечения хорошего качества полива необходимо, чтобы средняя интенсивность дождя не превышала скорость впитывания в конце полива.

Скорость впитывания определяем по формуле:

$$W_t = \frac{k_1}{\sqrt{t}}, \text{ м/ч}, \quad (5.3)$$

где  $K_1$  – скорость впитывания в конце первого часа;  
 $t$  – время от начала полива, в часах.

Расчет сводим в таблицу 5.2.

Таблица 5.2

**Расчет скорости впитывания**

Время от начала полива		t, ч	0,25	0,5	1	2	3	5	10
Скорость впитывания	$W_t = \frac{K_1}{\sqrt{t}}$	м/ч							
	$W'_t = W_t \cdot 16,7$	мм/мин							

По полученным данным построить график скорости впитывания, откладывая по оси абсцисс время  $t$  в минутах, по оси ординат  $W'_t$ :  $\frac{\text{мм}}{\text{мин.}}$

Зная  $P_{cp}$  и  $t_{noz}$ , нанести их (в тех же масштабах, что  $W'_t$  и  $t$ ) на график, сравнить  $W'_t$  и  $P_{cp}$  в момент  $t_{noz}$  и в записке сделать соответствующие выводы.

По данным таблицы строим график зависимости  $W=f(t)$ .

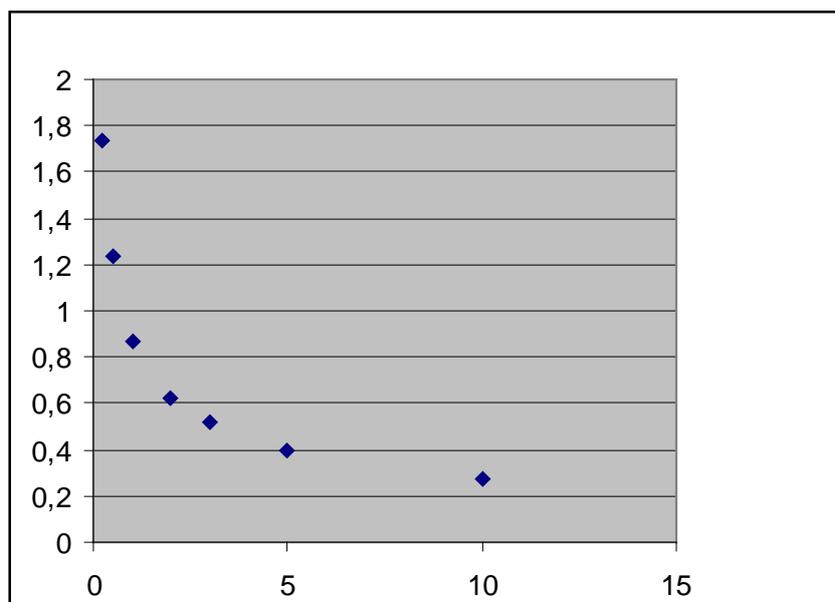


Рис. 5.1. График зависимости  $W=f(t)$

4. Определяем производительности дождевальных агрегатов:

$$\Omega_{\text{см}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{м}} t_{\text{см}} \beta_{\text{см}}}{m \kappa_{\text{у}}}, \text{га}; \quad (5.4)$$

суточную

$$\Omega_{\text{сут}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{м}} t_{\text{сут}} \beta_{\text{сут}}}{m \kappa_{\text{у}}}, \text{га}; \quad (5.5)$$

сезонную:

а) исходя из сезонной производительности за вегетационный период.

$$\Omega_{\text{сез}}^{\text{вег}} = \frac{86,4 \cdot Q_{\text{м}} T_{\text{вег}} \cdot c \beta_{\text{сез}}}{M_{\text{нт}}^{\text{ср.вз}} \kappa_{\text{у}}}, \text{га}; \quad (5.6)$$

б) исходя из условий полива всех культур севооборота за наиболее напряженный период  $T_{\text{напр}}$ :

$$\Omega_{\text{сез}}^{\text{напр}} = \Omega_{\text{сут}} \cdot T_{\text{напр}} \cdot \frac{\beta_{\text{сез}}}{\beta_{\text{сут}}}, \text{га} \quad (5.7)$$

За расчетное принимать меньшее из двух полученных значений.

Обозначения:  $Q_{\text{м}}$  – расход машины, л/с;  $t_{\text{см}}$  и  $t_{\text{сут}}$  – соответственно число часов работы машины в смену и в сутки ( $t_{\text{см}}=7, 10$  ч;  $t_{\text{сут}}=n_{\text{см}}t_{\text{см}}$ , где  $n_{\text{см}}$  – число смен; при  $t_{\text{см}}=7$  ч;  $n_{\text{см}}=3$ ; при  $t_{\text{см}}=10$  ч,  $n_{\text{см}}=2$ ).  $\beta_{\text{см}}$ ,  $\beta_{\text{сут}}$ ,  $\beta_{\text{сез}}$ , таблица 5.3;

$m$  – поливная норма,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;  $m$  принимать максимальную;  $T_{\text{вег}}$  – продолжительность вегетационного периода в сутки (принять условно 120 суток, позже уточнить по графику водоподачи).

$c = \frac{t_{\text{сут}}}{24}$ ;  $\kappa_{\text{у}}$  – коэффициент, учитывающий потери воды на испарение за время полива;  $\kappa_{\text{у}}=1,1-1,15$

$M_{нт}^{ср.вз}$  – средневзвешанная оросительная норма, м<sup>3</sup>/га:

$$M_{нт}^{ср.вз} = \frac{\alpha_1 M_1 + \alpha_2 M_2 + \dots + \alpha_n M_n}{100}, \text{ м}^3 / \text{га}, \quad (5.8)$$

где  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  - % данной культуры в севообороте;

$M_1, M_2, \dots, M_n$  – оросительные нормы этих культур, м<sup>3</sup>/га.

