

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

А.Ж. КАЛИЕВ

# **ИНЖЕНЕРНОЕ ОБУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И  
КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ ПО МЕЛИОРАЦИИ И ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ  
ОРГАНИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИИ

Рекомендовано Ученым советом государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности «Городской кадастр»

Оренбург 2005

УДК 711 (07)  
ББК 85.118 я 7  
К 17

Рецензент  
доктор технических наук, профессор С.Б. Колоколов

**Калиев А.Ж**  
К 17 **Инженерное обустройство территории [Текст]: учебное пособие к выполнению лабораторных работ и курсовых проектов по мелиорации и противоэрозионной территории / А.Ж. Калиев. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005 – 110 с.**

ISBN

В пособии изложены три взаимосвязанных по инженерному обустройству территории: проектирования оросительных и осушительно-увлажнительных систем, противоэрозионная организация территории

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению 120000 «Геодезия и землеустройство» по специальности 120303 «Городской кадастр» при изучении дисциплины «Инженерное обустройство территории» для выполнения лабораторных работ и курсовых проектов

К 4902030000

ББК 85.118я7

ISBN

© Калиев А.Ж., 2005  
© ИПК ГОУ ОГУ, 2005

## Введение

Учебное пособие к выполнению лабораторных работ и курсовых проектов для студентов, обучающихся по направлению 120000 «Геодезия и землеустройство», составлено на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и требований к уровню подготовки выпускников по специальности 120303 «Городской кадастр», оно определяет состав, содержание, последовательность и способы выполнения лабораторных работ, порядок разработки курсового проекта по дисциплине «Инженерное обустройство территории».

Предлагаемые работы наряду с другими видами учебных занятий являются очень важной формой закрепления, углубления и обобщения теоретического материала, изучаемого студентом по данной дисциплине.

Курсовой проект помогает овладеть методом самостоятельного проектирования и привить навыки в использовании различной литературы, справочников, а также дает возможность студенту научиться теоретически решать технические вопросы, например: размещение внутрихозяйственной сети в плане, техники полива, регулирующих сооружений и др.

Структура учебного пособия:

- 1) проектирование водохранилища;
- 2) проектирование оросительной системы;
- 3) гидротехническая часть;
- 4) технико-экономические расчеты;
- 5) противоэрозионная организация территории землепользования;
- 6) проектирование осушительно-увлажнительной системы;
- 7) литература, рекомендуемая для изучения тем.

Все работы по составлению курсового проекта по инженерному обустройству территории выполняются студентом на основании заданий на проектирование, выдаваемых преподавателями кафедры городского кадастра.

Для выполнения лабораторных работ и разработки курсового проекта студенту предоставляются:

- план местности в масштабе 1:10 000;
- данные, характеризующие природно-климатические условия зоны размещения указанных объектов;
- справочно-нормативные материалы и данные, необходимые для составления курсового проекта.

В процессе курсового проектирования студент изучает специальную рекомендуемую литературу.

Курсовой проект оформляется в виде пояснительной записки, написанной аккуратно и разборчиво или машинописным текстом на бумаге формата А4, и приложенных к ней чертежей.

В пояснительной записке излагаются все разделы проекта с обоснованием принятых решений.

Обоснования могут быть в виде расчетов, ссылок на литературу и изложения мотивов, побудивших принять то или иное решение.

Перечень вопросов, подлежащих проработке в курсовом проекте:

- назначение проектируемого участка и его местоположения;
- плановое расположение земляной плотины и оси водосбросного аварийного канала;
- определение площади водосбора и объема возможного притока воды в водохранилище;
- определение емкости чаши водохранилища и построение интегральных кривых;
- составление продольного профиля и поперечного сечения плотины;
- определение полезного объема воды в водохранилище и его оросительной способности;
- подсчет объемов земляных работ по устройству плотины;
- проектирование магистрального, напорного трубопроводов (канала) на плане в масштабе 1:10 000 с одновременным установлением размеров и расположения поливного участка;
- плановое расположение оросительных трубопроводов (временных оросителей) и распределительного трубопровода на всем участке и с нанесением схемы работы поливного агрегата (выводных и поливных борозд);
- определение площадей орошения нетто и брутто;
- составление продольного профиля магистрального трубопровода (канала);
- определение поперечного сечения трубопровода (канала);
- установление глубины траншеи трубопровода, отметок дна и дамбы канала;
- установление расчетных расходов нетто и брутто оросительной системы;
- плановое расположение полевых и эксплуатационных дорог и лесонасаждений;
- сооружения на оросительной, водосбросной и дорожной сети;
- технико-экономические расчеты.

К курсовому проекту прилагаются следующие чертежи:

- 1) проект водохранилища, оросительной системы, дорог, лесополос и сооружений на ней в масштабе 1:10 000;
- 2) интегральные кривые зависимости площади зеркала и емкости водохранилища от наполнения;
- 3) продольный профиль по оси земляной плотины;
- 4) поперечное сечение плотины;
- 5) продольный профиль по трассе напорного трубопровода (магистрального канала).

Выполненный проект сдается на кафедру для рецензирования. Защита курсового проекта студентом производится по расписанию на кафедре.

Цель защиты – установить, насколько студент овладел основными принципами проектирования, а также умение защищать принятые в проекте решения.

Задание и план местности для выполнения курсового проекта выдается студенту на кафедре.

# 1 Проектирование водохранилища

## 1.1 Выбор места под плотину и чашу водохранилища

Водоём нужно располагать в таком месте, в которое не могут притекать сточные воды населенных пунктов и других загрязненных мест. Лучше всего водоём располагать выше населённого пункта.

Берега чаши водохранилища не должны быть крутыми, но и сильно пологими. Крутые берега быстро размываются, что приводит к заилению пруда. При пологих берегах значительная площадь водоёма будет покрыта неглубоким слоем воды, что благоприятствует быстрому зарастанию водоёма и большой потере воды на испарение и фильтрацию.

Берега и ложе водохранилища должны состоять из водонепроницаемых грунтов - глин или суглинков.

Плотину лучше располагать в суженной части балки, причем желательно, чтобы выше плотины балка была широкой и глубокой. Это позволит накапливать большой объём воды в водохранилище при выполнении небольшого объема земляных работ. Не следует выбирать место под плотину с отвесными и обрывистыми берегами, так как в процессе осадки тела плотины между коренными берегами и плотиной может образоваться трещина, по которой будет просачиваться вода, что приведёт к размыву плотины.

В основании плотины должны залегать водонепроницаемые грунты, желательно на глубине не более 1,5...2,0 м от поверхности земли. Нельзя выбирать место под строительство плотины там, где имеются выходы грунтовых (родниковых) вод.

Одновременно с выбором места под плотину решается вопрос об устройстве водосбросного аварийного канала, который является обязательным сооружением при строительстве плотины.

Плотину нужно располагать в таком месте, чтобы водосборная площадь была достаточной для заполнения водохранилища.

Границы водосборной площади ( $F$ ) проходят по двухскатным водораздельным точкам поверхности земли.

Величина водосборной площади принимается из задания.

## 1.2 Определение возможного притока воды в водохранилище

Возможный годовой объём притока воды в водохранилище на год 50 % обеспеченности стоком  $S_{50\%}$ ,  $\text{м}^3$ , определяется по формуле:

$$S_{50\%} = N_{50\%} \cdot F \cdot K, \quad (1)$$

где  $N_{50\%}$  – норма стока в  $\text{м}^3$  с  $\text{км}^2$ ;

$F$  – площадь водосбора в  $\text{км}^2$ ;

$K$  – модульный коэффициент стока 50 % расчетной обеспеченности, принимается равным от 0,75...0,95.

Норма стока ( $N_{50\%}$ ) принимается по картам зонального районирования гидрологических расчетов. По Оренбургской области норма стока изменяется в пределах от 20 000...30 000 м<sup>3</sup> с км<sup>2</sup> в восточных районах и до 60 000...90 000 м<sup>3</sup> с км<sup>2</sup> в северных, центральных и западных районах.

Для выполнения курсового проекта по проектированию оросительной системы на местном стоке норма стока и коэффициент принимаются по заданию.

Для курсового проекта за расчетный год принимаем год 50 % обеспеченности, при условии наполнения водохранилища стоком воды пятьдесят раз из ста лет (условно).

### 1.3 Определение емкости чаши водохранилища

Объем воды, который может вместить чаша водохранилища, определяется по плану в горизонталях. Емкость чаши водохранилища состоит как бы из нескольких объемов, отсекаемых горизонталями (рисунок 1), поэтому она определяется по каждой горизонтали.

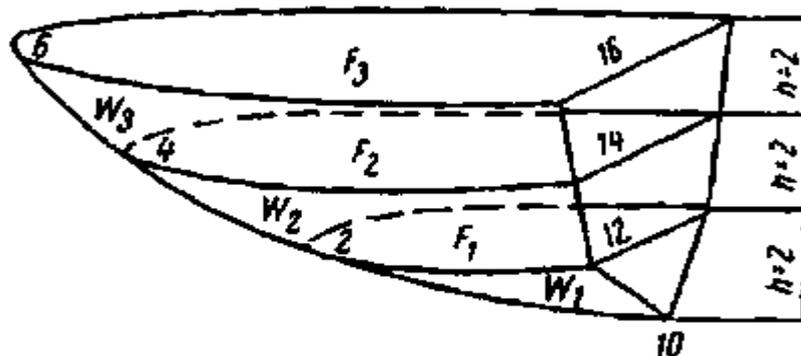


Рисунок 1 – Схема определения объема водохранилища

Для этого вычисляют площади ( $F$ , м<sup>2</sup>), ограниченные каждой горизонталью и створом плотины (также по клетке-палетке, как и водосборную площадь, но в масштабе - 1:10 000) (рисунок 2), затем определяют объем воды, заключенный между двумя соседними горизонталями.

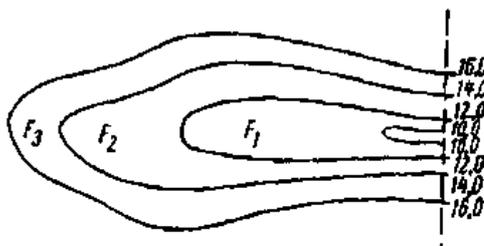


Рисунок 2 – Площади зеркал водохранилища

Вычисления начинают с нижней горизонтали. Объем отсекаемый нижней горизонталью  $W_n, \text{ м}^3$ , будет равен:

$$W_n = 1/3 \cdot F_1 \cdot h, \quad (2)$$

где  $F_1$  – площадь зеркала по нижней горизонтали,  $\text{ м}^2$ ;  
 $h$  – сечение между горизонталями рельефа местности, м.

Все остальные объемы воды, заключенные между горизонталями, определяются по средней площади соседних горизонталей. Так, объем, заключенный между нижней и второй (соседней) горизонталью  $W, \text{ м}^3$ , будет равен:

$$W = \frac{F_1 + F_2}{2} \cdot h, \quad (3)$$

между второй и третьей горизонталью  $W_3, \text{ м}^3$ , будет равен:

$$W = \frac{F_2 + F_3}{2} \cdot h, \quad (4)$$

В общем, виде  $W_n, \text{ м}^3$ , можно записать:

$$W_n = \frac{F_n + F_{n+1}}{2} \cdot h, \quad (5)$$

где  $F_n$  – площади зеркал двух соседних горизонталей;

Расчет сводится в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчет емкости чаши водохранилища

Наименование горизонталей (отметки)	Площадь по одной данной горизонтали $F, \text{ м}^2$	Средняя площадь между двумя горизонталями, $F_{\text{ср}}, \text{ м}^2$	Сечение горизонталей, $h, \text{ м}$	Объем воды между соседними горизонталями, $W_{\text{ср}}, \text{ м}^3$	Объем до данной горизонтали, $W, \text{ м}^3$
1	2	3	4	5	6

Сумма чисел графы пять или последнее число в графе шесть показывает, какой объем воды может вместить чаша водохранилища при данных топографических условиях.

Полученную емкость водохранилища ( $W$ ) необходимо сравнить с объемом возможного притока воды в водоем ( $S_{50\%}$ ). При этом могут быть два случая:

- когда объем притока воды в водоем ( $S_{50\%}$ ) больше емкости чаши водохранилища ( $W$ ). В этом случае общий объем пруда будет равен емкости чаши водохранилища ( $W_{\text{общ}}$ );

- когда объем притока воды в водоем ( $S_{50\%}$ ) меньше емкости чаши водохранилища ( $W$ ), тогда общий объем пруда будет равен объему возможного притока воды ( $S_{50\%}$ ), и в дальнейшем он принимается за расчетный.

Для более точного определения расчетного горизонта воды в водохранилище (НПГ) производится построение интегральных кривых площади зеркала и емкости водохранилища.

#### 1.4 Построение интегральных кривых площади зеркала и емкости водохранилища

Интегральные кривые необходимо иметь для производства дальнейших расчетов. Выполняются они по данным таблицы 1. На оси ординат наносятся наименование горизонталей (отметки), а на оси абсцисс – шкала объемов и шкала площадей. Масштаб выбирается произвольный. Для построения кривой из таблицы 1 по каждой горизонтали выбираются соответствующие им значения площади горизонтали (графа 3) и объем до данной горизонтали (графа 7), и точки наносятся на график (рисунок 3).

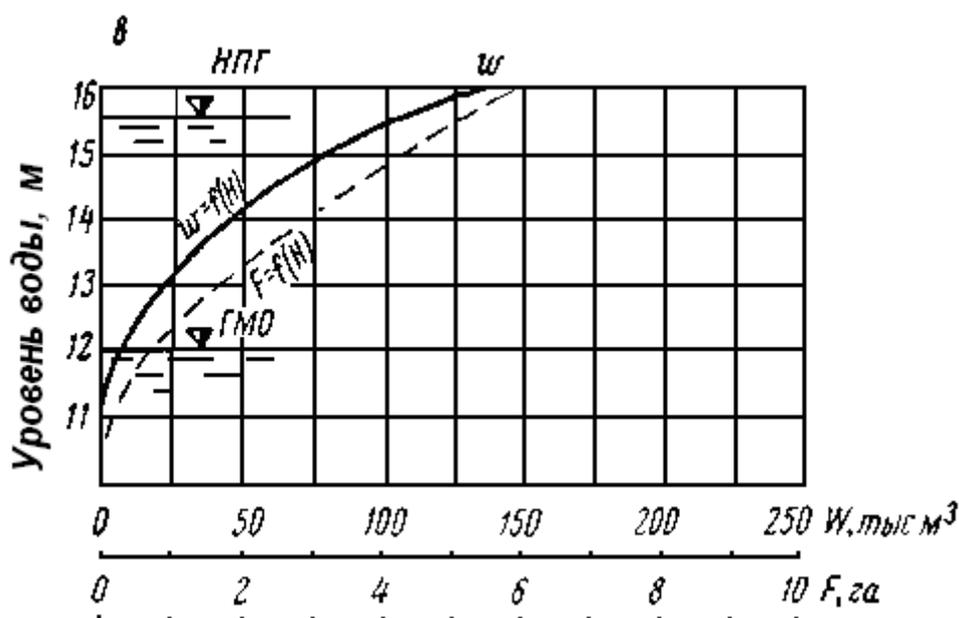


Рисунок 3 – Топографические характеристики водохранилища

Соединяя плавной кривой нанесенные точки, получим интегральные кривые площади и объема водохранилища. Кривые  $W=f(H)$  и  $F=f(H)$  показывают, как изменяется объем и площадь водохранилища в зависимости от глубины пруда.

Откладывая на шкале емкости водохранилища объем возможного притока воды в пруд, определяем расчетный нормально-подпертый уровень (НПУ).

## 1.5 Определение полезного объема пруда

При водохозяйственных расчетах ориентироваться на использование полного объема пруда нельзя, так как за летний период значительное количество воды будет потеряно на испарение и фильтрацию.

При весеннем наполнении пруда вода, притекаемая в водоем, содержит большое количество наносов, которые затем оседают на дно пруда и уменьшают его объем. Это вызывает необходимость не реже одного раза в 15...20 лет производить чистку пруда. Кроме того, в пруде постоянно находится некоторый объем воды, чтобы водохранилище в летне-осенний период не пересыхало, а в зимний – не промерзло.

В пруде должен всегда находиться объем воды, необходимый для жизни рыб. Слой воды в пруде (помимо наносов) должен быть не менее 1,5...2,0 м. Объем воды (отвечающий этому слою) и расчетный объем заилиения называется мертвым объемом пруда.

Таким образом, общий объем пруда  $W_{\text{общ}}$ ,  $\text{м}^3$ , может быть определен так:

$$W_{\text{общ}} = W_{\text{полезн}} + W_{\text{м.о.}} + W_{\text{исп}} + W_{\text{ф}}, \quad (6)$$

где  $W_{\text{полезн}}$  – полезный объем пруда,  $\text{м}^3$ ;

$W_{\text{м.о.}}$  – мертвый объем пруда,  $\text{м}^3$ ;

$W_{\text{исп}}$  – объем испарения,  $\text{м}^3$ ;

$W_{\text{ф}}$  – объем фильтрации,  $\text{м}^3$ .

### 1.5.1 Определение мертвого объема

Мертвый объем, как отмечалось выше, состоит из объема наносов, которые накапливаются в пруде за период между чистками пруда и объема воды, соответствующего слою 1,5...2,0 м.

Объем наносов  $W_{\text{нан}}$ ,  $\text{м}^3$ , определяют по формуле:

$$W_{\text{нан}} = \frac{S_{50\%} \cdot \text{м} \cdot \text{т}}{1000 \cdot \Gamma}, \quad (7)$$

где  $\mu$  – мутность воды, притекаемой в водоем (количество килограммов наносов, содержащихся в каждом кубическом метре воды), равняется 1,6...2,0 кг/м<sup>3</sup>;

$t$  – период между чистками пруда (15...20 лет);

$\gamma$  – объемная масса наносов 1,3...1,5 т/м<sup>3</sup>.

Полученный по формуле объем наносов откладывается на шкале объемов интегральной кривой и проводится линия до пересечения с кривой объемов. От точки пересечения проводят горизонтальную линию на шкале отметок, на которой находят глубину возможного заиления пруда наносами за  $t$  лет.

К отметке наносов (рисунок 3) добавляют 1,5...2,0 м и получают отметку мертвого объема пруда. Зная отметку мертвого объема пруда, пользуясь интегральной кривой объема пруда, определяют мертвый объем ( $W_{м.о.}$ ).

### 1.5.2 Определение объема испарения и объема фильтрации

Для определения объема испаряющейся воды необходимо знать слой испарившейся воды и площадь, с которой происходит испарение. Тогда объем испарения  $W_{исп}$ , м<sup>3</sup>, будет равен:

$$W_{исп} = F_{исп} \cdot h_{исп} \quad (8)$$

где  $F_{исп}$  – площадь испарения, м<sup>2</sup>;

$h_{исп}$  – слой испарения, м.

Слой испарившейся воды  $h_{исп}$ , мм, может быть определен по формуле И.В. Тихомирова:

$$h_{исп} = D \cdot (15 + 3 \cdot v), \quad (9)$$

где  $D$  – дефицит влажности воздуха, мб;

$v$  – скорость ветра, м/с.

Для курсового проектирования дефицит влажности воздуха ( $D$ ) в среднем за период может быть принят в пределах 8...12 мб. Скорость ветра в пределах 5...7 м/с.

Площадь испарения в течение всего периода будет изменяться: весной она будет равна площади при полной емкости пруда, а осенью – площади при мертвом объеме пруда.

За расчетную принимают среднюю площадь, которая определяется по отметке площади испарения.

Отметка площади испарения  $\nabla F_{исп}$ , м, равна:

$$\nabla F_{\text{исп}} = \frac{\nabla \text{НПГ} + \nabla \text{ГМО}}{2}, \quad (10)$$

где  $\nabla \text{НПГ}$  – отметка наивысшего подпертого горизонта воды в пруде;  
 $\nabla \text{ГМО}$  – отметка горизонта мертвого объема.