В курсовой работе коэффициент использования времени  $\beta_{см}, \beta_{сут}, \beta_{сез}$ , можно принять по таблице 5.3, более уточненные в соответствии с поливными нормами и модификациями машин.

Таблица 5.3

### Значения коэффициентов используемого рабочего времени

	«Волжанка»	«Днепр»	«Фрега» ДМ-454-100
$\beta_{см}$ ,	0,83	0,78	0,87
$\beta_{сут}$ ,	0,78	0,74	0,83
$\beta_{сез}$ ,	0,75	0,72	0,78
КЗИ	0,97	0,97	0,98

5. По сезонной минимальной производительности  $\Omega_{сез}^{min}$  определить число машин  $N_m$ , необходимых для полива заданной площади

$$N_m = \frac{F_{нт}^{с/о}}{\Omega_{сез}^{min}}, \quad (5.9)$$

где  $F_{нт}^{с/о} = \text{КЗИ} F_{бр}^{с/о}$ ;

$F_{бр}^{с/о}$  – площадь брутто севооборота, уточненная по параметрам машины.

КЗИ – принимать по таблице 5.3.

6. Определить число обслуживающего персонала  $n = N_m n_m$ ,

где  $n_m$  – число обслуживающего персонала на одну машину.

Проанализировав полученные данные, сделать вывод о целесообразности полива заданным дождевальным агрегатом.

## 6. Проектирование оросительной сети в плане

Схема закрытой оросительной сети должна быть оптимальной для каждого конкретного случая, обладать наиболее целесообразными технико-экономическими показателями: иметь наивыгоднейшие размеры трубопроводов, отвечать требованиям используемой техники полива и принятой организации возделывания сельскохозяйственных культур.

При выборе трассы трубопровода следует стремиться к тому, чтобы к нему был обеспечен свободный доступ как при строительстве, так и при эксплуатации гидромелиоративных систем. Число пересечений трубопровода с

железнодорожными линиями, шоссе и другими сооружениями должно быть по возможности минимальным.

Оросительная сеть должна быть запроектирована также с учетом необходимости ее полного опорожнения на зиму, для чего трубопроводы в вертикальной плоскости проектируют с уклоном не менее 0,001 сбросным колодецем. В отдельных случаях допускается уклон до 0,0005.

Для такого типа оросительных систем закрытую сеть обычно располагают по двум основным схемам: с односторонним и двусторонним расположением полевых трубопроводов по отношению к распределительному трубопроводу.

На участках, вытянутых вдоль источника орошения, полевые трубопроводы рекомендуется располагать по наибольшему 1, а распределительные трубопроводы — в направлении горизонталей, т.е. по односторонней схеме.

Наоборот, на участках, вытянутых в направлении от источников орошения, а также на участках с примерно равными сторонами, но с повышенными или пониженными отметками вдоль их середины чаще принимают двустороннюю схему.

Наиболее правильное решение при выборе схемы закрытой оросительной сети может быть принято в результате технико-экономического сравнения их вариантов.

Поскольку длина полевых трубопроводов определяет расстояние между распределительными трубопроводами, что влияет на удельную протяженность последних, следует стремиться к увеличению их длин.

Длина полевых трубопроводов может колебаться от 500 до 3000 м при условии обслуживания одним полевым трубопроводом, как правило, не более двух-трех полей севооборота.

Расстояние между полевыми трубопроводами определяются параметрами дождевальных машин.

При поливе дождевальными машинами типа ДДН расстояние между полевыми трубопроводами устанавливается соответственно технической характеристике машин (90, 100, 110, 120, 145 м).

При поливе дождевальными машинами «Волжанка», «Днепр» и др. расстояние между полевыми трубопроводами должно быть кратно принятой длине крыла. Рекомендуется проектировать полевые трубопроводы из условий двустороннего командования. В этом случае расстояние между ними определяется двойной длиной полосы увлажнения дождевальным устройством с одной позиции.

В продольном направлении первый полевой трубопровод и последний должны находиться от границы поля севооборота на расстоянии, равном половине расстояния между трубопроводами. В поперечном направлении первый и последний гидрант должны быть расположены на таком же расстоянии от границы, как и полевые трубопроводы.

Оросительная сеть проектируется с учетом обеспечения своевременной подачи воды для поливов расчетной обеспеченности.

Расположение оросительной сети в плане увязывают с рельефом местности, инженерно-геологическими условиями, принятыми способами полива и требованиями рациональной организации территории.

Выбор схемы расположения оросительной сети в плане зависит от местоположения источника орошения, рельефа участка, параметров и условий работы дождевальной машины.

Оросительная сеть при поливе дождеванием обычно устраивается закрытой. Закрытая оросительная сеть с механической подачей воды состоит из следующих элементов:

1) магистрального трубопровода, транспортирующего воду от места водозабора к орошаемому участку;

2) распределительного трубопровода, распределяющего воду между поливными трубопроводами, на которых расположены гидранты, из которых вода поступает в дождевальные машины.

Магистральный трубопровод желательно проектировать минимальной длины, с этим условием связан выбор водозабора на реке.

Распределительный трубопровод проектируют перпендикулярно магистральному, а поливной — перпендикулярно распределительному.

Перед началом проектирования необходимо определить границы орошаемого участка и разбить севооборот на поля. Размеры полей согласовываются с параметрами заданной дождевальной машины.

## 7. Основные расчеты оросительной сети

### 7.1. Установление расчетных расходов оросительной сети

При дождевании максимальный расчетный расход воды нетто любого участка трубопровода или канала равен сумме номинальных расходов воды дождевальных машин, получающих воду из рассматриваемого участка трубопровода или канала.

Расчетные расходы брутто определяют последовательно, переходя от первичных оросительных трубопроводов (полевых трубопроводов) или каналов (временных оросителей) к распределительному магистральному каналу следующим образом:

1. Расчетный расход временного оросителя  $Q_{ор}^{ор}$  равен расходу одной дождевальной машины  $Q_M$ , деленному на к.п.д. оросителя  $\eta_{ор}$ :

$$Q_{ор}^{ор} = \frac{Q_M}{\eta_{ор}} \text{ л/с} \quad (7.1)$$

2. Расчетный расход в голове полевого трубопровода  $Q_{пт}^{ор}$  равен сумме расходов одновременно работающих на нем дождевальных машин, деленному на к.п.д. полевого трубопровода  $\eta_{пт}$ :

$$Q_{пт}^{ор} = \frac{\sum Q_M}{\eta_{пт}} \text{ л/с} \quad (7.2)$$

3. Расчетный расход распределительного трубопровода равен сумме расходов одновременно получающих из него воду полевых трубопроводов в соответствии с планом водопользования и к.п.д. распределительного трубопровода:

$$Q_{\text{пт}}^{\text{ср}} = \frac{\sum Q_{\text{пт}}}{\eta_{\text{оп}}} \text{ л/с} \quad (7.3)$$

4. Расчетный расход магистрального канала или главного трубопровода определяют по формуле:

$$Q_{\text{мк(гт)}} = \frac{N_{\text{м}} \cdot Q_{\text{м}}}{\eta_{\text{сист}}} \text{ л/с}, \quad (7.4)$$

где  $N_{\text{м}}$  – количество машин, необходимых для полива данной площади;  
 $\eta_{\text{сист}}$  – к.п.д. оросительной сети.

В целом для всех звеньев оросительной системы можно принять следующие значения к.п.д.: для трубопроводов  $\eta_{\text{п.т.}} = 0,98$ ;  $\eta_{\text{р.т.}} = 0,99$ ;  $\eta_{\text{сист}} = 0,95$ .

## 7.2. Гидравлический расчет трубопроводов

Гидравлический расчет закрытой сети сводится к определению:

- а) диаметра трубопроводов;
- б) потерь напора;
- в) мощности насосной станции.

Используя значения расчетных расходов и оптимальные скорости движения воды в трубопроводах, рассчитываем предварительно их диаметры

$$d = 100 \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = 1130 \sqrt{\frac{Q}{V}}, \text{ мм}, \quad (7.5)$$

где  $Q$  – расчетный расход трубопровода, м<sup>3</sup>/с;

$V$  – оптимальная скорость движения воды в трубопроводе, м/с.

Величину оптимальной скорости в стальных трубах принимают 1,5-2,0 м/с, асбестоцементных – 1-1,5 м/с.

По ГОСТ находят ближайший диаметр трубопровода, но больший в сторону увеличения. В случае, если стандартный диаметр значительно отличается от рассчитанного, по принятому диаметру определяют скорость движения воды в трубопроводе и сравнивают ее с допустимой скоростью на заилнение. Фактическая скорость должна быть больше критической на заилнение ( $V_{\text{ф}} > V_{\text{з}}$ ).

$$V_{\text{ф}} = \frac{4Q}{\pi d_{\text{ст}}^2}, \text{ м/с}$$

где  $d_{\text{ст}}$  – действительный (стандартный) диаметр трубопровода, м.

Гидравлический расчет сводим в таблицу 7.1.

Таблица 7.1

**Сводная таблица гидравлических расчетов**

№ начала и конца участка	Наименование трубопровода или участка	Длина участка, м	Расход брутто, л/с	Скорость, м/с	Диаметр, мм	1000i	Потери напора по длине
1	2	3	4	5	6	7	8

Потери напора по длине труб определяются по таблице Ф.А.Шевелева или вычисляются по формуле:

$$h_l = \lambda \frac{V^2}{2g} \cdot \frac{l}{d}, \quad (7.8)$$

где  $h_l$  – потери напора, м;

$\lambda$  – коэффициент гидравлического сопротивления по длине;

$V$  – средняя скорость движения воды, м/с;

$g$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup> (9,81);

$l$  – длина расчетного участка трубы, м;

$d$  – внутренний диаметр трубы, м.

Значение коэффициента гидравлического сопротивления по длине  $\lambda$  можно принимать следующее:

для сварных и стальных труб – 0,020;

для бетонных и железобетонных труб – 0,022;

для асбестоцементных труб – 0,025;

Для асбестоцементных труб гидравлический коэффициент сопротивления можно определить по формуле Ф.А.Шевелева:

$$\lambda = \frac{0,011}{d^{0,19}} \left(1 + \frac{3,51}{V}\right)^{0,19} \quad (7.9)$$

Потери напора на единицу длины трубы (гидравлический уклон) равны:

$$i = \frac{h}{l} = \lambda \frac{V^2}{2dg} \quad (7.10)$$

Потери напора в разборных трубопроводах на трение по длине принимаются по данным таблицы 7.2.