$\nabla \text{НПГ}$  и  $\nabla \text{ГМО}$  берутся по интегральной кривой (рисунок 3) по шкале отметок. По отметке испарения, пользуясь кривой площади зеркала водохранилища  $F=f(H)$  (рисунок 3), находим площадь испарения  $F_{\text{исп}}$ . Объем испарившейся воды определяют по формуле (8).

Объем воды, который теряется на фильтрацию, будет зависеть от свойств грунтов, подстилающих ложе водохранилища.

Если берега и дно оврага образованы водонепроницаемыми грунтами (глины, тяжелые суглинки), то объем воды на фильтрацию принимается равным 5...10 % от общего объема пруда, при слабопроницаемых грунтах 10...15 %.

Таким образом, полезный объем пруда  $W_{\text{полезн}}$ ,  $\text{м}^3$ , будет равен:

$$W_{\text{полезн}} = W_{\text{общ}} - (W_{\text{исп}} + W_{\text{ф}} + W_{\text{мо}}), \quad (11)$$

где  $W_{\text{общ}}$  – общий объем воды в пруде,  $\text{м}^3$ .

## 1.6 Проектирование плотины

Земляная плотина представляет собой хорошо утрамбованную насыпь, выполненную из слабопроницаемого грунта. Лучшим материалом для насыпи плотины являются суглинистые и супесчаные грунты с содержанием в них 50...60 % песка. На рисунке 4 показан поперечный разрез плотины с замком.

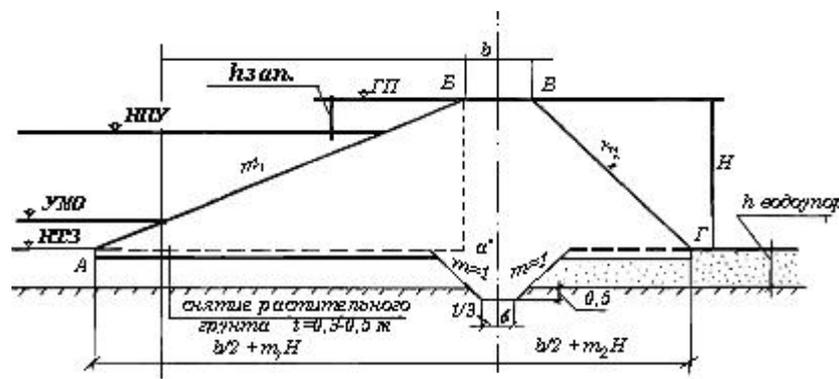


Рисунок 4 – Поперечное сечение земляной плотины

### Определение размеров элементов плотины

Отметка гребня плотины (ГП) должна быть больше, чем уровень воды перед плотинной (НПУ) не менее, чем на 1,0 м ( $h_{\text{зап}}$ ).

Величина сухого запаса гребня плотины над расчетным горизонтом (НПГ)  $h_{\text{зап}}$ , м, определяется по формуле:

$$h_{\text{зап}} = (0,7 \dots 0,5) + h_{\text{волны}} \quad (12)$$

где  $h_{\text{волны}}$  – высота разгона волны, м, определяемая по формуле В.А. Замарина:

$$h_{\text{волны}} = 0,5 + 0,1 \cdot L \quad (13)$$

$L$  – длина разгона волны, которая определяется по наибольшему измерению диагонали зеркала пруда, км.

Ширина плотины по гребню (БВ) принимается как для проезжей, при небольшом движении автотранспорта, равной 4...5 м по заданию.

Откосы плотины зависят от свойств грунта, из которого выполняется плотина. Верховой откос (АБ), то есть обращенный к воде, обычно принимают с коэффициентом заложения  $m_1 = 4,0 \dots 7,5$ . Это значит, что ширина основания под этим откосом ( $Aa'$ ) в 4,0...7,5 раза больше высоты плотины ( $a'B$ ). Низовой откос обычно делают с заложением  $m_2 = 2,0$ .

Ширина плотины у основания (АГ)  $B$ , м, определяется по формуле:

$$B = b + H_{\text{max}} \cdot (m_1 + m_2), \quad (14)$$

где  $b$  – ширина плотины по гребню, м;

$H_{\text{max}}$  – высота плотины, м;

Если под основанием плотины водопроницаемые грунты залегают на некоторой глубине, то в этом случае, чтобы уменьшить фильтрацию воды под плотинной прибегают к устройству глиняного замка. Глубина замка определяется из условия, чтобы он врезался в водонепроницаемый слой на 0,5...0,7 м. Ширина замка по дну принимается равной 1/3 ширины по гребню, то есть 1,5 м. Стенки замка выполняются с заложением откосов  $m = 1,5 \dots 1,0$ .

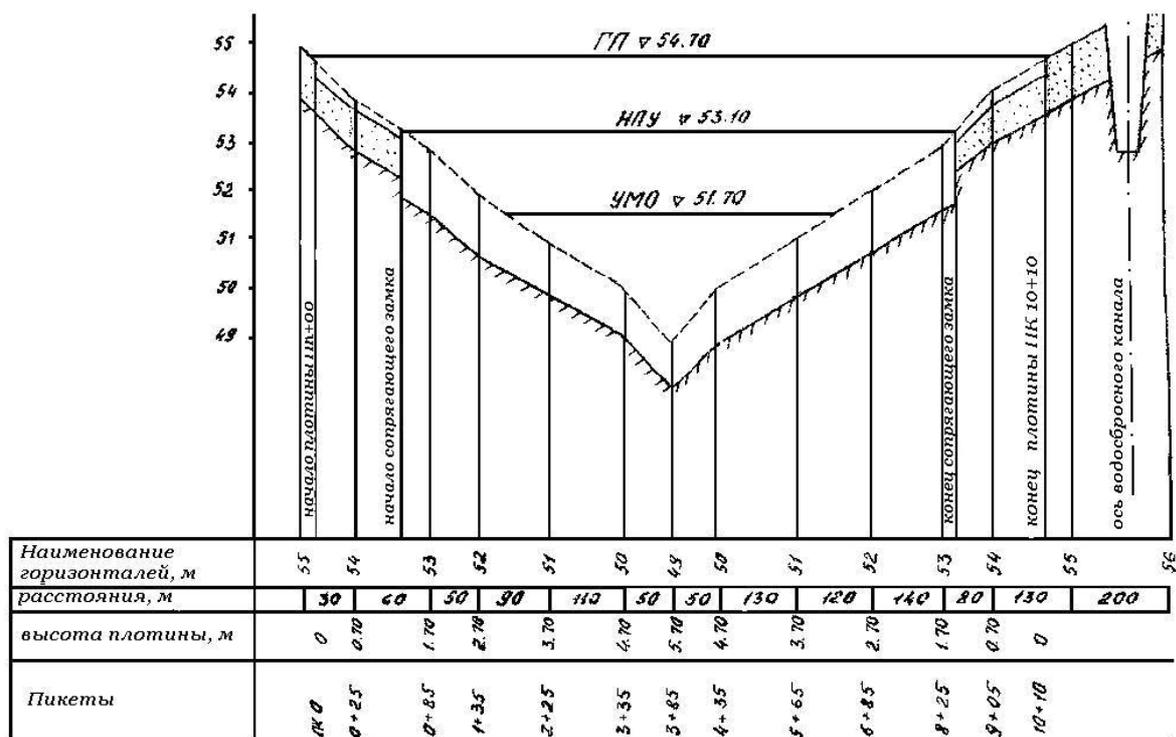
После установления всех размеров плотины выполняются следующие чертежи:

- продольный профиль по створу плотины в масштабах: горизонтальный М 1:2000, вертикальный М 1:100;

- поперечный разрез плотины в масштабе М 1:200.

На продольном профиле наносится строительная высота плотины, которая принимается на 4 % больше максимальной высоты плотины ( $H_{\text{max}}$ ).

Продольный профиль плотины показан на рисунке 5. На чертежах должны быть нанесены высотные отметки всех элементов плотины, увязанные с планом.



М – вертикальный 1:100;

М – горизонтальный 1:5 000 (1:10 000)

Рисунок 5 – Продольный профиль по оси земляной плотины

## 1.7 Определение объема земляных работ по устройству пруда

### Насыпка тела плотины

Объем земляных работ по насыпке тела плотины  $W$ ,  $m^3$ , определяется по формуле:

$$W = F_{cp} \cdot \ell, \quad (15)$$

где  $F_{cp}$  – площадь поперечного сечения земляной плотины при средней высоте плотины,  $m^2$ ;

$\ell$  – длина плотины по гребню, м.

Величина средней площади поперечного сечения плотины  $F_{cp}$ ,  $m^2$ , определяется по формуле:

$$F_{cp} = \frac{b + B_{cp}}{2} \cdot H_{cp}, \quad (16)$$

где  $b$  – ширина плотины по гребню, м;

$B_{cp}$  – ширина плотины по подошве, м.

Ширина плотины по подошве  $B_{cp}$ , м, определяется по формуле:

$$B_{cp} = b + H_{cp} \cdot (m_1 + m_2), \quad (17)$$

где  $H_{cp}$  – средняя высота плотины, м.

Величина средней высоты плотины  $H_{cp}$ , м, определяется по продольному профилю (рисунок 5) из условия:

$$H_{cp} = \frac{\sum H}{n}, \quad (18)$$

где  $\sum H$  – сумма высот плотины, м;

$n$  – количество расчетных значений высоты плотины.

Коэффициенты заложения откосов плотины ( $m_1$  и  $m_2$ ) принимаются по данным задания.

### Снятие растительного грунта

Растительный слой земли снимается с площади основания плотины (со дна и берегов оврага) на глубину 0,3 м. Площадь основания плотины определяется по средней высоте плотины.

Объем земляных работ по снятию растительного грунта  $W_p$ , м<sup>3</sup>, будет равен:

$$W_p = F_{осн.} \cdot h, \quad (19)$$

где  $F_{осн.}$  – площадь основания плотины, м<sup>2</sup>;

$h$  – глубина снятия растительного слоя, 0,2...0,3 м.

Площадь основания плотины  $F_{осн.}$ , м<sup>2</sup>, определяется по формуле:

$$F_{осн.} = B_{cp} \cdot \ell_{пл}, \quad (20)$$

где  $\ell_{пл}$  – длина плотины, м;

### Устройство замка

Объем земляных работ по устройству замка  $W_3$ , м<sup>3</sup>, определяется по формуле:

$$W_3 = \omega_3 \cdot \ell_3, \quad (21)$$

где  $\omega_3$  – площадь поперечного сечения замка, м<sup>2</sup>;

$\ell_3$  – длина замка, м.

Площадь поперечного сечения замка  $\omega_3$ , м<sup>2</sup>, определяется по формуле:

$$\omega_3 = b_3 \cdot h_3 + m_3 \cdot h_3^2, \quad (22)$$

где  $e_3$  – ширина замка по дну, м;  
 $h_3$  – глубина замка, м;  
 $m_3$  – коэффициент заложение откосов.

### Устройство водосбросного канала

Водосбросный канал является обязательным сооружением в каждой плотине.

Объем земляных работ  $W_k$ , м<sup>3</sup>, приближенно может быть принят равным от 6 до 8 % от объема земляных работ по насыпке тела плотины.

$$W_k = 0,06 \dots 0,08 \cdot W \quad (23)$$

Крепление откосов плотины и другие виды ручных работ  $W_p$ , м<sup>3</sup>, принимаются примерно от 4 до 6 % объема земляных работ по устройству плотины.

$$W_p = 0,04 \dots 0,06 \cdot W_{\text{плотины}} \quad (24)$$

## 1.8 Определение оросительной способности пруда

Оросительную способность пруда, то есть количество гектаров, которое можно оросить из данного пруда  $\omega_{\text{нетто}}$ , га, определяют упрощенно по формуле:

$$\omega_{\text{нетто}} = \frac{W_{\text{полезн}}}{M_{\text{пр}}}, \quad (25)$$

где  $M_{\text{пр}}$  – приведенная оросительная норма, которая равна 2900...4000 м<sup>3</sup>, с учетом потерь воды в пруде и в каналах оросительной системы, что соответствует коэффициенту использования прудовой воды, равному 0,70...0,75.

Затем определяют площадь брутто  $\omega_{\text{брутто}}$ , га, участка орошения с учетом отчуждения площади под оросительные каналы, дороги, лесополосы по формуле:

$$\omega_{\text{брутто}} = \frac{\omega_{\text{нетто}}}{\text{КЗИ}}, \quad (26)$$

где КЗИ – коэффициент земельного использования, принимается равным 0,75...0,95.

## 2 Проектирование оросительной системы

Закончив расчеты по проектированию пруда, приступают к составлению проекта оросительной системы, предварительно установив, будет ли эта система самотечной или с механическим водоподъемом.

Для решения этого вопроса необходимо обратиться к планово-топографическому материалу и вычислить разницу отметок зеркала воды в пруде при мертвом объеме и наивысшей точкой земель орошаемого участка. Если уровень воды в пруде при мертвом объеме находится выше точки водовыдела предполагаемого участка орошения, то в этом случае возможно самотечное орошение.

При самотечном орошении воду, лежащую под мертвым объемом, выводят по трубе через плотину и далее по каналу к наивысшей точке орошаемого участка. Чтобы пропустить воду через трубу, нужен напор  $H=0,2\dots 0,3$  м; канал имеет уклон (обычно от 0,002 и 0,0005). Поэтому отметка трубы донного водовыпуска на входе принимается равной:

$$\nabla_{\text{входа}} = \nabla_{\text{ГМО}} + (0,2\dots 0,3) \text{ м}, \quad (27)$$

где  $\nabla_{\text{ГМО}}$  – отметка горизонта мертвого объема.

Отметка выхода трубы водовыпуска, будет равна:

$$\nabla_{\text{выхода}} = \nabla_{\text{входа}} - i \cdot \ell, \quad (28)$$

где  $i$  – уклон трубы донного водовыпуска, ( $i = 0,001$ );

$\ell$  – длина трубы донного водовыпуска, м.

С отметки выхода трубы донного водовыпуска магистральный трубопровод (канал) трассируется с заданным уклоном, чтобы обслужить поливом как можно большую площадь самотечным орошением.

В случае, когда наивысшая точка поверхности проектируемого участка орошения расположена выше расчетного горизонта воды в пруде (НПГ), придется воду поднимать при помощи водоподъемной установки насосной станции. Система орошения в этом случае возможна только с механическим подъемом.

### 2.1 Организация орошаемой площади

Окончательно обследуется и оконтуривается орошаемый участок по возможности ближе к пруду и с наиболее благоприятным рельефом.

Площадь орошаемого участка выбирается по оросительной способности пруда ( $\omega_{\text{брутто}}$ ), в зависимости от планового расположения магистрального канала, характера разбивки полей, техники и способов полива.

Размещение полей выполняется с соблюдением следующих требований:

- поля орошения должны быть равновеликими по площади, т.к. это обеспечивает равномерность в использовании рабочей силы и машин. Отклонение от среднего размера поля допускается не более 5...10 %;

- каждое поле должно иметь удобную по условиям механизации форму и достаточные размеры. Площадь не должна быть меньше 20 га (для курсового проектирования);

- расположение и размеры полей орошаемого участка должны обеспечивать правильную организацию труда, хорошую агротехнику и хорошее качество поливов при увязке с техникой полива. Это значит, что на каждом поле должна быть разработана техника полива для каждой культуры.

## 2.2 Проектирование сети оросительных каналов в плане

Разбивка трассы магистрального трубопровода (канала) – (МТ) и полей.

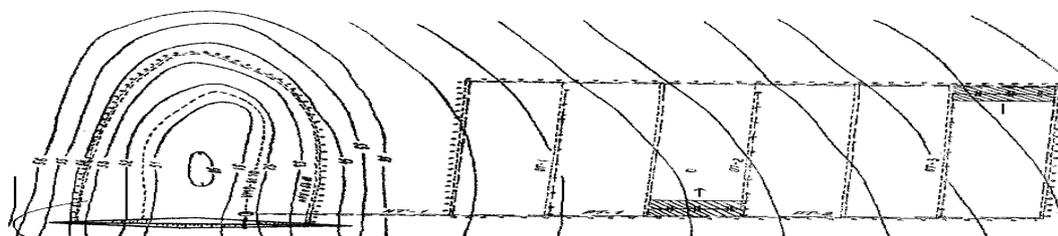
Трасса магистрального канала разбивается с минимальным уклоном, чтобы обслужить поливом как можно большую площадь, но в увязке с оросительной способностью пруда.

Минимальный допустимый уклон, при котором не происходит заиления русла канала, принимается равным 0,0005, то есть на каждые сто метров длины канала понижение его должно быть на пять сантиметров.

После установки трассы МК на подкомандной площади разбиваются поля орошения, для чего общую площадь (брутто) разбивают на количество принятых полей. Размер поля будет определяться в зависимости от принятой техники полива (поверхностное орошение – по бороздам и по полосам, дождевание – ДДН-100, ДДН-70, ДДА-100М, Волжанка, Днепр, Фрегат и др.).

При поверхностном орошении ширина поля должна быть кратна 100...150 м (при поливе по бороздам) и 200 м (при поливе по полосам).

При поливе дождевальной установкой ДДН-45 ширина поля должна быть кратна 80 м, так как временные оросители при поливе этой установкой нарезают через каждые 80 м. При поливе установкой ДДА-100М ширина поля, по тем же причинам, должна быть кратна 120 м. Длину поля принимают не более 1 000...800 м.



М 1:10 000

Рисунок 6 – План оросительной системы на местном стоке при поливе дождевальной машиной «Днепр»

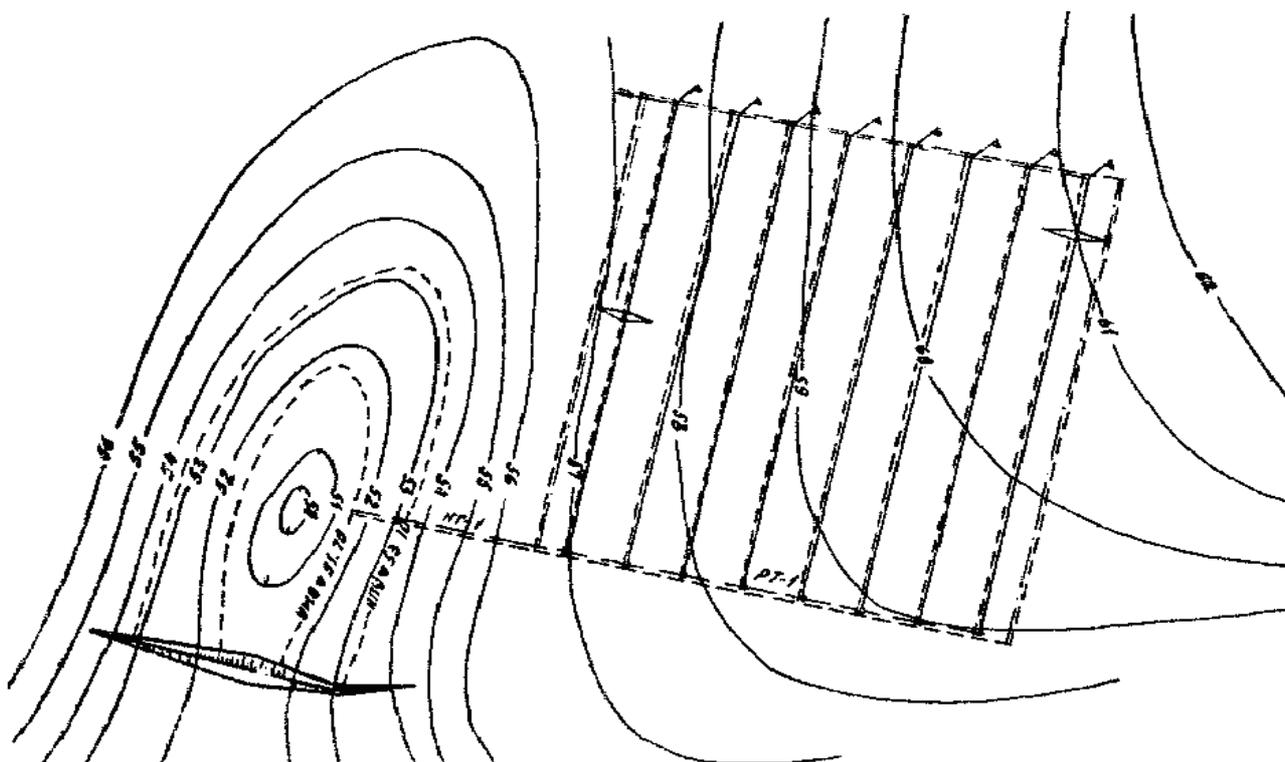
### 2.3 Разбивка распределительного трубопровода (канала) и временных оросителей

По границе орошаемого участка намечают трассу распределительного трубопровода (канала), от которого выводятся временные оросительные каналы.

При поливе дождевальной установкой ДДН-70 первый временный ороситель проводят параллельно границе поля (перпендикулярно или под углом к распределительному каналу), на расстоянии 50 м от границы участка. Все последующие временные оросители проводят параллельно друг к другу через каждые 100 м. Последний временный ороситель должен быть также параллелен границе поля и нарезаться на расстоянии 50 м от нее.

Временные оросители при поливе дождевальной установкой ДДН-70 не доводятся до нижней границы поля на 50 м.

При поливе дождевальной установкой ДДА-100М первый временный ороситель проводят параллельно границе поля на расстоянии 60 м от нее, остальные параллельно друг другу через 120 м. Последний ороситель проводят на расстоянии 60 м от второй границы поля. Временные оросители доводят до нижней границы поля.



М 1:10 000

Рисунок 7 – План оросительной системы на местном стоке при поливе дождевальной машиной ДДА-100МА

## 2.4 Дорожная сеть и лесные полевые защитные полосы

На орошаемых землях должна быть создана система лесных полевых защитных полос, которые располагают вдоль постоянных каналов и границ полей севооборота.

Лесные полосы на орошаемых землях имеют ветроломное значение и делаются продуваемой конструкции из высокорастущих пород деревьев с невысоким подлеском. В состав лесных пород целесообразно вводить плодовые деревья и кустарники.

Дорожная сеть должна отвечать следующим требованиям:

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

В проекте предусматриваются следующие виды дорог:

- полевые, обеспечивающие подъезды и выезды на каждое поле и на каждый поливной участок;
- хозяйственные, объединяющие полевые дороги и связывающие их с поселками.

Ширина земляного полотна дорог, не считая кюветов, устанавливается:

- на полевых и хозяйственных дорогах – 5 м;
- вдоль оросителей при поливе дождевальными машинами ДДН-70 и ДДН-100, ДДА-100М оставляется полоса шириной 3,0 м для передвижения агрегатов.

## 2.5 Способы и техника полива

Способ орошения обуславливается хозяйственными, техническими, топографическими и почвенными условиями

Техника полива должна быть увязана с конкретными условиями и отвечать основному требованию – обеспечивать при поливе необходимое увлажнение активного слоя почвы на всей орошаемой площади при минимальных затратах рабочей силы и экономном использовании оросительной сети.

На равномерность увлажнения большое влияние оказывает длина поливных полос (борозд) и удельная поливная струя, которые должны быть увязаны с водопроницаемостью почв и уклоном поливных полос (борозд).

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

Наиболее благоприятными продольными уклонами поливных борозд являются уклоны 0,002...0,007, максимальный продольный уклон борозд –

0,02. Для легко размываемых почв максимальный продольный уклон борозд и полос уменьшается до 0,01.

### **2.5.1 Техника полива напуском по полосам**

Полив по полосам применяют при орошении трав и зернобобовых культур. При этом способе полива вода поступает на полосы, ограниченные земляными валиками, отдельными струями.

Полосы располагают по уклону местности, и вода, двигаясь сплошным тонким слоем, впитывается в почву. Длина полос 50...300 м в зависимости от водонепроницаемости почв, чем она больше, тем короче полоса и наоборот.

Ширина полос устанавливается в соответствии с шириной захвата сельскохозяйственных машин (от 4 до 8 м, сеялки, например, 3,6...7,2 м). Обычно для равномерности полива ширину полос принимают не более 4 м. Струи воды на полосы выпускаются при помощи сифонных трубок.

Валики земляные высотой 15...20 см имеют коэффициенты заложения откосов  $m=1$  и выполняются полосоделателями одновременно с посевом. При большей водопроницаемости длина полос должна быть не более 150 м, а при слабой – 250...300 м.

Серьезным недостатком этого способа полива является то, что на поверхности земли после полива образуется корка, необходимо рыхление.

### **2.5.2 Техника полива по бороздам**

Полив по бороздам применяется, в основном, для культур широкорядного посева. Поливные борозды, по которым движется вода, проводят окучиванием. Почва на гребнях между бороздами увлажняется капиллярным путем.

Вода поступает в борозды следующим путем: от временного оросителя отходят выводные борозды, от них – распределительные борозды, из которых питаются поливные борозды. Распределительные борозды обслуживают пятьдесят поливных борозд, и иногда для экономии работ их не выполняют. Поливные борозды, если они идут вдоль временного оросителя, нарезают на всю длину его одновременно с севом, затем делают выводные борозды.

Длина поливных борозд зависит от уклона местности, водопроницаемости почв, размеров струй воды и т.д и принимается от 50 до 300 м.

Глубина поливных борозд 15...25 см, ширина по верху 25...30 см, расстояние между бороздами 50...85 см. Скорость течения воды в бороздах обычно не больше 0,25 м/с. Расход воды в выводных бороздах стремятся довести до 60...100 л/с (в поливных бороздах до 1,0...1,5 л/с).

Полив по бороздам наиболее удобен с точки зрения механизации и хорошо влияет на структуру почвы.

### 2.5.3 Техника полива дождеванием

Вода при дождевании разбрызгивается по полю и падает на растения и почву в виде дождя.

Дождевание имеет ряд преимуществ перед самотечно-поверхностными способами полива.

Дождевание получило большое распространение при орошении на местном стоке, так как оно возможно при любом рельефе местности и экономно расходует воду.

В настоящее время на поливах овощных, кормовых и некоторых других культур в нашей стране нашли наибольшее применение следующие дождевальные машины и установки:

1) Двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-100М разработан Московской опытной дождевальной станцией ВНИИГиМ. Он состоит из трактора Т-75, двухконсольной фермы, узла крепления фермы на тракторе, насосной установки со всасывающей и напорной линиями и гидравлической системы для укрепления наклона фермы.

Двухконсольная ферма имеет треугольное сечение, вершина треугольника направлена вверх. В центральной части фермы имеется поворотный круг. На этом круге ферма поворачивается вокруг вертикальной оси относительно трактора.

В транспортном положении ферма располагается так, что её продольная ось совпадает с продольной осью трактора, то есть с направлением движения трактора.

В водопроводящие трубы и к насадкам агрегата вода подается центральным насосом 8К-12, смонтированным на заднем мосту трактора.

Всасывающий клапан – плавающий, автоматически следует за уровнем воды в канале.

Агрегат ДДА-100М может работать как позиционно, так и в движении.

Техническая характеристика агрегата следующая:

- расход воды – 100 л/с;
- площадь одновременного захвата дождем –  $16 \times 120 = 1920 \text{ м}^2$ ;
- количество дождевальных насадок – 52 штуки;
- скорость движения агрегата при поливе – 0,36 км/ч;
- производительность одного рабочего за смену – 3,75 га;
- площадь полива за сезон – 120...150 га;
- коэффициент использования рабочего времени – 75...80 %.

Расход воды в оросителе должен быть 120...139 л/с, с учетом потерь на фильтрацию.

На каждом оросителе работает, как правило, одна дождевальная машина. Уклон оросителей должен быть не более 0,001. При больших уклонах оросительные каналы проектируются поперек склона, то есть под острым углом к горизонталям.

Лучшей формой поля является правильный прямоугольник. Длина поля принимается не более 600...800 м. Лучшими уклонами при поливе агрегатом

являются уклоны от 0,000 4...0,000 8. Полив следует начинать от головы оросителя и заканчивать в конце его. В этом случае облегчается регулировка расходами и уменьшается сброс воды.

2) Дальнеструйный дождеватель навесной ДДН-70, у которого всасывающий трубопровод выполнен из металлического трубопровода. Кроме того, у дождевателя ДДН-70 смонтирован бачок для раствора и внесения минеральных удобрений в виде подкормки вместе с поливной водой.

В нижней части дождевальных установок смонтировано насосное оборудование, в верхней – дождевальные аппараты. Дождевальные аппараты состоят из двух сопел – главного и вспомогательного, укрепленных на двух водопроводящих трубах–стойках. Сопла представляют собой брандспойты, заканчивающиеся насадками: главного – диаметром 50 мм и вспомогательного – 20 мм.

Работает машина по кругу и по секторам. Дождеватель работает с трактором Т-75 позиционно, с забором воды из временных оросителей или трубопроводов, которые устанавливаются через каждые 100 м.

При поливе по кругу одна позиция от другой будет на расстоянии 80...90 м, при поливе по сектору – через 45 м. Полив начинают от головы канала с последующим передвижением дождевателя вниз по течению воды в канале. Глубина воды в канале в точке забора должна быть не менее 0,5 м, чтобы приемный клапан всасывающей трубы был полностью погружен в воду.

Расход воды во временном оросителе должен быть не менее 50...70 л/с, в зависимости от фильтрационных свойств грунтов и длины канала.

Техническая характеристика дождевателя:

- средний радиус действия – 60 м;
- напор воды – 55 м;
- расход воды – 70 л/с;
- средний слой дождя – 0,18 мм/мин.;
- площадь полива с одной позиции – 1,0 га;
- производительность при  $M=300 \text{ м}^3/\text{га}$  – 0,36 га/ч;
- площадь, обслуживаемая установкой за сезон – 45...60 га.

Желательно, чтобы оросительные каналы были параллельны между собой и форма поля близка к прямоугольнику.

Вдоль оросителя оставляется незасеваемая полоса, шириной 2,5 м для проезда дождевателя во время полива.

3) Дождевальная машина «Фрегат» представляет собой движущийся по кругу водопроводящий трубопровод, на котором расположены среднеструйные дождевальные аппараты кругового действия. Трубопровод находится на высоте 2,2 м над поверхностью земли. Соединение труб фланцевое. В нижней части трубопровод имеет штуцеры для установки сливных клапанов, которые включаются при определенном давлении. На верхней части труб расположены штуцеры для установки дождевальных аппаратов и стояки для отбора воды на гидропривод опорно-ходовых тележек.

Машина «Фрегат» оснащена среднеструйными дождевальными аппаратами четырех серий с 4...5 сменными соплами разных диаметров. На

конец трубопровода машины установлен дальнеструйный дождевальная аппарат секторного действия, который на определенных участках поля отключается системой отключения концевой дождевальной аппарата. Водопроводящий трубопровод установлен на самоходных опорах-тележках.

Для поддержания водопроводящего трубопровода в вертикальном положении и для увеличения его жесткости в горизонтальной плоскости предусмотрена система тросовых растяжек.

Водопроводящий трубопровод соединен с поворотным коленом неподвижной опоры, являющейся центром вращения машины. Вода из оросительной сети в машину поступает через стояк неподвижной опоры. На каждой тележке имеется гидропривод, который обеспечивает через систему рычагов и толкателей вращение колес и движение машины.

Для выдерживания общей линии водопроводящего трубопровода в заданных пределах все тележки машины, кроме последней, оснащены автоматической системой регулирования скорости движения. На машине имеются механическая и электрическая системы защиты, которые автоматически останавливают машину при изгибе трубопровода.

4) Дождевальная машина ДКШ-64 «Волжанка» предназначена для полива дождеванием низкостебельных зерновых, некоторых видов овощебахчевых и технических культур, многолетних трав, лугов и пастбищ. Машина состоит из двух дождевальных крыльев, представляющих собой трубопроводы на колесах со среднеструйными аппаратами. Работает от гидрантов закрытой напорной сети с расстоянием между ними 18 м.

На дождевальном крыле установлены тридцать два среднеструйных дождевальных аппарата, вращающихся по кругу с помощью поворотного коромысла ударного действия. Дождевальный аппарат устанавливается в рабочее вертикальное положение, независимо от положения трубопровода, посредством механизма самоустановки дождевальных аппаратов. Скорость перекачивания трубопровода на новую позицию 9 м/мин.

Машина работает на поливе позиционно. Поливные крылья с позиции на позицию перекачивают с помощью привода от бензиновых двигателей «Дружба-4».

5) Многоопорная дождевальная машина ДФ-120 «Днепр» предназначена для полива зерновых и технических культур, лугов и пастбищ. Машина представляет собой водопроводящий пояс с тридцатью четырьмя открьлками длиной 13,7 м, на которой расположены среднеструйные дождевальные аппараты «Роса-3», опирающийся на семнадцать двухколесных тележек, обеспечивающих фронтальное передвижение от гидранта к гидранту на напорной оросительной сети. Самоходная, с электроприводом от навесной электростанции. Работает позиционно от гидрантов закрытой оросительной сети.

Для присоединения к гидрантам служит водозаборное устройство. Машина снабжена электроприводом и системой синхронизации передвижения опор. В кабине трактора расположен пульт управления работой электропривода

крайних опор, световая и звуковая сигнализация, включающаяся при отклонении от прямолинейного положения водопроводящего пояса.

Водопроводящий пояс находится на высоте 2,1 м над поверхностью земли.

Один трактор с навешенной электростанцией может обслуживать несколько дождевальных машин «Днепр».

Техническая характеристика основных дождевальных машин приведена в таблице 2.

## **2.6 Оросительная сеть, особенности проектирования**

Известно, что при поливе с помощью дождевальных машин регулирующая сеть оросительной системы отсутствует, что является большим преимуществом этого способа полива.

Проводящая сеть оросительной системы при орошении может быть трех типов:

- открытая сеть, состоящая из постоянных и временных каналов;
- закрытая сеть, состоящая из металлических и асбоцементных трубопроводов;
- комбинированная сеть, состоящая из открытых каналов и трубопроводов.

Выбор того или иного типа оросительной системы зависит от типа дождевальных машин, применяемых на данном участке, от наличия материалов и от местных конкретных условий.

Наиболее часто встречается комбинированная оросительная сеть, при которой поливная вода по закрытому трубопроводу подается на командную высоту и оттуда открытыми каналами распределяется по отдельным полям орошаемого участка.

При проектировании открытой оросительной сети необходимо соблюдать следующие условия:

- расстояние между открытыми оросителями должно быть равно ширине захвата дождевальной установки и не зависит от почв, рельефа местности и т. д., что существенно при поверхностных способах полива;

- все оросительные каналы проектируются, как правило, в выемке. При этом потери воды на фильтрацию сводятся к минимуму. В связи с тем, что поливная вода из оросителей забирается насосом дождевальной установки – командование каналом над прилегающей поверхностью поливного участка не обязательно;

- все оросители должны быть прямолинейны и параллельны друг другу;

- расход воды (нетто) оросительных каналов подбирается по расходу дождевальных установок;

- ширина поля должна быть кратной ширине захвата дождевальной установки.

Большим преимуществом закрытых оросительных систем является то, что они не препятствуют работе сельскохозяйственных машин, полнее

используются поливные площади, потери воды на фильтрацию почти отсутствуют.

Оросительные трубопроводы обычно укладываются по поверхности земли или в траншеи на глубину 0,9...1,2 м от поверхности земли. Укладку трубопроводов желательно производить с однородными уклонами, без обратных уклонов и перегибов в вертикальной плоскости. В пониженных местах предусматривается устройство для опорожнения трубопроводов от воды на зимний период.

Расстояние между оросительными трубопроводами определяется типом дождевальных машин.

Для отвода излишних поверхностных вод (ливневых, паводковых, промывных, сбросных) проектируется водосборно-сбросная сеть, состоящая из сбросных каналов. Водосборно-сбросные каналы проектируются по пониженным местам с максимальным использованием тальвегов, лощин, оврагов и т.п., по возможно кратчайшему расстоянию до водоприемников. Водосборно-сбросные каналы устраиваются по концам временных оросителей, с отводом излишних вод в пониженные места.

### **Сооружения на оросительной сети**

В проекте необходимо предусмотреть сооружения оросительной сети, которые обеспечивали бы:

- нормальную работу всех элементов оросительной системы;
- подачу воды в удаленные от водозаборов места с наименьшими потерями;
- возможность выключения отдельных частей системы, каналов, сооружений;
- 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.

Для возможности регулирования расхода воды *шлюзы-регуляторы*, подающие воду на поля, должны быть оборудованы *водомерами* простейшего типа. Водомер должен быть также установлен в голове системы.

В начале каждого временного оросителя для подачи воды в него из распределительного канала устраивается *водовыпуск*, совмещенный с *переездом*, регулирующей подачу воды соответствующего расхода.

При поливе вода распределительного канала подается одновременно в один или несколько временных оросителей, работающих одновременно, за которыми нужно установить *перегораживающее сооружение*. Это обеспечит

Таблица 2 – Техническая характеристика дождевальных машин

Показатель	Единица измерения	«Фрегат»		«Волжанка»		«Днепр»	ДДА-100МА	ДДН-70	ДДН-100		
		ДМ	ДМУ-А	ДКШ 64-800	ДКШ 32-400				10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Расход воды	л/с	58...100	28...75	64	38	120	130	65	115	100	85
Напор	МПа	0,50...0,65	0,46...0,57	0,40	0,40	0,45	0,37	0,52	0,65	0,65	0,65
Привод		гидропривод		двигатель мотопилы		КМЗ-64	ДТ-75М	Т-74	Т-150К	Т-150К	Т-150К
Средняя интенсивность дождя	мм/мин.	0,18...0,23	0,17...0,3	0,27	0,27	0,285	2,4	0,415	0,31...0,38	0,27...0,30	0,3...0,34
Расстояние между оросителями	м	700...900	400...840	800	700	900	120	100	120	120	110
Расстояние между гидрантами	м	700...900	400...840	18	18	54	-	110	145	145	110
Производительность при поливной норме 30 мм	га	1,20	1,20	0,77	0,38	1,39	1,60	0,78	1,38	1,20	1,02
Площадь, поливаемая с одной позиции	га	40,5...72	15,8...54,6	1,44	0,72	2,43	-	0,94	1,45	1,45	1,01
Скорость передвижения	км/ч	регулируется в широких пределах		0,54	0,54	0,47	0,575...1,03	-	тракторная		

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Габариты в рабочем положении:											
длина	м	335... 453,5	199... 416,5	395,8	192	448	6,23	2,735	8,42	7,12	6,39
ширина	м	5,3	5,3	6	6	27	110,3	3,635	2,32	1,85	1,74
высота	м	6,50	6,50	1,90	1,90	5,30	4,83	3,05	4,02	4,21	4,29
Площадь, обслуживаемая за сезон	га	40,5... 72	15,8... 54,6	60...70	23... 25	100... 120	100... 120	70	100... 120	100... 120	80... 90
Обслуживаемый персонал	человек	один на 2...3 машины		один на 2...3 установки	один на 2...3 установки	один на 4 машины	1	1	1	1	1
Масса	кг	11 400... 15 000	6 500... 113 400	5 420	3 100	13 347	10 790	700	800	800	800
Число опор	шт.	12...16	7...15	31	15	17	1	1	1	1	1

подачу воды во временные оросители и преградит поступление воды по распределительному каналу после тех временных оросителей, в которые подается вода.

Желательно, чтобы в курсовом проекте одно перегораживающее сооружение устанавливалось в конце канала и обслуживало одно поле орошаемого массива.