Таблица 7.2

### Потери напора в быстроразборных трубопроводах

Расход воды, л/с	Потери напора на 100 м длины трубопровода							
	стальные трубы					алюминиевые трубы диаметр, мм		
	РТ-180	РТШ-180	РТШ-250	РТ-250	105	125	150	220
10	-	-	-	-	1,65	0,80	0,33	-
20	-	-	-	-	6,0	2,70	1,10	0,14
30	1,06	1,06	-	-	-	5,60	2,25	0,29
40	1,88		0,32		-	9,00	3,70	0,49
50	2,95		0,51		-	-	5,70	0,74
60	4,24		0,73		-	-	-	1,02
70	5,76		0,99		-	-	-	1,35
80	-		1,30		-	-	-	1,71
90	-		1,64		-	-	-	2,12
100	-		2,02		-	-	-	2,57
110	-		2,49		-	-	-	-
120	-		2,95		-	-	-	-
130	-		3,50		-	-	-	-

Потери напора в трубопроводах  $h_1$ , принимаемых в комплектах, с достаточной точностью можно определить по формуле:

$$h_1 = \frac{Q^2}{k^2} I, \quad (7.11)$$

где  $h_1$  – потери напора, м;

$Q$  – расход воды в трубопроводе, л/с;

$k$  – расходная характеристика трубопровода, определяемая по табл.7.3;

$I$  – длина трубопровода.

Таблица 7.3

### Расходные характеристики трубопроводов для асбоцементных и металлических труб

Диаметр трубопровода, мм		d, мм		d, мм	
50	90,5	141	22,65	228	2,928
70	551	150	31,8	230	3,075
75	788	170	61,8	235	3,457
90	2,07	175	72,2	250	4,84
100	3,65	181	86	270	7,24
110	6,03	189	1,08	279	8,24
119	9,15	190	1,11	290	10,59
125	12	200	1,47	300	12,78
130	14,66	210	1,855	350	2,913
135	17,93	225	2,761	400	5,936

Для металлических трубопроводов полученный диаметр следует увеличить на 5%.

Потери напора на местные сопротивления (при проходе воды через задвижки, при делении потока в тройниках, а в разборных трубопроводах из-за неровностей в стыках) могут быть приняты без расчета в размере 10% от суммы потерь напора по длине труб, как стационарных, так и разборных.

При необходимости суммарную величину местных потерь в стационарных трубопроводах можно уточнить расчетом.

7.3. Расчетный напор и потребная мощность насосной станции. Полный расчетный напор насосной станции определяют по формуле:

$$H_{\text{п}} = H_{\text{г}} + \sum h_{\text{л}} + \sum h_{\text{м}} + H_{\text{св}}, \text{ м}, \quad (7.12)$$

где  $H_{\text{г}}$  – геодезическая высота подъема (м), определяемая разностью отметок горизонта воды в водоисточнике и наиболее удаленным и высоко расположенным гидрантом;

$\sum h_{\text{л}}$  – потери напора на трение на расчетном участке по длине трубопровода, м;

$\sum h_{\text{м}}$  – потери напора на преодоление местных сопротивлений по длине трубопровода, м, обычно местные потери в оросительных трубопроводах составляют 5-10% от путевых, т.е.  $\sum h_{\text{м}} = (0,05 \text{ — } 0,10) \sum h_{\text{л}}$  ;

$H_{\text{св}}$  – свободный напор в гидранте в расчетной точке трубопровода, необходимый для обеспечения нормальной работы дождевальной машины или установки, м.

Свободный напор берется из технической характеристики дождевальной машины или установки.

Потребная мощность насосной станции равна:

$$N = \frac{\gamma Q H_{\text{п}}}{102 \eta_{\text{н}} \eta_{\text{д}}}, \quad (7.13)$$

где  $\gamma$  – объемная масса воды, т/ м<sup>3</sup>;

$Q$  – расчетный расход насосной станции, л/с;

$H_{\text{п}}$  – полный напор насосной станции, м;

$\eta_{\text{н}}$  – к.п.д. насоса, для центробежных насосов,  $\eta_{\text{н}} = 0,77\text{-}0,88$ ;

$\eta_{\text{д}}$  – к.п.д. двигателя,  $\eta_{\text{д}} = 0,80$ .

По расчетному расходу и напору воды подбирается насосно-силовое оборудование.

Тип насосной станции выбирают по результатам технико-экономических расчетов с учетом площади орошения, рельефа местности, высоты водоподачи и типа дождевальной машины. При поливе участков площадью до 150 га предпочтение отдается передвижным насосным станциям (навесным или прицепным); при поливе участков более 150 га – стационарным.

Характеристика наиболее распространенных передвижных насосных станций приведена в приложении 5.

Место водозабора для насосной станции целесообразно выбирать напротив середины орошаемого участка, а скважину лучше располагать в точке, командуемой над участком, так как при этом лучше можно разместить всю поливную сеть, облегчается ее эксплуатация.

При водозаборе с помощью передвижной насосной станции ее следует располагать как можно ближе к водоисточнику так, чтобы всасывающий трубопровод был короче и чтобы ось насоса располагалась над минимальным горизонтом в водоисточнике не более чем на 2-3 м. Глубина воды в месте водозабора должна быть не менее 0,7 м. Если в естественных условиях она меньше, то устраивается приямок – углубляют дно.

Диаметр и длина трубопровода от водоисточника до участка зависит от мощности насосной станции, расходов воды и создаваемого напора, а также от превышения участка относительно горизонта воды в водоисточнике.