Для сельскохозяйственной обработки полей и вывоза продукции предусматриваются дороги, которые устраиваются по границам орошаемого участка, полей, вдоль магистрального канала, через открытые каналы устраиваются *трубчатые переезды*.

Кроме указанных сооружений на каналах могут быть *сопрягающие сооружения* (перепады, быстротоки), если по трассе канала имеются крутые склоны, *акведуки* – для перехода оврагов, *дюкеры* – если канал пересекает шоссейная или железная дорога. Все сооружения должны быть внесены на план и в систему условных обозначений.

### 3 Гидротехническая часть

#### 3.1 Определение расчетного расхода

Секундный максимальный расход магистрального канала при поверхностном орошении  $Q_{бр}$ , м<sup>3</sup>/с, определяется по формуле:

$$Q_{бр} = \frac{\rho \cdot \omega_n \cdot K_{\phi}}{3}, \quad (29)$$

где  $\rho$  – водоподача на 1 га нетто орошаемой площади, м<sup>3</sup>/га;

$\omega_n$  – площадь нетто участка орошения, га;

$K_{\phi}$  – коэффициент форсирования расхода, принимается 1,1...1,2;

$\eta$  – коэффициент полезного действия (КПД) оросительной системы, принимается 0,70...0,85.

Расчетный секундный максимальный расход при поливе дождеванием будет зависеть от количества дождевальных машин, работающих на системе и от их расхода. Количество дождевальных машин  $n$ , шт., определяется по формуле:

$$n = \frac{\omega_{бр}}{\omega_{сез}}, \quad (30)$$

где  $\omega_{бр}$  – вся площадь орошения, га;

$\omega_{сез}$  – сезонная производительность одной машины, га/сезон.

Дождевальный агрегат ДДА-100М имеет сезонную производительность – 100...150 га; дождевальная машина ДДН-70 – 50...70 га; дождевальная установка «Волжанка» – 50 га.

Потребный секундный расход дождевального агрегата ДДА-100М – 100 л/с, ДДН-70 – 70 л/с, «Волжанка» – 64 л/с.

Таким образом, расчетный секундный максимальный расход  $Q_{нт}$ , л/с, будет определяться по формуле:

$$Q_{нт} = q \cdot (n+1) \cdot K_{одн}, \quad (31)$$

$q$  – потребный секундный расход дождевального агрегата, л/с;

$K_{одн}$  – коэффициент одновременности работы машин по времени в течение сезона – 0,90...0,85.

Расход брутто, учитывающий потери воды из каналов  $Q_{бр}$ , л/с, в данном случае определяется по формуле:

$$Q_{бр} = \frac{Q_{нт}}{3}, \quad (32)$$

где  $\eta$  – (кпд) оросительной системы, принимается 0,70...0,85.

Максимальный секундный расход брутто является расчетным расходом, по которому определяются размеры каналов и напорных трубопроводов.

### 3.2 Расчет напорного трубопровода

Диаметр напорного трубопровода определяется из условий нормальной эксплуатации его при наличии скорости движения воды в трубопроводах в пределах допустимых величин, зависящих от качества материала (от 1 до 3 м/с). Исходя из вышесказанного, предварительно задаются значением диаметра напорного трубопровода в пределах  $d=0,50...0,75$  м. Определяют значение скорости движения воды в трубопроводе  $v$ , м/с, по формуле:

$$v = \frac{4 \cdot Q_{бр}}{\rho \cdot d^2}. \quad (33)$$

где  $d$  – диаметр трубопровода, м.

Если расчетная скорость движения воды в трубопроводе получилась в пределах рекомендуемого, следовательно, диаметр напорного трубопровода принят правильно.

### 3.3 Расчет насосной станции

Расчет и подбор станции сводится к определению рабочих характеристик:

- производительность насосной станции, л/с ( $Q_{бр}$ );
- расчетный напор, м (Н);
- мощность двигателя, кВт (N).

Для определения производительности насосной станции определяющей величиной является расчетный секундный максимальный расход брутто ( $Q_{бр}$ ).

Расчетный напор насосной станции Н, м, определяется по формуле:

$$H = H_z + \Sigma h_{н\text{ум}} + \Sigma h_{м\text{ест}} + \Sigma h_{св}, \quad (34)$$

где  $H_z$  – геодезическая высота подъема воды, определяется как разность отметок  $H_r = ДТ - (УВ \text{ при ГМО} - 0,5)$ , где ДТ – отметка диктующей точки орошаемого участка, УВ при ГМО – отметка уреза воды при ГМО;

$\Sigma h_{н\text{ум}}$  – сумма потерь напора при движении воды по трубопроводу, м;

$\Sigma h_{м\text{ест}}$  – потери в точках водораспределения, м;

$\Sigma h_{св}$  – свободный напор, необходимый в сети для машин, не имеющих насоса.

Сумма потерь напора по длине напорного трубопровода  $\Sigma h_{пут}$ , м, определяется по формуле:

$$\Sigma h_{пут} = \lambda \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (35)$$

где  $\lambda$  – коэффициент сопротивления воды о стенки труб.

$\ell$  – длина напорного трубопровода в метрах, снятая с плана М 1:10 000 по намеченной трассе;

$v$  – скорость движения воды, м/с;

$d$  – диаметр расчетного напорного трубопровода, м;

$g$  – 9,81 кг/см<sup>2</sup>.

Сумма потерь (местных) напора  $\Sigma h_{мест}$ , м, за счет наличия на трассе трубопровода фасонных частей (колен, отводов, тройников, задвижек), определяется по формуле:

$$\Sigma h_{мест} = (\varepsilon \cdot n_k + \varepsilon \cdot n_{ог} + \varepsilon \cdot n_{тр} + \dots) \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (36)$$

где  $\varepsilon$  – коэффициент сопротивления фасонных частей.

Таким образом, общий расчетный напор будет равен сумме всех выше определенных величин.

Потребную мощность насосной станции  $N$ , кВт, определяют по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot H}{102 \cdot \eta_n \cdot \eta_q} \cdot K_m, \quad (37)$$

где  $K_m$  – коэффициент запаса мощности, принимаемый равным 1,2...1,3;

$\eta_n$  – кпд насосной станции, принимается равным 0,75...0,80;

$\eta_q$  – кпд двигателя, принимается равным 0,80...0,85.

Подбор насосной станции производится по расчетным данным ( $Q_{бр}$ ,  $H$ ,  $N$ ) по имеющимся насосным станциям, приведенным в приложении А.

### 3.4 Расчет трубы донного водовыпуска

Для выпуска воды из чаши водохранилища осенью для отлова рыбы, если водохранилище использовалось для рыбозаведения, а также для подачи

воды на сельскохозяйственные нужды (для орошения, водоснабжения) в теле плотины устраивается трубчатый донный водовыпуск. Донный водовыпуск укладывается на отметке горизонта мертвого объема (ГМО). Чтобы пропустить воду через трубу нужен напор  $h_0=0,2$  м.

Затем определяют скорость движения воды в трубе донного водовыпуска  $v$ , м/с, по формуле:

$$v = \varphi \sqrt{2g \cdot h_0}, \quad (38)$$

где  $\varphi$  – скоростной коэффициент.

Скоростной коэффициент  $\varphi$ , определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{\sum \epsilon_{\text{вх}} + \lambda \cdot \frac{\ell}{d} + \sum \epsilon_{\text{вых}}}} \quad (39)$$

где  $\sum \epsilon_{\text{вх}}$  – коэффициент сопротивления воды при входе в донный водовыпуск, принимаемый равным 0,5;

$\sum \epsilon_{\text{вых}}$  – коэффициент сопротивления воды при выходе из трубы, принимаемый равным 1,0;

$\lambda$  – коэффициент сопротивления при движении воды о стенки труб, принимается 0,02;

$\ell$  – длина трубы донного водовыпуска, м.

Длина трубы донного водовыпуска  $\ell$ , м, определяется по формуле:

$$\ell = [H_{\text{змо}} \cdot (m_1 + m_2) + b] + 2, \quad (40)$$

где  $b$  – ширина плотины по гребню, м;

$H_{\text{змо}}$  – высота плотины от ГМО до ГП, м;

$m_1, m_2$  – коэффициенты заложения откосов плотины;

$d$  – диаметр трубы донного водовыпуска, м. Диаметр трубы донного водовыпуска для определения скоростного коэффициента задается приблизительно в пределах  $d=0,2 \dots 0,5$  м с последующим уточнением его значения;

Гидравлический напор  $H_0$ , м, определяется по формуле:

$$H_0 = h + i \cdot \ell, \quad (41)$$

где  $\ell$  – длина трубопровода, м;

$i$  – уклон трубы донного водовыпуска, для курсового проектирования принимается равным 0,001,  $h=0,2$  м.

Действительный диаметр трубы донного водовыпуска  $d$ , м, необходимый для пропуска расчетного максимального секундного расхода определяется по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{бр}}}{\rho \cdot n}}. \quad (42)$$

Затем делается окончательный вывод о диаметре трубы донного водовыпуска и её длине.

### 3.5 Гидравлический расчет магистрального канала

Гидравлический расчет магистрального канала предусматривает определение размеров канала по расчетному максимальному секундному расходу ( $Q_{\text{бр}}$ ) и принятому уклону дна канала  $i=0,0005$ . Ширина канала ( $b$ ) может быть принята в пределах  $0,3 \dots 0,5$  м. Глубину воды в канале ( $h$ ) определяют методом подбора, задаваясь различными значениями в пределах  $0,5 \dots 1,0$  м при известном расчетном модульном коэффициенте. Расчетный модульный коэффициент  $K_{\text{расч}}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ , определяется по формуле:

$$K_{\text{расч}} = \frac{Q_{\text{бр}}}{\sqrt{i}}, \quad (43)$$

где  $i$  – уклон дна канала,  $0,0005$ .

Дальнейший расчет сводится к определению теоретического модульного коэффициента  $K_{\text{теор}}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ , по принятым значениям ( $b$  и  $h$ ) по формуле:

$$K_{\text{теор}} = \omega \cdot c \cdot \sqrt{R} \quad (44)$$

Площадь поперечного живого сечения канала  $\omega$ ,  $\text{м}^2$ , определяется по принятым значениям  $b$  и  $h$  по формуле:

$$\omega = b \cdot h + m \cdot h^2, \quad (45)$$

где  $m$  – заложение откосов канала, зависящее от грунтов, в которых проходит канал, и принимается для песчаных грунтов  $2,0$ ; для суглинистых  $1,5$  и для глинистых  $1,0$ .

Затем определяется гидравлический радиус канала  $R$ , м, по формуле:

$$R = \frac{\omega}{\chi}. \quad (46)$$

Смоченный периметр  $\chi$ , м, в канале определяется по формуле:

$$ч = b + 2h\sqrt{1 + m^2} . \quad (47)$$

Скоростной коэффициент  $C$ , определяется по формуле Базена:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}, \quad (48)$$

где  $\gamma$  – коэффициент шероховатости.

Оба значения модульного коэффициента должны быть равными.

Значения коэффициента  $\gamma$  зависят от зарастания канала травой, наличия отложений наносов в русле канала, от наличия грунтов в русле канала и принимаются в пределах 1,5...2,0 (по Базену).

В дальнейшем в результате произведенных расчетов делаются выводы о размерах канала и определяется скорость движения воды в канале  $V_p$ , м/с, по формуле Шези:

$$V_p = C\sqrt{Ri} . \quad (49)$$

Скорость движения воды в магистральном канале определяемая по формуле Шези, является фактической скоростью и должна быть больше скорости заиления, и меньше максимально допустимой скорости на размыв  $V_{заил} < V < V_{разм}$ .

Допустимая скорость на заиление  $V_{заил}$ , м/с, определяется по формуле:

$$V_{заил} = a \cdot \sqrt{R}, \quad (50)$$

где  $R$  – гидравлический радиус канала, м;  
 $a$  – коэффициент, зависящий от крупности наносов в воде.

При заборе воды из прудов значение коэффициента «а» принимается в пределах 0,37...0,41. Допустимая скорость на размыв зависит от грунта, в котором проходит канал и определяется по специальным таблицам. Для различных грунтов она может колебаться в пределах от 0,60...0,90 м/с.

## 4 Техничко-экономические расчеты

Для того, чтобы судить об экономической целесообразности проектируемых мероприятий, необходимо произвести некоторые технико-экономические расчеты.

К этим расчетом следует отнести:

- определение общей стоимости всех работ по системе и стоимости 1 га;
- установление срока возврата вкладываемых капиталовложений (срок окупаемости).

Для решения первого вопроса необходимо определить длину всех каналов, дорог, трубопроводов и лесополос. Затем по укрупненным показателям (таблица 3) произвести подсчет объемов и стоимости.

В производственных условиях объемы работ определяются путем детальных подсчетов по профилям каналов, чертежам сооружений и т.д., а стоимость по нормам и расценкам. На все виды работы составляется смета, по которой и устанавливается их окончательная стоимость.

Для учебных целей ограничиваются расчетами по укрупненным показателям и сводят их в таблицу 3, которая является ведомостью объемов и стоимости работ по строительству проектируемых мероприятий.

В эту ведомость заключаются стоимости работ всех видов каналов, дорог, лесополос, сооружений, планировочные и культуртехнические работы, сельскохозяйственное освоение, стоимость подсобных объектов (организационно-хозяйственных) необходимых для строительства.

Стоимость подсобных объектов принимается от 15 до 20 % стоимости строителств основных объектов (каналов, сооружений).

Таблица 3 - Ведомость объемов и стоимости работ по строительству проектируемых мероприятий

Наименование работ	Единица измерения	Всего	Сметная стоимость, руб.	
			единицы измерения	общ.
1	2	3	4	5
<b>I Водохранилище и земляная плотина</b>				
Снятие растительного грунта с основания плотины	м <sup>3</sup>			
Устройства сопрягающего замка	м <sup>3</sup>			
Насыпь тела плотины	м <sup>3</sup>			
Устройство водосбросного аварийного канала	м <sup>3</sup>			
Ручные работы и доработки по плотине	м <sup>3</sup>			
Дороги на орошаемом участке	га			
Итого по I части:				
<b>II Оросительная система</b>				
Насосная станция	кВт			
Напорный трубопровод диаметром до 0,5 м	м			
Водораспределительный колодец	шт.			
Оросительный трубопровод диаметром до 0,2 м	м			
Гидранты	шт.			
Донный трубчатый водовыпуск диаметром до 0,5 м	м			
Магистральный канал	м			
Распределительный канал	м			
Оросительные каналы	м			
Водовыпуск во временный ороситель	шт.			
Перегораживающее сооружение	шт.			
Трубчатый переезд	шт.			
Мост	шт.			
Водосбросные каналы	м			
Итого по II части:				
<b>III Разные работы и затраты</b>				
Планировка орошаемого участка	га			
Лесные полосы	га			
Затраты на приобретение инвентаря и поливной техники	га			
Подсобные работы	га			
Итого по III части:				
Всего капитальных затрат:				

Определив суммарную стоимость строительства, устанавливают стоимость  $p$  одного га нетто, р./га:

$$p = \frac{\sum K}{\omega_n}, \quad (51)$$

где  $\sum K$  – общая сумма капитальных затрат, р.;  
 $\omega_n$  – площадь участка орошения нетто, га.

Полученная величина стоимости 1га нетто, в сравнении с установившейся в практике водохозяйственного строительства, покажет, на сколько экономически целесообразны проектируемые мероприятия.

Окончательный вывод об экономической целесообразности проектируемых мероприятий может быть сделан после того, как будет определена окупаемость вкладываемых затрат.

Решение этого вопроса заключается в определении стоимости дополнительного чистого дохода (прибавки), получаемого в результате проектируемых мероприятий и, затем уже, в определении самого срока окупаемости. Стоимость прибавки определяется путем установления стоимости продукции, получаемой с участка до введения проектируемых мероприятий и стоимости продукции после их введения с учетом как в том, так и в другом случае затрат, которые вкладываются для получения единицы продукции.

Расчет по определению величины дополнительного чистого дохода  $ДчД$ , р., ведется по формуле:

$$ДчД = c\omega_{нт}, \quad (52)$$

где  $c$  – удельная величина чистого дохода от проведения мелиораций, р.;  
 $\omega_{нт}$  – площадь орошаемого участка нетто, занятая посевами, га.

Определив величину дополнительного чистого дохода, устанавливаем срок окупаемости.

Срок окупаемости  $T$ , лет, определяется по формуле:

$$T = \frac{\sum K}{ДчД}, \quad (53)$$

где  $\sum K$  – суммарная стоимость строительства и освоения;  
 $ДчД$  – дополнительный чистый доход.

## **5 Противозэрозийная организация территории землепользования**

В условиях засушливых степных и лесостепных районов Южного Урала комплекс лесомелиоративных мероприятий по борьбе с засухой и эрозией почв должен включать противозэрозийную организацию территории землепользования.

Основная цель работы – научить студентов правильно применять теоретические знания для проектирования и разработки технологии создания различных видов защитных лесных насаждений. Студент получает конкретное задание на проектирование комплекса противозэрозийных и лесомелиоративных мероприятий и план землепользования с нанесенными границами полей, дорог и населенных пунктов, естественных и искусственных лесов, овражно-балочной сети и водоемов.

### **5.1 Природно-климатические условия территории землепользования**

В этом разделе дается характеристика природно-климатических условий района, при этом особое внимание обращается на агролесомелиоративный район расположения землепользования, почвы, рельеф, снеговой покров, неблагоприятные явления (засухи, суховеи, водная и ветровая эрозии), направление господствующих ветров (таблица 4).

По показателям климатических справочников дается характеристика климата района в тесной связи с условиями произрастания древесных и кустарниковых пород в защитных лесных насаждениях. Характеристика дается по основным климатическим показателям: температура воздуха, осадки, влажность воздуха, ветровой режим. Для правильного размещения проектируемых защитных лесных насаждений детально изучается рельеф местности и организация территории землепользования. По плану определяют конфигурацию, размеры и описывают рельеф.

Определяется почвенная зона, делается описание типов почв, указывается их связь с рельефом и экспозицией склонов. При описании почв указывается почвообразующая порода, мощность гумусового горизонта, механический состав, содержание гумуса, реакция почвенного раствора, содержание в почве азота, фосфора и калия в доступных для растений формах.

Определяется лесопригодность почв и тип лесорастительных условий по эдафической сетке Алексеева-Погребняка. На основании климатических и почвенных условий района обосновывается целесообразность и возможность создания защитных лесных насаждений на территории землепользования.

Таблица 4 – Почвенно-климатические условия агролесомелиоративных районов

Наименование агромелиоративного района	Почвы	Господствующее направление ветров	Климатические особенности агролесомелиоративных районов			Основные мелиоративные назначения насаждений
			характеристика зимы	осадки за год, мм	испаряемость за год, мм	
1	2	3	4	5	6	7
Вятско-Камский	типичные черноземы и серые лесные почвы	юго-восточное	умеренно-мягкая	500...550	450...500	снегораспределение
Среднерусский	оподзоленные, выщелочные и типичные черноземы	юго-восточное	умеренно-мягкая	450...500	500...580	ослабление эрозии, снегораспределение
Окско-Донской	типичные черноземы	юго-восточное	умеренно-холодная	450...500	500...580	ослабление эрозии, снегораспределение
Приволжский	оподзоленные и выщелочные черноземы	южное	умеренно-холодная	450...600	500...630	ослабление эрозии, пыльных бурь, снегораспределение
Заволжский	обыкновенные черноземы	южное	умеренно-холодная	350...450	550...750	ослабление эрозии, засух, снегораспределение
Южно-Приволжский	обыкновенные и южные черноземы	восточное	умеренно-холодная	350...450	550...750	ослабление эрозии и засух, снегораспределение
Самарский	обыкновенные и южные черноземы	южное	умеренно-холодная	270...400	550...750	ослабление эрозии и засух, снегораспределение

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
Общий-Сырт	обыкновенные и южные черноземы	южное	умеренно-холодная	270...400	500...600	ослабление эрозии, засух, суховеев, снегораспределение
Нижнедонской	обыкновенные и южные черноземы	восточное	умеренно-холодная	270...400	500...600	ослабление эрозии, засух, суховеев, снегораспределение
Западно-Предкавказский	мощные черноземы	восточное	мягкая	450...600	700...800	ослабление засух, суховеев и пыльных бурь
Средне-Предкавказский	мощные и сверхмощные черноземы	восточное	мягкая	450...600	700...800	ослабление засух, суховеев и пыльных бурь
Левобережный	темно-каштановые и бурые	восточное	умеренно-холодная	320...330	650...675	ослабление засух, суховеев и пыльных бурь
Зауральский	обыкновенны черноземы	южное	умеренно-холодная	350...400	550...650	ослабление эрозии, снегораспределение
Приишимский	лугово-черноземные, серые лесные	южное	умеренно-холодная	350...400	550...650	ослабление эрозии, снегораспределение
Прииртышский	обыкновенны черноземы	южное	умеренно-холодная	350...400	550...650	ослабление эрозии, снегораспределение

## 5.2 Обоснование технических приемов по созданию защитных лесных насаждений

Эрозионные зоны подразделяются на приводораздельную, присетевую, гидрографическую.