Максимальная длина трубопровода  $L$  от насосной станции до наиболее удаленной точки на участке, где к трубопроводу подключают дождевальную машину, установку или гидрант для подачи воды в открытый ороситель, может быть определена по формуле:

$$L = \frac{H_{mc} - h_r - h_{гид}}{1,15i}, \text{ м}, \quad (7.14)$$

где  $H_{mc}$  – напор, создаваемый насосной станцией, определяют по характеристике насоса, м;

$h_r$  – превышение наиболее удаленной точки водозабора над горизонтом воды в водоисточнике, м;

$h_{гид}$  – требуемый напор на гидранте, м;

$i$  – потери напора на 1 м трубопровода;

1,15 – коэффициент запаса.

#### 7.4. Проектирование продольных профилей и поперечных сечений напорных трубопроводов

По трассе главного распределительного и полевого трубопроводов построить продольные профили, при помощи которых проектируется дно, уклон, увязываются трубопроводы между собой в вертикальной плоскости, намечаются сооружения, подсчитываются объемы работ.

Глубина подземной укладки трубчатой оросительной сети назначается в зависимости от материала труб, климатических (глубины промерзания грунта), инженерно-геологических, эксплуатационных условий и изменяется от 0,6 до 1,5-2 м. Минимальная глубина 0,6-0,8 м принимается из условий защиты труб от механических повреждений. При такой глубине заложения, во избежание замерзания и разрушения, необходимо обязательное опорожнение всех трубопроводов от воды до наступления зимних холодов.

Ширину траншеи назначают в зависимости от диаметра, материала труб, способа укладки и монтажа. Она должна быть на 0,3-1,2 м больше диаметра трубопровода. Минимальная ширина траншеи по условиям техники безопасности - 0,7 м.

Для полиэтиленовых труб, укладываемых в траншею плетями или секциями, ширина траншеи по дну, без учета запаса на крепление стенок, соответствует формуле:  $D_1 + 0,3$ , где  $D$  — диаметр труб, м. Минимальная ширина траншеи по дну (при необходимости спуска в них рабочих) составляет не менее 0,7 м.

Ширину траншеи для прокладки асбестоцементных трубопроводов принимают равной:  $D_1 + 0,5$  м (для труб диаметром до 300 мм) и  $D_1 + 0,7$  м (для труб более 300 мм), где  $D_1$  - наружный диаметр муфты.

Кроме этого, ширина траншеи должна соответствовать параметрам механизма, выполняющего эту траншею.

На продольных профилях необходимо показать линию пьезометрических напоров. Пьезометрический напор — это напор в любой точке трубопровода по отношению к поверхности земли в этой же точке

$$H_A = H_r + \sum h_1 + \sum h_m + H_0, \text{ м}, \quad (7.15)$$

где  $H_A$  — напор в месте изменения диаметра трубопровода, м;

$H_r$  — разность отметок оси насоса и поверхности земли в местах изменения диаметра, м;

$\sum h_1$  — потери по длине на данном участке, м;

$\sum h_m$  — сумма местных потерь ( $0,1 \sum h_1$ ), м;

$H_0$  — необходимый напор на гидранте.

## 8. Сооружения и арматура на закрытой оросительной сети

Для обеспечения нормальной работы закрытой оросительной сети предусматриваются следующие сооружения:

1) распределительные смотровые колодцы, предназначенные для регулирования подачи воды в отдельные полевые или оросительные трубопроводы с ручным или автоматизированным управлением, и располагаются в голове распределительных и поливных трубопроводов, а также по длине магистральных и распределительных трубопроводов через 1-2 км для возможности отключения на случай ремонта самостоятельных участков сети;

2) гидранты-водовыпуски для подачи воды в передвижные жесткие или гибкие трубопроводы, временные оросители или непосредственно в дождевальные машины. Располагаются гидранты-водовыпуски обычно на полевых трубопроводах. Расстояния между ними зависят от параметров и условий применения дождевальных и поливных устройств и принимаются от 18 м (при подаче воды в дождевальную установку «Волжанка») до 1144 м (при подаче воды в дождевальную установку «Фрегат»).

Гидранты оросительной сети должны выступать над поверхностью земли на 0,4-0,5 м и ограждаться железобетонными кольцами для предохранения их от повреждений;

3) сбросные колодцы для опорожнения зарытой сети на зимний период или в случае ремонта. Они размещаются в пониженных точках трассы трубопровода. От сбросного колодца, оборудованного задвижкой, проектируется сбросный трубопровод с уклоном не менее 0,005 для самотечного отвода воды в естественное понижение, осушительный открытый канал или, как исключение, в закрытый коллектор через ближайший смотровой колодец или специально устраиваемый для этой цели.

При невозможности самотечного опорожнения трубопроводов, как исключение, допускается опорожнение трубопроводов путем откачки воды передвижными насосами из специальных откачных колодцев, устраиваемых рядом со сбросными, или из гидрантов.

4) вантузы, предназначенные для выпуска воздуха из трубопроводов в процессе эксплуатации и при заполнении, а также выпуска при опорожении, устанавливаются в повышенных точках рельефа — на переломе профиля трубопровода и на тупиках, где сосредотачивается воздух. Обычно вантузы совмещают с водозаборными гидрантами;

5) устройства против гидравлического удара — предусматриваются на напорном трубопроводе за выходной задвижкой или обратным клапаном, а также через 2-3 км по длине трубопровода;

б) обратные приемные и поворотные клапаны для предотвращения обратного тока воды. Первые размещаются в начале всасывающего трубопровода, вторые применяют чаще всего на насосных станциях, чтобы воспрепятствовать обратному току воды через насос после его остановки.