Приводораздельная зона включает участки с крутизной склонов до  $3^{\circ}$ . Процессы водной эрозии здесь выражены слабо или вообще отсутствуют. Мелиоративные мероприятия должны быть направлены на борьбу с ветровой эрозией, засухой, суховеями, холодными и метелевыми ветрами, задержание снега на полях и его равномерное распределение. Используются эти земли для выращивания сельскохозяйственных культур.

Присетевая зона – участки землепользования с крутизной от  $3^{\circ}$  до  $9^{\circ}$ , прилегающие к водоразделительной зоне. Здесь наблюдается плоскостная эрозия (смыв почвы). Мелиоративные мероприятия проводятся здесь в основном для борьбы со смывом почвы. Эта территория используется чаще всего под кормовой и почвозащитные севообороты.

Гидрографическая зона включает овраги и древнюю гидрографическую сеть с берегами крутизной более  $9^{\circ}$ . Здесь характерны процессы линейной эрозии, на борьбу с которыми должны быть направлены проектируемые мелиоративные мероприятия. Гидрографическая зона используется под лугопастбища или лес. Широкие днища балок и поймы рек можно использовать в земледелии. Пользуясь приведенными материалами, необходимо выделить на планшете указанные зоны, для чего необходимо определить уклоны местности  $i$ , по формуле:

$$i = \frac{H}{L}, \quad (54)$$

где  $H$  – высота сечений горизонталей (высота заложения горизонталей), м;

$L$  – расстояние между горизонталями, м.

Полученное числовое значение уклона переводится из тысячного числового значения в градусное (приложение Г). Уклоны определяются для всех склонов, имеющих резко различную крутизну и записываются на плане. Граница между приводораздельной и присетевой зоной пройдет примерно по той горизонтали, ниже которой уклон становится больше  $3^{\circ}$ , а между присетевой и гидрографической зоной – по горизонтали, ниже которой уклон становится больше  $9^{\circ}$ .

### 5.2.1 Проектирование защитных лесных полос

На плане землепользования обозначаются границы эрозионных зон, затем делят их на клетки. При разбивке эрозионных зон на клетки последние должны быть прямоугольной формы и располагаться своей длинной стороной при наличии водной эрозии перпендикулярно стоку, а при ветровой эрозии – перпендикулярно господствующим ветрам.

По границам клеток в последующем будут созданы лесные полосы с целью защиты полей от ветровой и водной эрозии, суховеев и других неблагоприятных явлений. Поэтому размер клеток определяется дальностью эффективного влияния лесных полос, которое распространяется на расстояние 25...30 их высот.

На рост древесных пород существенно влияют почвенно-климатические условия, поэтому расстояние между продольными сторонами клеток, по границам которых в последующем будут созданы продольные (основные) полезащитные лесные полосы, ограничено и не должно превышать размеров, приведенных в таблице 5.

Таблица 5 – Рекомендуемые расстояния между продольными сторонами клеток полей

Почвы	Расстояние, м
Серые лесные, оподзоленные черноземы	600
Типичные и обыкновенные черноземы	500
Южные черноземы	400
Темно-каштановые и каштановые	350
Светло-каштановые с комплексом солонцов до 25 %	250
Песчаные почвы лесостепи	400
Песчаные почвы степи	300
Песчаные почвы полупустыни	200

Расстояние между поперечными сторонами клеток, т.е. между поперечными лесными полосами должно составлять 1 500...2 000 м.

Затем на плане землепользования размещают лесные полосы. Их создают по южным, юго-восточным и восточным границам землепользования, по границам эрозионных зон и внутри их по границам клеток. Описываются их местоположение, назначение и порядок размещения.

Дается описание и показываются на схеме разрывы в полосах.

Подбирается наиболее эффективная для данного региона конструкция полезащитных лесных полос с учетом природных условий, влияния на ветровой режим, температуру и влажность воздуха, испарение с поверхности почвы, снегораспределение, влажность почвы в межполосных пространствах. Приводятся показатели дальности и степени влияния лесных полос разной конструкции, и обосновывается выбор конструкции, принимая во внимание не только эффективность мелиоративного влияния, но и необходимость формирования устойчивых и долговечных насаждений.

В соответствии с выбранной конструкцией полезащитных лесных полос обосновывается наилучший тип посадки (древесный, теневодревесный, кустарниково-древесный, лесоплодовый, кустарниковый). По установленному агро-мелиоративному району, с учетом лесорастительных условий,

определяется ассортимент пород (главных, сопутствующих, кустарниковых). Правильный подбор древесных пород и кустарников является важнейшим условием создания устойчивых долговечных лесонасаждений. Он определяется наиболее полным соответствием их биологических свойств почвенно-климатическим условиям. Основной ассортимент древесных и кустарниковых пород для защитного лесоразведения приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Основной ассортимент древесных и кустарниковых пород для защитного лесоразведения

Лесокультурная зона	Рекомендуемые породы		
	главные	сопутствующие	кустарниковые
1	2	3	4
Русская равнина			
Юг лесной зоны и лесостепь	береза повислая, дуб черешчатый, ель обыкновенная, лиственницы, сосна обыкновенная, тополя, ясень обыкновенный	вяз обыкновенный, груша лесная, клен остролистный и полевой, липа мелколистная, рябина обыкновенная	бузина, бирючина, боярышник, жимолость татарская, лещина ирга, ивы кустарниковые, клен татарский, облепиха, смородина, шиповник
Степная зона	акация белая, береза повислая, вяз обыкновенный, гледичия, дубы, ивы древовидные, лиственница сибирская, сосна обыкновенная и крымская, тополя, ясень зеленый и обыкновенный	груша лесная, клен остролистный, клен полевой, липа мелколистная, орех черный	акация желтая, боярышник, жимолость татарская, ирга, клен татарский, свидина, смородина золотистая, спирея, скумпия, терн
Полупустынная зона	акация белая, вяз мелколистный, клен ясенелистный, саксаул черный, тополя	груша лесная, ясень обыкновенный и зеленый	акация желтая, джужгун, лох узколистный, тамариск, терескен, смородина золотистая, терн

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
Западная Сибирь			
Лесостепная зона	береза повислая, ель сибирская, лиственница сибирская, сосна обыкновенная, тополя	липа мелколистная, клены, яблоня сибирская, ясень зеленная	боярышник, дерен, ивы кустарниковые, облепиха, смородина черная и золотистая, спиреи
Степная зона	береза повислая, лиственница сибирская, сосна обыкновенная, тополя	клены, яблоня сибирская, тополя	акация желтая, боярышник, вишня степная, лох узколистный, облепиха, смородина золотистая, спиреи, тamarиск
Средняя Сибирь			
Лесостепная зона	береза повислая, лиственница сибирская, сосна обыкновенная, тополя	клены, яблоня сибирская	боярышник сибирский, смородина золотистая, спиреи

При выборе ассортимента пород предусматриваются породы-заменители.

На выбранные породы дается их краткая биоэкологическая и лесомелиоративная характеристика.

Для полезащитных лесных полос подбираются древесные породы, обладающие быстрым ростом, имеющие компактную, слаборазветвленную и узкую крону.

В зависимости от почвенно-климатических условий, назначения и конструкции устанавливается ширина лесных полос и число рядов в ней. Продольные полезащитные лесные полосы чаще всего закладываются из трех, четырех, реже пяти рядов, поперечные – из двух рядов.

Расстояние между рядами и растениями в рядах принимается с учетом природных условий, быстроты роста пород, способов создания насаждений и возможностей максимальной механизации работ.

При создании полезащитных и других видов защитных лесных насаждений ширина междурядий при рядовой посадке должна быть:

- в лесостепной зоне на всех почвах и в северной части степной зоны на типичных и обыкновенных черноземах: 2,5...3,0 м;
- в степной зоне на южных черноземах, темно-каштановых и каштановых почвах: 3,0...4,5 м;
- на песках всех зон: 3,0 м.

Таблица 7 – Основные машины и орудия, рекомендованные для защитного лесоразведения

Марка машин и орудий	Вид работ	Марка трактора
1	2	3
Навесной плуг ПЛН-4-36 «Пахарь2»	Вспашка почвы на глубину 27 см и безотвальная обработка почвы до 40 см	ДТ-75М, ЛХТ-55М, ЛХТ-100
Навесной плуг ПЛН-3-35Б «Универсал»	Вспашка почвы на глубину 27 см	МТЗ-82, МТЗ-102
Навесной плуг ПН-3-40	Вспашка почвы на глубину до 35 см	ДТ-75М, ЛХТ-55М, ЛХТ-100
Навесной плуг плантажный ППН-40	Вспашка почвы на глубину до 45 см	ДТ-75М, ЛХТ-55М, ЛХТ-100
Плуг лесной для склонов ПЛС-0,6	Нарезка борозд на склонах крутизной до двадцати пяти градусов	ДТ-75К
Площадкоделатель навесной ПН-1-0,8	Подготовка почвы площадками	ДТ-75К
Зубовые бороны ЗБЗТУ-1.0, ЗБЗС-1.0, БЗН-4, БЗСС-1.0,	Дробление и рыхление почвы после вспашки, выравнивание поверхности поля и разрушения корки	«Беларусь» всех модификаций
Борона дисковая навесная БДН-3.0	Рыхление почвы и лущение стерни	ДТ-75М, МТЗ-80/82
Луцильники ЛДГ-5, ЛДГ- 10, ЛН-5-28	Лущение стерни, предпосадочная обработка почвы	Т-40АМ, МТЗ-80/82
Культиватор лесной навесной КЛ-2,6	Уход за культурами в междурядьях	Т-40АМ, МТЗ-80/82
Культиватор лесной навесной КРЛ-М	Уход за культурами в рядах	МТЗ-80/82, МТЗ-100/102
Культиватор боковой лесной КБЛ-1	Уход за культурами в рядах	МТЗ-80/82, МТЗ-100/102

Продолжение таблицы 7

1	2	3
Культиватор универсальный КУН-4	Культивация одновременно в рядах и междурядьях	ДТ-75М, Т-40АМ
Культиватор-плоскорез двухсекционный навесной КПК-2-250	Обработка почв, подверженных ветровой эрозии	ДТ-75
Культиватор лесной бороздной КЛБ-1,7	Уход за культурами, созданными посадкой по дну борозды	ЛХТ-55, Т-40АМ, МТЗ-80/82
Культиватор лесной дисковый ДЛКН-6/8	Уход за культурами на песках и песчаных почвах	Т-25А, Т-40АМ
Машины для посадки лесных культур		
Лесопосадочная машина ССН-100	Посадка семян при создании защитных насаждений	МТЗ-80/82
Лесопосадочная машина ЛМГ-2	Посадка семян высотой до 50 см на террасах и склонах до двенадцати градусов	ДТ-75М
Машина лесопосадочная универсальная МПУ-1	Посадка семян и саженцев в лесостепной зоне	ДТ-75М
Лесопосадочный агрегат ЛПА	Посадка семян и саженцев по террасам, полосами на склонах до двенадцати градусов	ДТ-75М, ДТ-75К
Лесопосадочная машина МПП	Подготовка почвы и одновременно посадка семян на заросших травой песчаных массивах	ЛХТ-55М, ЛХТ-100, ДТ-75М
Лесопосадочная машина ЛМБ-1М	Посадка саженцев в брикетах	ЛХТ-55М

Под закройки лесных полос с каждой стороны отводится 1,5...2,0 м пашни.

Расстояние между растениями в рядах при посадке сеянцев и неокоренных черенков 1,5...3,0 м.

Составляются схемы создания продольных и поперечных полезащитных лесных полос, представляя их графически и буквенным обозначением (приложение Д).

С учетом определяющих факторов обосновывается выбор системы подготовки почвы (зяблевая вспашка, ранний пар, черный пар и т.д.). Дается описание агротехнических приемов подготовки почвы с указанием цели и сроков проведения, глубины обработки, применяемых машин и механизмов.

Указываются требования, предъявляемые к посадочному материалу, дается описание способа подготовки посадочного материала, состава посадочного агрегата, процесса посадки, показатели качества посадки, техническая приемка работ.

Дается описание приемов ухода за почвой до смыкания крон с указанием продолжительности, количества, сроков проведения уходов в рядах и междурядьях, состава агрегата для агротехнических уходов (таблица 7).

С целью формирования и поддержания эффективных конструкций лесных полос, обеспечения лучшего роста, устойчивости древесных пород, содержания насаждений в хорошем состоянии проводятся лесоводственные меры ухода. В таблице 8 приведен срок службы лесных насаждений.

Таблица 8 – Нормативный срок службы защитных лесных насаждений

Лесные защитные насаждения	Срок службы насаждений, лет			
	лесостепная	степная	сухостепная	полупустыня
С главной породой дубом	72	52	42	–
Из хвойных пород (сосна лиственница)	55	45	35	–
Из лиственных пород	50	40	30	20

### 5.3 Проектирование стокорегулирующих лесных полос

Стокорегулирующие лесные полосы создают ажурной конструкции для перевода поверхностного стока во внутрпочвенный. Располагаются они по границе приводораздельной зоны, а в отдельных случаях – и на территории присетевой зоны.

Расстояние между стокорегулирующими полосами на склонах до 4° не должно превышать:

- на серых лесных почвах и оподзоленных черноземах 350 м;
- темно-каштановых почвах 300 м;
- на склонах более 4° расстояние между полосами не более 200 м.

Полосы размещают вдоль горизонталей, если этого сделать нельзя, то допускается уклон вдоль полосы не более  $1,0 \dots 1,5^0$ . Устанавливается ширина стокорегулирующей полосы и число рядов в ней. Составляется схема создания запроектированной лесной полосы с графическим и буквенным обозначением (приложение Д).

Описывается выбор системы подготовки почвы и основные показатели запроектированной технологии создания стокорегулирующих лесных полос.

#### **5.4 Проектирование приовражных и прибалочных лесных полос**

Их создают для защиты берегов балок и откосов оврагов от разрушения, а также прилегающих к ним склонов от размыва, для поглощения и распыления поверхностного стока. Они предотвращают сдувание снега с полей в балки и овраги, улучшают микроклимат, обеспечивают дополнительное увлажнение и затенение откосов оврагов и берегов балок, их зарастание травянистой, древесной и кустарниковой растительностью.

Приовражные лесные полосы проектируют на расстоянии ожидаемого осыпания откосов, но не ближе  $3 \dots 5$  м от бровки оврага, а прибалочные – вдоль бровок эродированных балок.

Выше вершины оврага полосы продлевают на  $20 \dots 50$  м с таким расчетом, чтобы к моменту вступления лесной полосы в работу вершина оврага не выходила бы за пределы приовражной полосы. В вершине оврага полосы не замыкают – оставляют задернованным дно водоподводящего тальвега шириной  $3 \dots 5$  м.

Приовражные и прибалочные полосы создают плотной или ажурной конструкции из шести, восьми рядов. В опушечные ряды, а иногда в один или два средних ряда, вводят кустарники. В крайние от бровки оврага ряды (1-2) высаживают корнеотпрысковые породы или для обсеменения откосов оврага – клены, акацию белую.

Почва готовится по системе черного пара.

Ширина междурядий составляет  $2,5 \dots 4,0$  м, расстояние между растениями в рядах  $1,0 \dots 1,5$  м.

Составляется схема создания приовражных и прибалочных лесных полос (приложение Д), дается описание запроектированной технологии лесных полос.

#### **5.5 Проектирование насаждений по склонам и дну оврагов и балок**

После завершения комплекса противоэрозионных работ в пределах водосбора и русловой части овражно-балочной сети проводится облесение склонов и донной части оврагов и балок для их закрепления.

Нижние части склонов оврагов обычно более пологие и более пригодны для облесения, чем верхние. Поэтому посадку начинают с нижней части склонов и постепенно, с ростом насаждения, передвигаются вверх. В курсовом

проекте для расчета площадь склона, пригодная для облесения, принимается равной 50 %.

Обработка почвы зависит от крутизны склона оврага и балки и подверженности их эрозионным процессам. При крутизне до 6<sup>0</sup> проводится сплошная обработка почвы с пахотой по горизонталям, при 6...12<sup>0</sup> проводится полосная обработка или обработка напашными террасами, при крутизне 12...30<sup>0</sup> устраивают нарезные террасы. На небольших участках крутых склонов и берегах балок, где невозможно применять тракторную тягу, почву обрабатывают площадками, расположенными в шахматном порядке, размер площадок 1...2 м<sup>2</sup>, расстояние между их центрами 3...5 м.

Донные насаждения создают для прекращения роста оврага в глубину.

По дну оврага оставляют необлесенной русловую часть для прохода талых и ливневых вод.

Ширина насаждения по дну оврага определяется исходя из полученного плана в горизонталях или же может быть принята равной 10 м. При переносе с водными потоками большого количества мелкозема в средней части оврагов и балок создают кольматирующие лесные насаждения (илофилтры).

Их располагают поперек дна лентами шириной 10...30 м, чередуя с залуженными участками шириной 150...200 м. В каждый илофилтр высаживают десять-пятнадцать рядов кустарников в чередовании с двумя-тремя рядами древовидных ив, тополей.

Кустарники высаживают черенками с размещением 0,5x0,5 или 1,0x0,2 м, древовидные ивы – кольями, а тополя – саженцами с размещением 2x2, 3x2, 3x3.

В русле посадку не проводят.

Составляется схема создания запроектированных насаждений по склонам и дну оврагов и балок (приложение Д), указываются основные показатели технологии их создания.

## **5.6 Проектирование насаждений по берегам рек и водоемов**

Насаждения по берегам рек и водоемов имеют многоцелевое водоохранно-защитное и экологическое значение. Проектирование и выращивание их в значительной степени определяется почвенно-климатическими условиями, рельефом местности и размером водохранилищ.

По берегам водохранилищ создают береговые защитные насаждения, состоящие из волноломных или дренирующих и берегозащитных полос.

Волноломные лесные полосы размещают на пляжах абразионных (разрушаемых) берегов.

Дренирующие лесные полосы располагают на пологих неабразионных берегах. Один из этих видов насаждений необходимо запроектировать студенту, на планшете которого имеется водохранилище. Первоначально определяется уклон берегового склона и устанавливается, влияет ли водохранилище на разрушение берегов или на их заболачивание. После чего выбирается вид лесной полосы (волноломная или дренирующая).

Волноломные насаждения создают для гашения надземными частями растений энергии волн, скрепления грунта корневыми системами и защиты берегов от разрушения. Эти насаждения занимают всю надводную часть пляжа и подводную отмель, насколько это позволяет устойчивость растений для конкретного уровненного режима водоема. Ширина волноломной полосы определяется в каждом конкретном случае. Размещение кустарниковых ив рекомендуется загущенным  $0,8(1,0) \times 0,3(0,2)$  м.