## 9. Дорожная сеть

На топографическом плане намечается сеть полевых, хозяйственных и эксплуатационных дорог, а на участках, поливаемых дождевальными машинами ДДА-100, ДДН-100 и ДДН-70, показывается также сеть дорог, по которым должны передвигаться поливные машины.

Ширина земляного полотна хозяйственных дорог принимается не менее 5 м.

В записке отражают тип, конструкцию, протяженность и поперечное сечение дорог.

Конструкция поперечного профиля дорог должна обеспечить беспрепятственное движение транспорта в любое время сезона сельскохозяйственных дорог.

## 10. Объем работ по оросительной системе и стоимость запроектированных мероприятий

Для учета объема работ, количества необходимых сооружений и определения их стоимости составить ведомость по форме таблицы.

Таблица 10.1

### Стоимость запроектированных мероприятий

Наименование работ или сооружений	Единицы измерения	Количество	Стоимость, руб.	
			единицы	общая
1	2	3	4	5

## 11. Охрана окружающей среды и оценка воздействия принятых мероприятий на элементы биосферы

Все компоненты природной среды находятся в сложном взаимодействии между собой и с человеческим обществом. Воздействие человека на компоненты ландшафтов через строительство различных инженерных сооружений может быть очень значительным. По мере развития научно-технического прогресса воздействие человека на компоненты ландшафтов становится более разнообразным, мощность воздействия увеличивается.

При мелиоративном строительстве в сферу воздействия вовлекаются большие площади, глубина воздействия составляет 10...20 м и более. Изменения, происходящие в литосфере под влиянием гидротехнического и мелиоративного строительства, могут быть охарактеризованы как локальные, регионально-площадные.

Сложная и многоплановая взаимосвязь в природе делает обязательным анализ и прогноз возможных последствий хозяйственной деятельности. Особое внимание необходимо уделять вопросам охраны компонентов окружающей природной среды. В России во всех проектах мелиорации земель разрабатывают раздел «Охрана природы»; средства на эти цели составляют 10... 15% капиталовложений на мелиорацию земель.

Положительное влияние мелиорации огромно. Однако возможны отрицательные побочные эффекты влияния мелиорации земель на окружающую природную среду, вызванные отдельными ошибками, допускаемыми при проектировании, строительстве и эксплуатации мелиоративных объектов. К таким негативным эффектам можно отнести: усиление вымывания питательных веществ из почв в результате интенсификации промывного режима; усиление минерализации органического вещества почвы; изменения условий почвообразования, приводящее к изменению содержания и направления почвообразовательных процессов и, как результат, к образованию новых антропогенных почв; загрязнение водоемов и рек химическими и биологическими веществами.

ми, поступающими в них с дренажными водами; изменение гидрологической и гидрогеологической обстановки на сопредельных территориях.

Мелиорация – мощное средство изменения природных условий и среды обитания живого мира на больших территориях. Осуществление мелиорации связано с широкой системой регулирования стока как поверхностных, так и почвенно-грунтовых вод, оказывает влияние на его скорость, количество и форму. Мелиорации могут быть экологически безопасными тогда, когда они обоснованны, обеспечивают точное регулирование требуемых факторов и являются комплексными.

### **Библиографический список**

1. Воронцов, А. П. Рациональное природопользование: учеб. пособие / А. П. Воронцов. - Москва: ЭКМОС, 2000. - 303 с.
2. Заломнова, О. Н. Природопользование : учеб. пособие / О. Н. Заломнова, Ю. Л. Ткаченко. – Москва : МГИУ, 2006. - 143 с.
3. Колесников, С. И. Экологические основы природопользования : учеб. пособие / С. И. Колесников. – Москва ; Ростов-на-Дону : МарТ, 2005. - 332 с.
4. Рудский, В. В. Основы природопользования : учеб. пособие / В. В. Рудский, В. И. Стурман. – Москва : Аспект Пресс, 2007. - 269 с.
5. Зайдельман, Ф. Р. Мелиорация почв : учебник для вузов / Ф. Р. Зайдельман. – Москва : МГУ, 2003. - 248 с.
6. Сметанин, В. И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель : учеб. пособие для вузов по направлению «Мелиорация, рекультивация и охрана земель» / В. И. Сметанин. – Москва : Колос, 2003. - 94 с.
7. Шуравилин, А. В. Мелиорация : учеб. пособие / А. В. Шуравилин, А. И. Кибека. – Москва : ЭКМОС, 2006. - 943 с.
8. Шумаков, Б. Б. Мелиорация и водное хозяйство : справочник по направлению «Орошение» / Б. Б. Шумаков. – Москва : Колос, 1999. - 180 с.
9. Марков, Е. С. Практикум по сельскохозяйственным гидротехническим мелиорациям / Е. С. Марков. – Москва : Агропромиздат, 1986. - 367 с.