Из кустарниковых ив хорошо переносят длительное затопление ива трехтычинковая, русская, пурпурная, серая. На надводном пляже используют иву белую, иву ломкую, ольху черную, тополя, аморфу и др.

Дренирующие насаждения создают на подтопляемых берегах, на участках с небольшим уклоном и переувлажненными почвами для предупреждения заболачивания. В крайние к водоему два-три и более рядов высаживают кустарниковые ивы, а затем древесные породы. В качестве древесных пород используют сильно транспирирующие виды: ивы древовидные, тополя, ольху черную, а затем постепенно, с понижением уровня грунтовых вод, влаголюбивые породы сменяются на более засухоустойчивые. Ширина насаждений зависит от зоны подтопления и механического состава почвогрунтов. На участках с почвами и почвообразующими породами легкого механического состава (пески, супеси, легкие суглинки) насаждения создают шириной около 30 м. На почвах тяжелого механического состава насаждения рекомендуется создавать на всей зоне подтопления, где может проходить заболачивание.

Берегозащитные насаждения закладывают выше волноломных и дренирующих посадок (выше бровки берегового склона). Технология их создания аналогична созданию обычных противозерозионных насаждений.

Вдоль рек по обоим берегам создают прирусловые лесные полосы. Их ширина зависит от величины реки, состояния и типов берегов, интенсивности весеннего половодья и колеблется чаще всего от 15 до 30 м. Лесные полосы состоят из двух поясов: кустарникового и древесно-кустарникового. По русловому берегу (откосу) от меженного (летнего) уровня вод в реке до бровки поймы высаживают преимущественно кустарниковые ивы. На крутых подмываемых берегах кустарники высаживают по устойчивой части откоса. Далее в прирусловой полосе высаживают деревья и кустарники (древесно-кустарниковый пояс).

Специфичными для прирусловых зон является длительное проточное затопление в половодье и близкий уровень залегания грунтовых вод. Поэтому предпочтение следует отдавать поймостойким породам: ивам, тополям, ольхе черной, ясеню зеленому. На плодородных и дренированных почвах эффективны дуб черешчатый и красный, которые выдерживают проточное затопление до двадцати пяти дней. На заболоченных участках и при близком уровне залегания грунтовых вод успешно произрастают ветла и ольха черная. Для создания кустарникового пояса по русловому берегу рекомендуются кустарниковые ивы: трехтычинковая, русская, пурпурная, серая и др. В древесно-кустарниковом поясе в прирусловой пойме из кустарников можно

использовать: сирень, аморфу, скумпию, смородину золотую, жимолость, свидину, облепиху, калину, бузину, клен татарский.

Кустарники сажают черенками, кольями, хлыстами. В кустарниковом поясе их высаживают обычно хлыстами или черенками длиной до 40...50 см с глубиной заделки не менее 30 см. Ветлу высаживают кольями длиной 1,0...1,5 м или саженцами. Размещение посадочных мест на относительно устойчивых берегах 1,5(2,5)х0,5 м, а на размываемых 1,0х0,3 м. При создании кустарникового пояса посадку производят с одновременной подготовкой посадочных мест – ямок, каналов, щелей.

### Примечания

1. План землепользования с проектом системы защитных лесных насаждений вычерчивают в масштабе 1:25 000. На плане условными обозначениями наносят поля, клетки, лесомелиоративные насаждения, указывают масштаб, вычерчивают розу ветров и направления господствующих ветров. Границы землепользования обозначают красной линией толщиной 1 мм, а эрозионные зоны – 0,5 мм. Существующие лесные полосы обозначают зелеными линиями разной толщины. Принятые условные обозначения приводят на плане.

2. Схемы создания защитных лесных насаждений, предоставляемые графически, включают основные сведения об этих насаждениях (приложение Д).

3. Древесные и кустарниковые породы, применяемые в схемах, показывают в соответствии с условными обозначениями (рисунок 8).

	главные породы
	сопутствующие
	плодовые
	кустарниковые
	корнеотпрыско вые

Рисунок 8 – Условные обозначения древесных и кустарниковых пород для схем смещения

Подготовку почвы под древесно-кустарниковый пояс производят по системе раннего пара.

Результаты подсчета площадей запроектированных защитных лесных насаждений заносятся в таблицу 9.

Для заполнения этой таблицы необходимо на плане землепользования с нанесенной системой защитных лесных насаждений пронумеровать все полосы, измерить их длину и подсчитать площадь (с точностью до 0,1 га).

Нумерация проводится с запада на восток и с севера на юг.

На плане вдоль каждой полосы выполняется надпись.

Например: 12-П-1-1480-1,5, где 12 – номер полосы; П – назначение лесной полосы (полезащитная); 1 – номер схемы создания; 1480 – длина полосы, м; 1,5 площадь полосы, га.

Для других видов защитных насаждений используются следующие условные обозначения:

- С – стокорегулирующие;
- П<sub>О</sub> – приовражные;
- П<sub>Б</sub> – прибалочные;
- Б – береговые.

Протяженность полос определяется путем их измерения в сантиметрах с последующим переводом, в соответствии с масштабом, в метры.

Таблица 9 – Ведомость подсчета площадей запроектированных защитных лесных насаждений

Вид защитных насаждений	Номер поля	Номер полосы	Ширина полосы, м	Номер схем создания	Длина полосы, м	Площадь полосы, га
Полезащитная						
Итого						
Стокорегулирующая						
Итого						
Приовражная						
Итого						
Насаждения по откосу оврага						
Итого						
Насаждения по дну оврага						
Итого						
Насаждения по берегу водоема						
Итого						
Всего						

Общая лесистость

Полезащитная лесистость

После подсчета площади насаждений определяется общая и полезацитная лесистость.

$$\text{Общая лесистость} = \frac{S_{\text{лесных насаждений}} \cdot 100\%}{S_{\text{землепользования}}}, \quad (55)$$

$$\text{Полезацитная лесистость} = \frac{S_{\text{полезацитных полей}} \cdot 100\%}{S_{\text{пашни}}}, \quad (56)$$

Затем производится подсчет потребности посадочного материала для создания 1 га защитных лесных насаждений (таблица 10).

Таблица 10 – Ведомость подсчета потребности посадочного материала для создания 1 га защитных лесных насаждений

Наименование пород	Количество посадочных мест по рядам								Итого	Количество посадочного материала на дополнение, шт.	Потребность в посадочном материале, тыс. шт.
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Полезацитная по схеме №											
Стокорегулирующая по схеме №											
Приовражная по схеме №											
Насаждения по откосу оврага по схеме №											
Насаждения по дну оврага по схеме №											
Насаждения по берегу водоема по схеме №											
По всей системе насаждений по породам											

Потребность в посадочном материале определяется для каждого вида насаждений исходя из принятой схемы создания, смешения и размещения посадочных мест отдельно по породам. При ширине закраек, равных половине ширины междурядий, количество посадочных мест в одном ряду полос  $H$ , шт., определяется по формуле:

$$H = \frac{10000}{B \cdot P}, \quad (57)$$

где  $B$  – ширина полосы, м;  
 $P$  – расстояние между растениями в ряду, м.

При определении потребности посадочного материала полученное число посадочных мест увеличивается на величину дополнения: в лесостепи на 15 %, в степи на 20 %, в сухой степи и полупустыне на 25 % от общего числа посадочных мест.

После расчета потребности в посадочном материале на каждый вид насаждений определяется потребность по всей системе защитных лесных насаждений по породам.

## **6 Проектирование осушительно-увлажнительной системы**

### **6.1 Общие положения**

Задача курсового проекта – ознакомить студентов с современными методами проектирования осушительно-увлажнительных систем на примере переувлажненных участков Российской Федерации. В основу проектирования положены следующие основные принципы:

- 1) создать оптимальные условия для произрастания сельскохозяйственных культур путем двустороннего регулирования водного режима почв;
- 2) максимально использовать площадь под сельскохозяйственные культуры;
- 3) автоматизировать водорегулирование;
- 4) предотвратить водную эрозию;
- 5) сохранить природу и окружающую среду.

#### **6.1.1 Задание на проектирование**

Для ознакомления с различными способами осушительно-увлажнительных мероприятий в различных природных условиях, а также с последними достижениями науки и практики в этой области в курсовом проекте следует разработать осушительно-увлажнительную сеть с кротовым дренажем. На минеральных почво-грунтах с атмосферно-грунтовым питанием следует запроектировать трубчатый дренаж с поверхностным увлажнением в виде дождевания.

#### ***Содержание курсового проекта:***

- введение;
- природные условия осушаемого участка;
- сельскохозяйственное использование осушаемой территории и необходимый водно-воздушный режим почв;
- водный режим осушаемой территории и расчет водного баланса корнеобитаемого слоя почвы;
- способы осушения и схема осушительно-увлажнительной системы;
- проектирование проводящей осушительной сети в плане;
- проектирование регулирующей сети на торфяных почвах;
- проектирование и расчет трубчатого дренажа на минеральных почвах;
- гидрологические расчеты для проводящей осушительной сети;
- проектирование и расчет поперечных сечений осушительных каналов и составление продольных профилей по каналам;
- мероприятия по увлажнению осушаемых земель и автоматизация водорегулирования;
- дорожная сеть и сооружения;
- мероприятия по охране природы и окружающей среды;

- культуртехнические мероприятия;
- объемы земляных работ и стоимость строительства;
- технико-экономические показатели проекта.

***В проекте должен быть представлен следующий графический материал:***

- гидрогеологические разрезы по основным створам;
- графики и схемы, необходимые для проведения расчетов;
- продольные профили и поперечные сечения по закрытой и открытой осушительной сети (по расчетным трассам);
- общий план осушительно-увлажнительной системы с нанесением ситуации, границ землепользования, севооборотных участков и полей севооборота, осушительно-увлажнительной сети, дорог, сооружений и лесных полос;
- план типового участка закрытой осушительно-увлажнительной системы;
- схема оросительной сети для принятой дождевальная машины в увязке с закрытой и открытой осушительной сетью.

### **6.1.2 Методические указания по выполнению курсового проекта**

Во введении кратко излагаются цели и задачи, решаемые данным проектом (расширение пахотных земель, повышение продуктивности заболоченных и переувлажненных земель, экономическое укрепление хозяйств за счет увеличения доходов с осушенных земель). Здесь же приводится перечень исходных материалов, положенных в основу проектирования.

### **6.2 Природные условия осушаемого участка**

Характеристика природных условий включает:

- местоположение осушаемого участка и его площадь, землепользователи;
- физико-географическое положение участка (пойма, надпойменная терраса и т.д.);
- климатические условия – осадки, температура воздуха, испарение, дефициты влажности воздуха по месяцам вегетационного периода для различных по влажности лет (принимаются по ближайшей метеостанции и сводятся в таблице 11);

Таблица 11 - Метеорологические данные за вегетационный период

Месяц вегетационного периода	Расчетный год					
	средний по влажности		засушливый		острозасушливый	
	осадки p=50%, мм	дефицит влажности воздуха p=50%, мм	осадки p=75%, мм	дефицит влажности воздуха p=25%, мм	осадки p=90%, мм	дефицит влажности воздуха p=10%, мм
Апрель	37,2	88,5	34,6	89,1	31,2	95,6

- рельеф участка и его оценка с точки зрения условий естественного стока (согласно полученного топографического плана);
- гидрографическую сеть на осушаемом участке и режим основного водотока. Реки, протекающие в зоне избыточного увлажнения РФ, в основном относятся к равнинному типу, гидрограф которых характеризуется высоким паводком в весенний период, несколько меньшими летними паводками (они бывают не всегда) и малыми меженными расходами. Оценивая такие гидрогеологические условия, можно сделать вывод о возможности использования пойменных земель под посев большинства сельскохозяйственных культур, за исключением озимых зерновых, не переносящих затопления;
- геологическое строение, гидрогеологические условия и фильтрационные свойства грунтов, краткая характеристика почв (по материалам выданного задания).

В заключение необходимо дать гидрогеолого-мелиоративное районирование осушаемого участка с точки зрения назначения тех или иных мелиоративных мероприятий, которые определяются рядом физико-географических факторов – геологическим строением, геоморфологическими условиями, особенностями залегания, питания и дренирования грунтовых вод. При районировании и установлении метода осушения надо иметь в виду, что основными причинами избыточного увлажнения пойменных земель являются замедленный поверхностный сток, высокое стояние уровня грунтовых вод, приток воды с вышерасположенных склонов и затопление поймы в период весенних и летних паводков. В основном на объекте надо выделить два участка (пойменный и надпойменный) и указать для каждого из них основные методы осушения.

### 6.3 Сельскохозяйственное использование осушаемой территории и необходимый водно-воздушный режим почв

Согласно районированию осушаемой территории, имеется два различных гидрогеолого-мелиоративных района. Первый, более крупный, участок относится к пойменным землям с мощными торфяниками, на которых целесообразны такие севообороты сельскохозяйственных культур, где значительную долю занимают многолетние травы и отсутствуют озимые зерновые культуры, не переносящие затоплений в период паводков.

По рекомендациям проектных институтов принимают состав культур указанного в задании зерно-кормового, кормового или овощного севооборота для торфяно-болотных почв (таблица 12). В севооборот вводят коррективы в зависимости от почвенных условий. На хорошо осушенных средних и глубоких торфяных почвах при слабой минерализации торфа многолетние травы должны занимать 35-37 % площади, при средней – около 40 % и сильной – не менее 50 %. При недостаточном осушении торфяников многолетним травам отводится 50-60 %. Маломощные торфяники в севообороты включать не рекомендуется; их лучше использовать под залужение и для организации культурных пастбищ.

Таблица 12 - Характеристика полей севооборота

Месяц вегетационного периода	Культура	Площадь под культурой, га	Проектируемый урожай, т/га	Норма осушения, м	
				к началу вегетации	средняя за вегетационный период
1	Кукуруза под силос	180	50,0	0,5	1,0

Второй, небольшой по площади заболоченный участок располагается на надпойменных территориях и характеризуется преобладанием минеральных почв. Его целесообразно использовать под одну культуру с чередованием по годам с другими культурами. Устанавливают площадь, занятую торфяниками и минеральными почвами, которая подлежит осушению. Зная общую площадь с торфяными почвами и состав культур, ориентировочно определяют среднюю площадь, занятую каждой культурой:

$$\omega_{\text{культ}} = \frac{\omega_{\text{бр сев}} \cdot \text{КЗИ}}{n}, \quad (58)$$

где  $\omega_{\text{бр сев}}$  - площадь брутто севооборота, или осушаемая площадь, га;

$\text{КЗИ}$  – коэффициент земельного использования (для ориентировочных расчетов можно принять  $\text{КЗИ}=0,9$ );

$n$  – количество полей в севообороте.

Для всех рассматриваемых культур устанавливают нормы осушения к началу вегетации и средние за вегетационный период.

#### 6.4 Водный режим осушаемой территории и расчет водного баланса активного слоя почвы

Расчет водного баланса выполняется для прогнозирования водного режима осушаемых территорий и, следовательно, – для установления типа осушительных систем (двустороннего осушительно-увлажнительного действия, одностороннего осушительного действия) и потребного количества воды для увлажнения.

Водно-балансовые расчеты производят для всех культур севооборота для среднего, засушливого и острозасушливого вегетационных периодов с обеспеченностью по осадкам 50, 75 и 90 %, а по дефицитам влажности воздуха – соответственно 50, 25 и 10 %.

Расчет водного баланса активного слоя почвы выполняется по месяцам вегетационного периода по формуле

$$W_k = W_n + N_o + E_0 \pm m, \quad (59)$$

где  $W_k$  – запас продуктивной влаги на конец расчетного месяца, м<sup>3</sup>/га;

$W_n$  – запас продуктивной влаги на начало расчетного месяца, м<sup>3</sup>/га;

$N_o$  – количество эффективных осадков за расчетный месяц, м<sup>3</sup>/га;

$E_0$  – суммарное испарение (водопотребление) за расчетный месяц, м<sup>3</sup>/га;

$m$  – количество воды, которое необходимо подать на увлажнение (при положительном значении  $m$ ) или сбросить (при отрицательном  $m$ ) для поддержания допустимых запасов влаги в активном слое почвы.

Значение отдельных составляющих уравнения водного баланса определяют следующим образом:

1. Запас продуктивной влаги в активном слое торфяных почв на начало вегетационного периода вычисляют по формуле

$$W_{np} = p H_a (\gamma_{\max} - \gamma_{\min}), \quad (60)$$

где  $p$  – скважность почвы, %;

$H_a$  – глубина активного слоя почвы (принимается равной 1 м);

$\gamma_{max}$  – средняя влажность корнеобитаемого слоя почвы на начало вегетационного периода, % от полной влагоемкости;

$\gamma_{min}$  – минимально допустимая влажность в летний период, %.

Значения  $\gamma_{max}$  и  $\gamma_{min}$  принимаются по таблице 13. Запас продуктивной влаги на начало последующего месяца равен запасу влаги на конец предыдущего месяца.

Таблица 13 – Исходные данные для расчета водного баланса активного слоя почвы

Культура	Основная продукция	Коэффициент, зависящий от вида культуры, $\alpha_0$	Норма осушения Н, м	n	Средняя влажность в метровом слое, % от полной влагоемкости	
					в начале вегетационного периода, $\gamma_{max}$	минимально допустимая летом, $\gamma_{min}$
1	2	3	4	5	6	7
Сеянные многолетние травы	Сено	187,5	0,7	4,4	95	82
Зерновые яровые	Зерно	700,0	0,8	3,8	90	80
Лен	Треста+ зерно	580,0	0,8	3,8	90	80
Свекла кормовая	Корни	24,6	0,9	3,1	90	78
Свекла столовая	Корни	26,4	0,9	3,1	90	78
Свекла сахарная	Корни	46,0	1,1	2,3	90	75
Морковь столовая	Корни	38,2	0,9	3,1	90	78
Капуста поздняя	Головки	22,6	0,9	3,1	88	78
Картофель	Клубни	57,1	1,0	2,7	88	75
Кукуруза	Зеленая масса	19,2	1,0	2,7	88	75
Помидоры	Плоды	24,3	0,9	3,1	88	78
Зерновые озимые	Зерно	700,0	0,8	3,8	90	75

2. Количество эффективных осадков за расчетный месяц определяют по формуле

$$N_9 = 10K_0P_p, \quad (61)$$

где  $P_p$  – количество осадков за месяц расчетного года, мм;  
 $K_0$  – коэффициент использования осадков.

Для лесных и лесостепных районов  $K_0$  рекомендуется принимать в зависимости от обеспеченности года: для года 50 %-ной обеспеченности – 0,65; 75 %-ной – 0,70; 90 %-ной – 0,80.

Расчётное количество осадков принимается по агроклиматическим справочникам. Если известно только количество осадков для среднего по влажности года  $P_0$  (50 %-ной обеспеченности), то расчётное количество осадков  $P_p$  для сухого (75 %-ной обеспеченности) и засушливого (90 %-ной обеспеченности) годов принимается по зависимостям:  $P_{75\%} = (0,65...0,75) P_0$ ;  $P_{90\%} = (0,35...0,40) P_0$ . Расчёты приходных элементов водного баланса по определению запаса продуктивной влаги на начало вегетационного периода и эффективных осадков сводятся в таблице 14, 15.