**Коэффициент биологической кривой суммарного испарения  $K_b$** 

$\sum t^{\circ}C$ от всходов	Культура						
	сахарная свекла	кукуруза	озимая пшеница	яровая пшеница	томаты	картофель	люцерна
0-100	0,28	-	0,53	0,27	-	0,23	0,60
100-200	0,29	0,23	0,53	0,30	0,23	0,27	0,52
200-300	0,30	0,25	0,53	0,33	0,30	0,32	0,42
300-400	0,32	0,27	0,52	0,36	0,33	0,36	0,44
400-500	0,33	0,29	0,51	0,39	0,36	0,40	0,46
500-600	0,35	0,30	0,50	0,41	0,39	0,41	0,48
600-700	0,36	0,31	0,49	0,44	0,43	0,44	0,52
700-800	0,37	0,34	0,47	0,46	0,46	0,46	0,54
800-900	0,38	0,36	0,45	0,47	0,50	0,47	0,52
900-1000	0,39	0,38	0,43	0,46	0,52	0,47	0,42
1000-1100	0,40	0,40	0,42	0,44	0,53	0,47	0,44
1100-1200	0,41	0,41	0,41	0,41	0,53	0,45	0,46
1200-1300	0,42	0,42	0,37	0,40	0,52	0,44	0,52
1300-1400	0,43	0,44	0,34	0,37	0,50	0,42	0,53
1400-1500	0,45	0,45	0,30	0,34	0,47	0,39	0,53
1500-1600	0,46	0,48	0,26	0,30	0,45	0,37	0,42
1600-1700	0,47	0,49	0,23	0,27	0,42	0,35	0,43
1700-1800	0,48	0,49	0,19	-	0,40	0,35	0,45
1800-1900	0,49	0,48	-	-	0,39	0,31	0,47
1900-2000	0,49	0,46	-	-	0,38	0,30	0,49
2000-2100	0,50	0,45	-	-	0,37	0,28	0,51
2100-2200	0,49	0,43	-	-	0,37	0,27	0,52
2200-2300	0,48	0,40	-	-	0,36	0,25	0,52
2300-2400	0,47	0,37	-	-	0,35	-	0,42
2400-2500	0,46	0,35	-	-	0,35	-	0,44
2500-2600	0,45	0,32	-	-	0,35	-	0,46
2600-2700	0,43	0,29	-	-	0,34	-	0,48
2700-2800	0,42	0,26	-	-	0,33	-	0,49
2800-2900	0,41	0,25	-	-	0,33	-	0,51
2900-3000	-	-	-	-	-	-	0,52
3000-3100	-	-	-	-	-	-	0,52
3100-3200	-	-	-	-	-	-	0,42
3200-3300	-	-	-	-	-	-	0,46
3300-3400	-	-	-	-	-	-	0,49
3400-3500	-	-	-	-	-	-	0,52

**Количество поливов при поливной норме 250-300 м<sup>3</sup>/г в годы различной засушливости (50% - средний год, 75% - средnezасушливый; 95% - остроzасушливый)**

Подзона	Область России	Капуста ранняя			Капуста поздняя			Картофель			Корнеплоды			Многолетние травы		
		50	75	95	50	75	95	50	75	95	50	75	95	50	75	95
Северная	Архангельская	1-2	2	2-3	2	3	4	1	2	3	1-2	2	3	2	3	4
	Мурманская	1	1-2	2	2	2-3	3	1	2	3	1-2	2	3	2	3	4
	Карельская	1-2	2-3	3	2-3	3	4-5	1	2	1	2	3	3	2	3-4	4
	Коми	1-2	2-3	3	2-3	3	4-5	1	2	3	2	3	3	2-3	3-4	4
Северо-Западная	Вологодская	2	2-3	3-4	3	4	5-6	1	1	3	2	2-3	4	3	4	5
	Кировская (зап)	2	2-3	3-4	3	4	5-6	1	1	3	2	2-3	4	3	4	5
	Ленинградская	2	2-3	3-4	3	4	5-6	1	1	3	2	2-3	4	3	4	5
	Новгородская	2	2-3	3-4	3	4	5-6	1	1	3	2	2-3	4	3	4	5
	Калининградская	2	2-3	3-4	4	4-5	6	1	2	3-4	2	3	4-5	3-4	5	5-6
Восточная	Кировская (вос)	2	2-3	3	3-4	5	7	3	4	7	3	4-5	7-8	4	5	9-10
	Свердловская	2-3	3	4	4-5	6	7	3	4	5	4	5	6-7	4-5	6	8-9
	Горьковская вос.	3	4	5	4	5	7-8	3-4	4	7-8	3-4	5	8-9	4	6	10
Центральная	Калининская	2	3-4	5	4	5	7	2	3	4-5	2	3	4-5	3	4	7-8
	Смоленская	2	3-4	5	4	5	7	2	3	4-5	2	3	5	3	4	8
	Ярославская	2	3-4	5	4	5	7	2	3	5-6	2-3	4	4	3	4-5	8
	Московская	3	3-4	5	4	5	7-8	2-3	4	5	2-3	4	6-7	3-4	5	8-9
	Костромская	3	3-4	5	4	5	8-9	2-3	4	6	2-3	4	7	3	4-5	8
	Рязанская сев.	3	4	5	4-5	6	9	4	5	7	4	5	9	5	6-7	9-10
	Горьковская зап.	3	4	5	4-5	6	7	4	4-5	8	4	6	9	5	7	10-11
		3	3-4	4-5	3	4-5	8	2	4	7	3	5	8-9	4	5	10

### Сводная техническая характеристика некоторых дождевальных устройств

Показатели	Ед. изм.	Тип насадок					
		дальне-струйные	среднеструйные				коротко-струйные
			ДДН-100	«Фрегат»	«Волжанка»	КИ-50 «Радуга»	
1	2	3	4	5	6	7	8
Расход, л/с	л/с	100	50-100	62,6 двух крыль- ев	40	119	130
Напор на гидранте или в насосе агрегата	м	85	50-65	35-40	30-50	43	37
Радиус разбрызгивания	м	85	25-30	12-15	25-30	30	10
Длина одного крыла	м	-	335,1-454,5	до 395,8	128	448	110,3
Количество крыльев	шт.	-	1	2	4	1	2
Длина полосы увлажнения с одной позиции (с учетом перекрытия)	м	-	335,1-454,5	до 400	146	460	120
Ширина полосы увлажнения с одной позиции (с учетом перекрытия)	м	150	В среднем 40	18	36,5	54	16
Расстояние между смежными позициями или гидрантами	м	75	670-909	18	36,5	54	Длина бьефа, м
Расстояние между оросителями или трубопроводами	м	(1,42-1,5)	670-909	до 800	922	920	120