Таблица 14 - Запас продуктивной влаги на начало вегетационного периода

Культура	$p, \%$	$H_a, м$	$\gamma_{max}, \%$	$\gamma_{min}, \%$	$W_{пр}, м^3/га$
Кукуруза	90	1,0	88	75	1170

Таблица 15 - Эффективные осадки расчетных периодов

Месяц вегетацион- ного периода	Осадки обеспеченностью								
	50 %			75 %			90 %		
	осадки, $P_p, мм$	объём осадков, $м^3/га$	$N_9,$ $м^3/га$	осадки, $P_p, мм$	объём осадков, $м^3/га$	$N_9,$ $м^3/га$	осадки, $P_p, мм$	осадки, $P_p, мм$	$N_9,$ $м^3/га$
Апрель	37,2	372	243	34,6	346	242	31,1	312	250

Суммарное испарение растениями и почвой за вегетационный период определяют по формуле А.М. Янголя

$$E = \alpha y + n \Sigma D_p, \quad (62)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, зависящий от вида культуры;

$y$  – проектная урожайность данной культуры, т/га;

$$n = \frac{13,5}{e^{1,6H}}, \quad (63)$$

где  $e$  – основание натуральных логарифмов;

$H$  – средняя норма осушения за вегетационный период, м;

$\Sigma D_p$  – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за расчётный вегетационный период, мм.

$D_p$  принимается по агроклиматическим справочникам. Если известна только величина  $\Sigma D_0$  для среднего по влажности года, то расчётные значения  $\Sigma D_p$  для сухого (25 %-ной обеспеченности дефицитам влажности воздуха) и засушливого (10 %-ной обеспеченности) годов принимаются по зависимостям:

$$\Sigma D_{25\%} = (1,1 \dots 1,2) \Sigma D_0; \Sigma D_{10\%} = (1,2 \dots 1,3) \Sigma D_0.$$

Расчёты по определению суммарного водопотребления сводятся в таблицу 16. Зная суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур, производят распределение его по месяцам вегетационного периода в соответствии с данными таблицы 17. В таблице 18 приводится суммарное водопотребление по месяцам. Затем составляют итоговую таблицу для расчёта водного баланса осушаемой территории (таблица 19).

На основании расчётов водного баланса устанавливают тип осушительной системы и требуемое количество воды для увлажнения сельскохозяйственных культур. Если величина  $M$  для года 75 – 90 %-ной обеспеченности положительная, то необходимо проектировать систему двустороннего действия. Если  $M$  отрицательное, то проектируют систему одностороннего осушительного действия.

Таблица 16 - Суммарное водопотребление по расчётным периодам

Культура	$\alpha$ , м <sup>3</sup> /т	у, т/га	$\alpha y$ , м <sup>3</sup> /га	Н, м	n	$\Sigma D$ , мм			$n\Sigma D$ , м <sup>3</sup> /га			$E=\alpha y+n\Sigma D$ , м <sup>3</sup> /га		
						p =50 %	p =25 %	p =10 %	p =50 %	p =25 %	p =10 %	p =50 %	p =25 %	p =10 %
Кукуруза на силос	19,2	50,0	960	1,0	2,7	894,3	968,0	1039,9	2410	2610	2800	3370	3570	3760

Таблица 17 - Водопотребление сельскохозяйственных культур по месяцам в процентах к суммарному водопотреблению за вегетационный период

Культура	Обеспеченность года по осадкам	Водопотребление по месяцам							Всего
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Яровые зерновые	50	-	10	20	40	25	5	-	100
	75	-	10	20	40	25	5	-	100
	90	-	10	20	40	25	5	-	100
Овощные	50	-	-	12	30	34	20	4	100
	75	-	5	25	24	23	19	4	100
	90	-	7	20	26	35	12	-	100
Кормовые корнеплоды	50	-	-	20	25	30	20	5	100
	75	-	5	15	20	30	25	5	100
	90	-	5	15	20	30	25	5	100
Кукуруза на силос	50	-	5	15	25	30	25	-	100
	75	-	10	20	22	33	15	-	100
	90	-	10	20	22	33	15	-	100

Продолжение 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лён	50	-	11	26	50	13	-	-	100
	75	-	15	28	45	12	-	-	100
	50	-	15	28	45	12	-	-	100
Многолетние травы на сено	90	4	18	22	24	18	14	-	100
	75	4	20	21	21	20	14	-	100
	90	6	18	22	25	20	9	-	100

Таблица 18 - Распределение суммарного водопотребления по месяцам, м<sup>3</sup>/га

Культура	Обеспеченность года по осадкам, %	Водопотребление по месяцам							Всего за год
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Кукуруза на силос	50	-	168,5	505,5	842,0	1012,0	842,0	-	3370

Таблица 19 - Расчёт элементов водного баланса активного слоя почвы по месяцам вегетационного периода

Культура	Расчётные годы	Начальный запас влаги в почве W, м <sup>3</sup> /га	Месяцы вегетативного периода						Относительная M=Σ(+m), м <sup>3</sup> /га
			V					и т.д.	
			E, м <sup>3</sup> /га	N <sub>э</sub> , м <sup>3</sup> /га	m, м <sup>3</sup> /га		W <sub>v</sub> , м <sup>3</sup> /га		
				+	-				
Кукуруза на силос	Средний	1170	168	330	-	162	1170	239	
	Засушливый	1170	357	200	-	-	1013	856	
	Острозасушливый	1170	376	205	-	-	999	1008	

## **6.5 Способ осушения и схема осушительно-увлажнительной системы**

Для понижения уровня грунтовых вод на территории, занятой торфяниками мощностью более 1-2 м, и при использовании их под посев сельскохозяйственных культур следует запроектировать осушительную сеть в виде открытых каналов с кротовым дренажем: на переувлажнённой территории с минеральными почвами – гончарный закрытый дренаж с закрытыми коллекторами и открытым главным проводящим каналом.

Для защиты осушаемой территории от затопления склоновыми поверхностными водами с участков прилегающего водосбора и для перехвата потока грунтовых вод по её периметру проектируются нагорно-ловчие каналы, отводящие сток в проводящие каналы.

Защита со стороны реки от возможного затопления поймы в период весеннего половодья не предусматривается, так как паводок проходит ранней весной, а летние паводки, затапливающие пойму, бывают редко. Учитывая возможность весеннего затопления, озимые культуры на торфяных почвах не возделывают. Чтобы получить планируемые урожаи, часто приходится увлажнять почвы. Поэтому на осушаемом участке с торфяными почвами проектируют подпочвенное увлажнение по кротовым дренам за счёт задержания поверхностного и грунтового стока, а при возможности осуществляют и дополнительное увлажнение дождеванием. В связи со сложной конфигурацией осушаемого участка при этом наиболее приемлема дождевальная машина ДДН-70. Воду на дождевание берут из расположенного вблизи водохранилища.

## **6.6 Проектирование проводящей осушительной сети в плане**

Проектирование осушительной сети в плане зависит от характера рельефа, способа осушения, границ землепользования и севооборота.

Сначала намечают трассу магистрального канала. Если магистральным каналом будет река (приложение Е), то при наличии извилин намечают её спрямление, чтобы создать сравнительно выравненные осушаемые участки, удобные для механизированной обработки. Затем подлежащую осушению площадь разбивают на севооборотные участки и поля севооборота. Если на осушаемом участке планируется только один севооборот, то на плане ориентировочно намечают границы равновеликих полей севооборота с отклонением по площади не более, чем на 10-20 %.

При расположении полей надо помнить, что по их границам должны пройти каналы проводящей сети. Поэтому границы должны проходить по пониженным участкам рельефа, если они имеются на плане.

Расположение осушительной сети в плане выполняют отдельно по каждой категории каналов (транспортирующие собиратели, коллекторы, нагорно-ловчие каналы).

После того, как намечена трасса магистрального канала (МК) и границы полей севооборота, проектируют транспортирующие собиратели – примерно

перпендикулярно МК и по границам полей севооборота. Если расстояние между каналами меньше 800 м или больше 1500-2000 м, то можно изменить границу полей, выдержав требуемое расстояние между транспортирующими собирателями.

Примерно перпендикулярно к транспортирующим собирателям и параллельно магистральному каналу проектируют открытые коллекторы, расположенные друг от друга на 250-400 м. Если по условиям рельефа местности коллекторы можно делать двустороннего командования, то расстояние между ними принимается 400 м, а при одностороннем – 250 м, что обусловлено максимально возможной длиной кротодрены.

По границам массива на участках интенсивного поступления поверхностных и грунтовых вод проектируют нагорные и ловчие каналы.

По трассе магистрального канала, одного типового транспортирующего собирателя и одного открытого коллектора разбивают пикеты (разбивают их против течения – от устья канала к верховью) – это нужно для составления продольных профилей.

На каждом поле севооборота пишут дробью: в числителе номер поля, а в знаменателе – площадь нетто в гектарах.

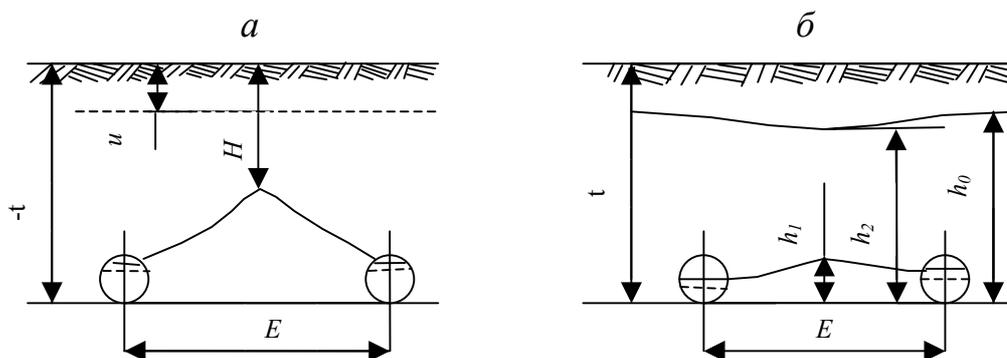
## **6.7 Проектирование регулирующей сети на торфяных почвах**

Регулирующую осушительную сеть на торфяных почвах проектируют в виде кротового дренажа. Она предназначена для отвода в коллектор из корнеобитаемого слоя избыточных вод и поддержания в нём требуемой нормы осушения.

При проектировании кротового дренажа устанавливают глубину заложения дрен  $t_{др}$  и расстояние между ними  $E$ , уклон  $i$  и длину дренажных линий  $L$ , а также диаметры отверстий кротовых дрен. Глубина заложения дрен зависит от нормы осушения. Уклон дрены принимают равным уклону поверхности земли, а если местность без уклона или с малым уклоном, уклон дрены должен быть не менее 0,0015.

Кротовые дрены обычно подключают с двух сторон к открытым коллекторам. Длину дрен проектируют в пределах 150-250 м. При больших уклонах местности длина кротодрен, направленных против уклона, делается меньшей или дрены подключаются к каналам только с одной стороны. Рабочий диаметр кротодрен принимается 15-20 см. Расстояние между кротовыми дренами  $E$  определяют для условий осушения и для условий увлажнительного действия дренажа. Для расчётов принимается меньшее значение из полученных величин.

Для условий осушения (рисунок 9, а) расстояние между кротовыми дренами на мощных торфяниках, подстилаемых малопроницаемыми и среднепроницаемыми грунтами, при ненапорном неустановившемся режиме грунтовых вод определяют по формуле А.Н. Костякова.



а – для условий осушения;

б – для условий увлажнительного действия дренажа.

Рисунок 9 - Схемы к определению расстояния между дренами:

$$E = 2 \sqrt{\frac{\kappa T (t-u)(t-H)}{\varphi \delta (H-u)}}, \quad (64)$$

где  $T$  – время, необходимое для понижения уровня грунтовых вод посередине между дренами от  $u$  до  $H$  (для условий РФ принимается 10-15 суток);

$H$  – норма осушения для расчётного посевного периода (0,4-0,6 м);

$t$  – глубина заложения дрен, м;

$u$  – первоначальный уровень грунтовых вод (0-0,2 м);

$\varphi$  – коэффициент, учитывающий форму депрессионной поверхности грунтовых вод, а также характер их понижения над дренами и посередине между ними (обычно  $\varphi = 1$ );

$\delta$  – удельная водоотдача грунта;

$k$  – коэффициент фильтрации (для условий торфяных почв РФ принимается 0,2-1,5 м/сутки).

Удельную водоотдачу грунта при отсутствии опытных данных определяют по формуле А.И. Ивицкого:

$$\delta = 0,116k^{3/8}(H-u)^{3/4}. \quad (65)$$

Если дренаи расположены выше водоупора, то вводится поправка – полученное расстояние умножают на  $\sqrt{B}$ .

Если требуется ввести поправку  $\sqrt{B}$ , то  $B$  определяют по эмпирической формуле С.В. Козлова:

$$B = 1 + 5,5 \sqrt{\frac{H_0 - T}{H_0} \cdot \frac{r}{T}}, \quad (66)$$

где  $B$  – коэффициент висячести;

$H_0$  – полная мощность водопроницаемого слоя, м;  
 $T$  – глубина заложения дрен, м;  
 $r$  – внешний радиус дрены, м.

Для условий увлажнения расстояние между дренами (рисунок 9, б) определяют по формуле А.М. Янголя:

$$E = 2 \sqrt{\frac{t_p k (h_0^2 - h_1 h_2)}{\beta (0,5 h_0 + \mu - h_1)}}, \quad (67)$$

где  $t_p$  – продолжительность увлажнения (на торфах со средней водопроницаемостью принимается 3-5 суток);

$h_1$  и  $h_2$  – уровни грунтовых вод посередине между дренами соответственно до и после подпора, считая от дна (рекомендуется принимать:

$$h = 0 \dots 0,1 \text{ м}; h_2 = t_{\text{др}} - (0,3 \dots 0,4 \text{ м});$$

$h_0$  – подпорный уровень воды над дренай (можно принять  $h_0 = h_2 + (0,1 \dots 0,2 \text{ м})$ );

$\beta$  – активная порозность или недостаток насыщения грунта, долей единицы (принимается в зависимости от степени разложения торфа или по формуле А.И. Ивицкого  $\beta = 0,116 k^{3/8} (h_2 - h_1)^{3/4}$ );

$\mu$  – параметр, определяем по формуле:

где  $\operatorname{arcsch} \sqrt{\frac{h_0^2}{h_2^2} - 1}$  – гиперболическая функция, определяемая по графику

(рисунок 10).

Из вычисленных значений  $E$  принимается меньшее.

$$\mu = \frac{h_2^2}{2 \sqrt{h_0^2 - h_2^2}} \cdot \operatorname{arcsch} \sqrt{\frac{h_0^2}{h_2^2} - 1},$$

После подсчёта расстояния между дренами устанавливают объём работ по кротовому дренажу, т.е. длину нарезки кротового дренажа. Длину нарезки определяют по формуле

$$\Sigma L_{\text{к.д}} = F_{\text{к.д}} / E, \quad (68)$$

где  $F_{\text{к.д}}$  – площадь нарезки кротового дренажа (определяют по плану согласно схемы подключения кротовых дрен к открытому коллектору), м<sup>2</sup>;

$E$  – расстояние между дренами, м.

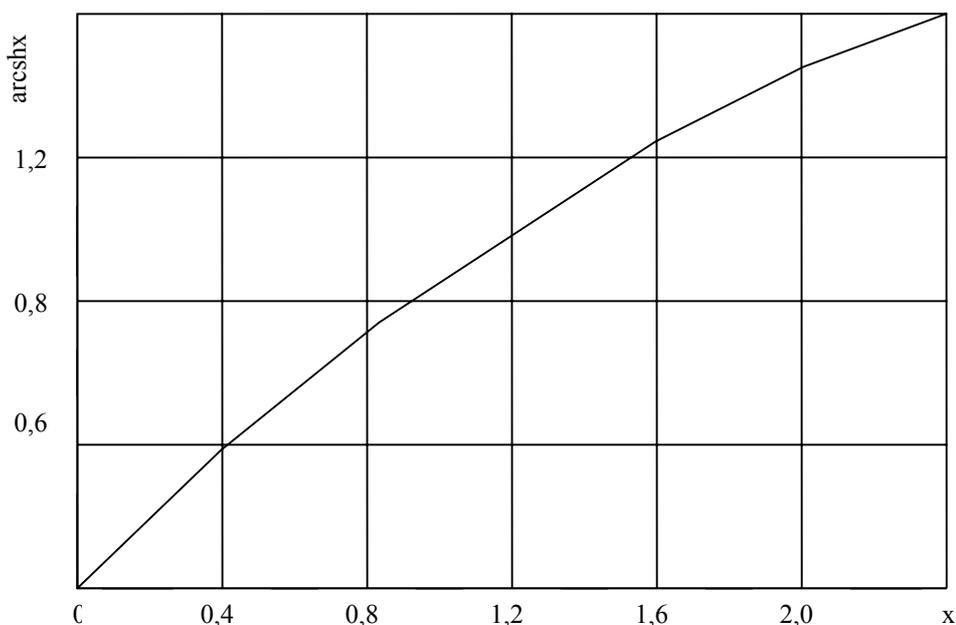


Рисунок 10 - График зависимости arcs  $hx$  от  $x$ .

## 6.8 Проектирование и расчёт трубчатого дренажа на минеральных почвах

Закрытый гончарный или пластмассовый дренаж проектируют на типовом участке площадью 20-100 га. Для этого выбирают участок на минеральных почвах или на мелких торфяниках. Типовой участок вычерчивают в масштабе 1:2000 на отдельном листе и на нём проектируют закрытый дренаж (приложение Ж). При проектировании гончарного дренажа устанавливают глубину заложения дрен и расстояние между ними, уклон и длину дрен и коллекторов и их диаметры. Прежде всего проектируют положение дрен и коллекторов в плане с учётом рельефа местности и допустимых уклонов дренажа. При малых уклонах поверхности земли проектируют продольную схему расположения дрен при больших – поперечную.

Расстояние между дренами назначается в зависимости от фильтрационных свойств почвы, уклона поверхности и других факторов (см. таблица 20, 21). Если мощность гумусового горизонта более 30 см, то расстояние между дренами увеличивают на 10-20 %; на карбонатных почвах расстояния увеличивают на 10-25 %, а если систематический дренаж сочетается с мелким кротовым дренажем или кротованием – на 20-30 %. В почвах, содержащих железистые соединения более 1 %, и в пылеватых песках расстояние между дренами рекомендуется уменьшать на 10-25 %.

Таблица 20 - Расстояние между дренами в минеральных почвах

Почва	Содержание частиц диаметром < 0,01мм, %	Расстояние, м	
		на полях	на лугах
Глинистая	50	12-14	16-20
Суглинистая	25-50	15-19	20-30
Супесчаная	10-20	19-24	30-40
Песчаная	10	24-36	40-50

Таблица 21 - Расстояния между дренами на минеральных избыточно увлажнённых почвах

Содержание частиц почвы диаметром менее 0,05 мм, %	Расстояние между дренами при уклоне местности, м			Глубина заложения дрен, м
	< 0,005	0,005 – 0,03	> 0,03	
100-80	10-13	11-14	15-20	0,7-0,9
80-60	13-15	14-16	20-22	0,7-0,9
60-40	15-18	16-20	22-27	0,9-1,0
40-30	18-20	20-22	27-30	0,9-1,0
20-10	23-25	25-27	34-37	1,0-1,1
10-00	25-30	27-33	37-45	1,0-1,1

Диаметры дрен принимаются равными 5см. Диаметры коллекторов определяют гидравлическим расчётом. Для этого необходимо определить расчётный модуль дренажного стока и подкомандную данному участку коллектора площадь. Расчётный модуль дренажного стока при отсутствии фактических данных определяют по формуле А.М. Янголя:

$$q_p = qk_0k_u k_p, \quad (69)$$

где  $q$  – исходный модуль стока, л/с · га;

$k_0$  – коэффициент, зависящий от годовой нормы осадков;

$k_B$  – коэффициент, зависящий от расстояний между дренами (таблица 22).

Исходный модуль стока в зависимости от использования осушаемой территории следующий: при осушении под пашню и весенние пастбища 0,61 л/с га, под сенокосные луга и летние пастбища – 0,52 л/с га, под сады – 0,70 л/с га.