Коэффициент использования времени при поливе		0,85 0,80 0,70	0,82-0,93 0,96 0,74	0,70 0,90 0,85 0,85	0,80 0,75 0,65	0,80-0,85 0,85 0,86	0,85 0,80 0,73
Средняя производительность	га	90-110	72-140	60-80	50	110-120	100-150
Допустимые уклоны местности		Вдоль оросителя 0,003	0,02	0,02	0,05	0,05	Вдоль оросителя 0,003
Высота дождевального трубопровода над землей	м	-	2,2	0,85	-	-	1,5-4,8
Характеристика работы агрегата и условия водозабора		ПЭС или ПОС	ДЭС или буровая скважина	ПЭС	ПЭС	ПЭС	ДОС
Ориентировочная стоимость	руб.	1500	До 18000-14200	10000	14430 с насосной станцией	22000	6500

**Трубы асбестоцементные ГОСТ 539-65 (размеры в мм)**

Условный проход труб	Внутренний диаметр		Наружный диаметры				Длины трубы
	BT-3 BT-6 BT-9	BT-12	BT-3	BT-6	BT-9	BT-12	
50	50	-	68	68	68	-	2950
75	75	-	93	93	93	-	2950
100	100	-	118	118	122	-	2950
125	119	-	137	139	143	-	2950 и 3950
150	141	135	161	163	169	169	2950 и 3950
200	189	181	209	217	221	224	3950
250	135	228	259	265	273	274	3950
300	279	270	305	314	325	325	3950
350	322	312	352	361	376	376	3950
400	368	366	402	414	428	428	3950
500	456	441	498	511	523	523	3950

**Трубы стальные электросварные ГОСТ 10704-63 (размеры в мм)**

Условный проход	Внутренний диаметр	Наружный диаметр	Толщина стенки	Масса 1 м трубы, кг
100	114	121	3,0	8,21
125	133	140	3,0	10,13
150	158	168	4,5	18,14
200	210	219	4,5	23,8
250	260	273	6,0	39,51
300	311	325	7,0	54,89
350	363	377	7,0	63,87
400	414	426	7,0	73,41
450	466	480	7,0	82,87
500	516	530	7,0	91,63
600	616	630	7,0	109,1
700	706	720	7,0	124,9
800	804	820	8,0	162,6
900	907	920	8,0	182,6
1000	1004	1020	8,0	202,6
1200	1202	1220	9,0	268,8
1400	1400	1420	10,0	347,7
1600	1600	1620	10,0	397,1

## Техническая характеристика передвижных насосных станций

Марка	Подача, л/с	Напор, м	Высота всасывания, м	Двигатель или трактор	Мощность двигателя, кВт	Марка насоса	Частота вращения вала насоса, об/м	Стоимость, руб.	Рекомен. для подачи в сеть дождевал. машины
СНП-25/60	20-39	75-45	2,9	Д-37Е	3,7	4К-6	2650	1490	У
СНП-50/80	28-148	95-28	3,0	А-41Б	66	Двух-колесный центробежный	1750	3190	1-У1
СНП-75/100	50-200	110-38	3,0	ЯАЗ-М206А	118		1700	4500	1-У1
СНП-100/80	75-110	92-76	3,0	ЯАЗ-М206А	118	Д320-50(6НДв)	1850	4000	У,У1
СНП-120/30	80-175	39/23	3,0	Я-41Б	66	9К-14	1750	3000	2
ДНУ-120/70	80-125	74-68	3,0	К-272	ЦНД 430-70	1500			
СНП-240/30	160-340	28-16	3,0	А-01МБ	85	14К-13	1100	5500	
СНПЭ-120/30	90-160	32-21	3,0	Эл. привод А02-82-4	55	9К-14	1480	3985	
СНПЭ-100/100	90-135	98-85	3,0	А03-315-443	160	8К-16	1485		
СНПЭ-240/30	170-360	33-21	3,0	А03-350-6	125	14К-13	985	7015	
Навесные насосные станции									
СНП-500/80	40-70	93-70	3	Т-4А	95	Моделировки с 4К-62295	2020		
СНП-75/40А	35-130	57-20	2,1	ДТ-75М	66	6К-13	2160	860	

## Содержание

1. Естественно-историческая характеристика объекта .....	4
2. Выбор способа орошения.....	5
3. Оценка пригодности воды для полива и её влияние на почву.....	5
4. Режим орошения культур.....	7
5. Выбор типа дождевальных машин и расчет полива дождеванием .....	15
6. Проектирование оросительной сети в плане .....	20
7. Основные расчеты оросительной сети .....	22
8. Сооружения и арматура на закрытой оросительной сети .....	28
9. Дорожная сеть .....	29
10. Объемы работ по оросительной системе и стоимость запроектированных мероприятий .....	30
11. Охрана окружающей среды и оценка воздействия принятых мероприятий на элементы биосферы.....	30
Библиографический список .....	31
Приложения .....	32



---

Подписано в печать 22.12.2014.	Усл. печ. л. 2,4	Тираж	экз.
Печать офсетная.	Бумага писчая.	Заказ №	_____.

---

Отпечатано: РИО ВоГУ, г. Вологда, ул. С. Орлова, 6