Порядок расчёта коллектора следующий. По трассе коллектора составляют продольный профиль в горизонтальном масштабе 1:2000 и

вертикальном 1:100 и по нему определяют проектный уклон (приложение И) Диаметр труб коллектора по его длине подбирают от верховья к устью в такой последовательности:

1) в верховье коллектора принимают стандартный диаметр трубы  $d = 7,5$  см и, зная уклон коллектора  $i$ , определяют скорость движения воды  $V$  и пропускную способность коллектора  $Q$  по формулам

$$V = c\sqrt{Ri} = \frac{c}{2}\sqrt{di}; \quad Q = \omega V = \frac{\pi d^2}{8} \cdot c\sqrt{di}; \quad (70)$$

2) зная  $Q$  и  $q_p$ , определяют площадь, которая обслуживается коллектором при данном диаметре

$$\omega_1 = Q/q_p; \quad (71)$$

3) зная принятое расстояние между дренами и площадь, обслуживаемую коллектором, определяют суммарную длину дрена, которую можно подключить к коллектору данного диаметра:  $L_{\text{сум}} = \omega_1/E$ ; суммируя длины дрена, начиная сверху, на плане определяют точку изменения диаметра;

Таблица 22 - Коэффициенты  $k_p$ ,  $k_0$  и  $k_B$

$k_p$ в зависимости от расстояний между дренами		$k_0$ в зависимости от годовой нормы осадков		$k_B$ в зависимости от водопроницаемости почвы		
расстояние между дренами, м	$k_p$	годовая норма осадков, м	$k_0$	степень водопрони- цаемости	коэффициент фильтрации, см/с	$k_B$ для тяжёлых суглинков и глин
5	1,38	500-600	1,0	Малая	< 0,0005	0,7
10	1,0	600-700	1,19			
20	0,7	700-800	1,21	Средняя	0,0005-0,001	0,9
30	0,65	800-900	1,26			
40	0,59	900-1000	1,3	Большая	> 0,001	1,38
50	0,35					

4) принимают трубы больших стандартных размеров и по ним производят в предыдущей последовательности расчёты. Стандартные диаметры гончарных и раструбных керамических труб следующие: 5; 7,5; 10; 12,5; 15; 17,5; 20; 25; 30; 35; 40 (см). Все расчёты сводят в таблице 23.

Таблица 23 - Гидравлический расчёт коллектора

Диаметр коллектора $d$ , см	Уклон $i$	Скорость течения воды $V$ , м/с	Расход воды $Q$ , л/с	Дренажный модуль $q$ , л/с·га	Осушаемая площадь $\omega$ , га	Расстояние между дренажами $E$ , м	Общая длина дрен $L$ , м	Местоположение диаметра коллектора от ГК... до ГК...
7,5	0,004	0,37	1,65	0,58	2,85	18	1580	3+10...4+60

### 6.9 Гидрологические расчёты для проводящей осушительной сети

При отсутствии в районе осушаемого участка гидрометрических наблюдений гидрологические характеристики для определения расчётных расходов осушительных каналов определяют по эмпирическим формулам. Для расчётов необходимо знать элементы физико-географической характеристики водосбора – площадь, заболоченность, лесистость и озерность.

При использовании осушаемых земель под пашню (без озимых зерновых) устанавливают следующие расчётные расходы осушительных каналов: предпосевно-посевной – 10-25 %-ной обеспеченности, летне-осенний или высоколетний – 10 %-ной, меженный – 50 %-ной, низкий летний 75-95 %-ной обеспеченности. Расчётный расход для посевного периода заданной обеспеченности определяют по формуле

$$Q_p = 0,001q F\lambda_p, \quad (72)$$

где  $q$  – модуль посевного стока, л/с · км<sup>2</sup>;

$F$  – площадь водосбора, км<sup>2</sup>;

$\lambda_p$  – переходной коэффициент от нормы посевного стока к расходам заданной обеспеченности (при 10 %-ной обеспеченности принимается от 1,8 – 2,0).

Модуль посевного стока для водотока со средневзвешенными уклонами менее 1<sup>0</sup>/<sub>00</sub> определяют:

$$q = Ak + (0,01L - 1); \quad (73)$$

для водотоков со средневзвешенными уклонами более 1<sup>0</sup>/<sub>00</sub>:

$$q = [Ak + (0,01L - 1)] \gamma, \quad (74)$$

где  $A$  – географический параметр, определяемый по карте изолиний для центра бассейна (для северной части РФ  $A = 2 \dots 5$ );

$L$  – длина водотока от водораздела до расчётного створа, км;

$k$  – коэффициент, учитывающий влияние заболоченности и залесенности бассейна; определяется по формуле

$$k = 0,05\varphi + 0,01\beta + 1, \quad (75)$$

где  $\varphi$  – коэффициент заболоченности бассейна, %;

$\beta$  – коэффициент заселенности бассейна, %;

$\gamma$  – коэффициент, учитывающий влияние уклона на норму посевного стока;  $\gamma = I^{1/5 \dots 1/6}$ ,

где  $I$  – средневзвешенный уклон, ‰.

Расчётный расход для высоколетнего периода заданной обеспеченности определяют умножением предварительно вычисленных мгновенных ливневых максимумов той же обеспеченности на коэффициент  $k$ . Максимальный ливневый расход для рассматриваемого района и лесостепи определяют в зависимости от величины водосборной площади. Для площадей, превышающих  $50 \text{ км}^2$ , максимальный ливневый расход определяют по формуле

$$Q_p = q_{200} \left( \frac{200}{F} \right)^n \lambda_p \delta_1 \delta_2 F, \quad (76)$$

где  $q_{200}$  – модуль максимального расхода воды вероятностью ежегодного превышения 1 %, приведенный к площади водосбора  $200 \text{ км}^2$  (для северной части РФ  $q_{200} = 0,2 \dots 1 \text{ м}^3/\text{с км}^2$ );

$n$  – показатель степени редукции модуля максимального расхода (для западных и центральных районов  $n = 0,6$ );

$\delta_2$  – коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода вследствие заболоченности;  $\delta_2$  определяют по формуле

$$\delta_2 = 1 - 0,8 \lg(1 + 0,1f_6), \quad (77)$$

где  $f_6$  – степень заболоченности бассейна, %;

$\delta_1$  – коэффициент, учитывающий зарегулированность максимального расхода проточными озёрами (при отсутствии озёр  $\delta_1 = 1$ );

$\lambda_p$  – переходный коэффициент от вероятности превышения 1% к другой вероятности.

Коэффициент  $\lambda_p$  для перехода к 10 %-ной обеспеченности составит: при площади водосбора  $F > 100 \text{ км}^2$   $\lambda_p = 0,40$ ; при  $F = 50 \dots 100 \text{ км}^2$   $\lambda_p = 0,34$ ; при  $F = 10 \dots 50 \text{ км}^2$   $\lambda_p = 0,26$ ; при  $F = 1 \dots 10 \text{ км}^2$   $\lambda_p = 0,23$ .

Для площадей менее 50 км<sup>2</sup> максимальный ливневый расход определяют по формуле

$$Q_p = A_{1\%} \varphi H_{1\%} \lambda_p \delta_1 F, \quad (78)$$

где  $\varphi$  – коэффициент паводкового стока (определяют по таблице 24);

Таблица 24 - Коэффициент паводкового стока  $\varphi$

Категория поверхности	Почва	Суточный слой осадков $H_{1\%}$	Коэффициент $\varphi$ при площади водосбора, км <sup>2</sup>				
			<0,1	0,1-1,0	1,0-10,0	10-100	>100
III	Суглинки, подзолистые и серые лесные суглинки, сероземы тяжелосуглинистые, тундровые и болотные	≤80	0,70	0,60	0,55	0,50	0,45
		81-100	0,80	0,75	0,70	0,65	0,65
		101-150	0,85	0,80	0,75	0,65	0,65
		151-200	0,85	0,85	0,80	0,70	0,70
		>200	0,90	0,90	0,80	0,75	0,75

$H_{1\%}$  - суточный слой осадков с вероятностью превышения  $p = 1\%$  (для северной части РФ  $H_{1\%} = 50 \dots 75$  мм);

$A_{1\%}$  - максимальный модуль стока (при  $\delta_1=1$ ), выраженный в долях от произведения

$$A_{1\%} = q_{1\%} / \varphi H_{1\%}, \quad (79)$$

Максимальный модуль стока  $A_{1\%}$  определяют по таблице 25 в зависимости от гидроморфологической характеристики русла  $\Phi_p$ , времени склонового добега  $\tau$ , типа кривых редуции осадков. Гидроморфологическую характеристику русла реки  $\Phi_p$  определяют по формуле

$$\Phi_p = \frac{1000L}{mI^{1/3} F^{1/4} (\varphi H_{1\%})^{1/4}}, \quad (80)$$

где  $L$  – длина водосбора, км;

$I$  – уклон водосбора;

$m$  – коэффициент, зависящий от шероховатости русла.

Для чистых русел и периодических водотоков  $m = 11$ , для заросших, извилистых  $m = 9$ , для русел периодических водотоков, сильно засорённых и извилистых  $m = 7$ .

Таблица 25 - Максимальный модуль дождевого стока в долях от

$$\text{произведения } \varphi H_{1\%} A_{1\%} = \frac{q_{1\%}}{\varphi H_{1\%}} \quad (81)$$

Тип кривых редукций осадков	Продолжитель- ность склонного добегания, мин	Максимальный модуль стока $A_{1\%}$ при $\Phi_p$ равном					
		1	10	30	50	100	200
4, 4 <sub>a</sub>	10	0,47	0,28	0,11	0,066	0,030	0,013
	30	0,26	0,18	0,094	0,059	0,029	0,013
	60	0,16	0,13	0,077	0,052	0,027	0,013
	100	0,11	0,090	0,060	0,045	0,025	0,013
	150	0,08	0,070	0,050	0,038	0,023	0,012
	200	0,065	0,055	0,042	0,032	0,021	0,011
3, 3 <sub>a</sub>	10	0,42	0,25	0,10	0,060	0,030	0,014
	30	0,24	0,17	0,085	0,054	0,028	0,013
	60	0,15	0,12	0,070	0,049	0,026	0,013
	100	0,10	0,085	0,058	0,047	0,024	0,013
	150	0,074	0,065	0,045	0,038	0,023	0,012
	200	0,060	0,053	0,042	0,032	0,021	0,012

Время склонового добегания  $\tau$  устанавливают по таблице 26 в зависимости от геоморфологической характеристики склонов  $\Phi_{ск}$  и типа кривых редукции осадков. Геоморфологическую характеристику склонов определяют по формуле

$$\Phi_{ск} = \frac{\left(1000 \bar{l}\right)^{1/2}}{m_1 I_{ск}^{1/4} \left(\varphi H_{1\%}\right)} \quad (82)$$

Таблица 26 - Продолжительность склонового добегания  $\tau_{ск}$ , мин

Значение $\tau_{ск}$	Гидроморфологическая характеристика склонов водосбора $\Phi_{ск}$								
	0,5	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10	12	15
При кривых редукции осадков 3, 3 <sub>a</sub>	2,7	5,3	12	34	62	100	150	200	300
То же при 4, 4 <sub>a</sub>	2,3	5,2	11	30	58	93	140	190	300

где  $\bar{l}$  – средняя длина склонов;

$m_1$  – коэффициент шероховатости (в таблице 27).

Если площадь водосбора более 10 км<sup>2</sup>, продолжительность склонового добега  $\tau_{ск}$  при отсутствии данных наблюдений может быть принята равной: для лесных незаболоченных бассейнов 60-100 мин, заболоченных – 150 мин, лесостепной зоны 40-60 мин.

Высоколетние расходы определяют, как  $Q_{в.лет} = Q_p k$ , где  $k$  – переходный коэффициент (таблица 28). При относительно пересечённом рельефе и небольшой заселенности принимается нижний предел значений  $k$ , при плоском рельефе и значительной заселенности – верхний.

Таблица 27 - Коэффициент шероховатости  $m_1$  для склонов

Поверхность склонов	Коэффициент $m_1$ при травяном покрове склонов		
	Редкий или отсутствует	обычный	густой
Укатанная, спланированная грунтовая.	0,40	0,30	0,25
Хорошо обработанная вспашкой и боронованием, не вспаханная без кочек.	0,30	0,25	0,20
Грубо обработанная вспашкой, кочковатая с застройкой более 20 %	0,20	0,15	0,10

Таблица 28 - Переходные коэффициенты от мгновенных ливневых максимумов к среднесуточным расходом воды

Зона	Коэффициент $k$ при площади водосбора, км <sup>2</sup>									
	5	10	25	50	100	150	200	400	750	1000
Лесная, в том числе	0,35	0,42	0,55	0,65	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,0
Полесье	0,40	0,48	0,62	0,72	0,80	0,85	0,90	0,95	1,0	1,0
Лесостепная	0,10	0,16	0,30	0,45	0,65	0,73	0,80	0,85	0,90	0,95

Расчётные расходы для меженного или бытового стока 50 %-ной обеспеченности при отсутствии наблюдений определяют по формуле

$$Q_p = 0,001qFk_p \quad (83)$$

где  $q$  – норма бытового расхода (для северной части РФ  $q = 0,5 \dots 2,0$  л/с км<sup>2</sup>);

$F$  – водосборная площадь, км<sup>2</sup>;

$k_p$  – переходный коэффициент от нормы бытового расхода к расчётной вероятности превышения для 50 %-ной обеспеченности (от 0,51 до 0,84).

Расчётные минимальные летне-осенние расходы определяют в зависимости от расходов бытового стока

$$Q_{\min} = Q_P k_n \quad (84)$$

где  $k_n$  – переходный коэффициент от расходов 50 %-ной обеспеченности к расходам 80 %-ной обеспеченности (от 0,40 до 0,89).

## **6.10 Проектирование и расчёт поперечных сечений проводящих осушительных каналов**

### **Составление продольных профилей по каналам**

Размеры открытых боковых каналов, имеющих водосборную площадь менее 5 км<sup>2</sup>, принимаются конструктивно.

В курсовом проекте обычно составляют продольные профили по одному транспортирующему собирателю и одному впадающему в него открытому коллектору. Масштабы их: горизонтальный 1:10000, вертикальный 1:100 (приложение К). На всех продольных профилях каналов необходимо выполнить сопряжение их в вертикальной плоскости.

Оградительную сеть в виде нагорно-ловчих каналов делают глубиной в среднем 1,5-2 м. Размеры поперечного сечения этих каналов назначаются аналогично боковым каналам. Продольный уклон нагорно-ловчих каналов должен быть минимальным – порядка 0,0002 в связи с тем, что каналы будут использоваться не только для отвода излишних вод, но и для подачи воды на увлажнение.

Для открытых каналов, имеющих водосборную площадь более 5 км<sup>2</sup>, определяют расчётные расходы и производят гидравлический расчёт.

Гидравлический расчёт проводится для установления размеров поперечного сечения каналов и проверки скоростей движения воды в них. Расчёт ведётся по формулам равномерного движения воды в открытых руслах. Гидравлический расчёт осушительных каналов проводится для каналов с площадью водосбора более 5 км<sup>2</sup> на посевной расход 10-25 %-ной обеспеченности, высокий летний – 10%-ной обеспеченности и меженный (бытовой) – 50 %-ной обеспеченности.

Поперечное сечение канала должно быть таким, чтобы горизонты воды в нём при прохождении посевного расхода находились ниже бровки канала не менее, чем на 0,7-1 м, высоколетнего – на 0,1-0,2 м, а при меженных горизонтах воды в каналах обеспечивалась бы вертикальная увязка их совпадающими боковыми каналами или закрытыми коллекторами.

В посевной период в почво-грунтах необходимо обеспечивать норму осушения  $h_{\text{пос}} = 0,5 \dots 0,6$  м. В это время продолжается процесс осушения и, следовательно, кривые депрессии к каналам понижаются, поэтому горизонт воды при посевном расходе должен находиться ниже бровки канала на 0,7-1 м.

При пропуске летне-осенних паводков допускается работа каналов полным сечением; с учётом неровности рельефа запас бровок при этом принимается 0,1-0,2 м. При меженных расходах проверяются условия сопряжения каналов в вертикальной плоскости. Следовательно,

$$H'_p = h_{\text{пос}} + (0,7 \dots 1,0 \text{ м}); \quad (85)$$

$$H''_p = h_{\text{в.в}} + (0,1 \dots 0,2 \text{ м}); \quad (86)$$

$$H'''_p = h_{\text{меж}} + H_{\text{т.с}} \quad (87)$$

Из вычисленных значений необходимо принимать большее  $H_p$ . Если небольшие осушительные каналы прокладываются по целине, ширина их по дну может быть принята как

$$b \cong 1/3Q \quad (88)$$

где  $Q$  – расчётный расход,  $\text{м}^3/\text{с}$ ; подставляется обычно  $Q_{\text{пос}}$ , но при  $Q_{\text{в.в}} > 1,5 Q_{\text{пос}}$  подставляют  $Q_{\text{в.в}}$ . Если магистральные каналы проходят по существующим водотокам, расчётную глубину канала необходимо принимать по средней глубине русла, углублять перекаты и подчищать дно.

Одновременно с выполнением гидравлического расчёта составляют продольный профиль по магистральному каналу. После нанесения на продольный профиль поверхности земли определяют фактический уклон её. Проектный уклон дна канала принимают равным среднему уклону поверхности земли, но не менее 0,0002 (приложение Л).

В зависимости от геологических условий и размеров водотока выбирают форму поперечного сечения каналов. Если осушительные каналы проходят по новой трассе, то ширину канала  $b$  (при трапецидальной форме сечения) принимают  $b \cong 1/3Q$ , где  $Q$  – расчётный расход,  $\text{м}^3/\text{с}$ . В эту зависимость обычно подставляют  $Q_{\text{пос}}$ ; если же высоколетний расход  $Q_{\text{в.лет}}$  намного превышает  $Q_{\text{пос}}$ , подставляют значение  $Q_{\text{в.лет}}$ .

По гидравлическому расчёту определяют глубины наполнения канала при всех расчётных расходах и устанавливают расчётную глубину канала. При этом обеспечивают необходимые запасы от горизонтов воды до бровки канала при посевных и высоколетних расходах и соблюдают условия увязки каналов в вертикальной плоскости при меженных расходах.

Для каналов, проходящих по существующим руслам, сначала устанавливают расчётную их глубину, приняв её равной средней глубине русла с углублением перекатов и подчисткой дна на заросших участках. При недостаточных размерах существующего сечения проектируют расширение его. При этом проверяют также условия пропуска расчётных расходов и увязку каналов в вертикальной плоскости.

Если каналы проектируются в торфяных грунтах по новым трассам, то строительную глубину канала принимают большей на величину осадки торфа.

В запроектированных каналах проверяют скорости движения воды. Если скорости движения воды будут в допустимых пределах от  $V_{\min}$  (при меженных расходах) до  $V_{\max}$  (при полном наполнении канала), то сечение канала будет устойчивым. Если скорости движения воды превышают допустимые значения, то уменьшают уклоны каналов и проектируют сопрягающие сооружения – перепады, быстротоки.

При проектировании продольных профилей осушительно-увлажнительных систем учитывают требования автоматизации водораспределения, которая обязательна в проекте. После того, как на продольные профили осушительных каналов нанесут отметки земли, выбирают схему автоматического регулирования: по верхнему бьефу, по нижнему или смешанное.

В производственных условиях схему выбирают путём экономического сравнения вариантов. При значительных уклонах поверхности земли целесообразно применять регулирование по верхнему бьефу, чтобы избежать увеличения объёмов работы за счёт необходимости создания горизонтальных дамб вдоль каналов. При этой схеме обеспечивается надёжность отвода излишков воды и создания необходимого подпора для увлажнения, а также упрощается эксплуатация сооружения. Регулирование по нижнему бьефу целесообразно осуществлять на местности с малыми уклонами. При этом немедленно удовлетворяют заявки потребителей за счёт объёмов регулирования и происходит автоматическая перерегулировка при изменениях забора воды на увлажнение, но и происходит повышение уровня воды в каналах при минимальных потребляемых для увлажнения расходах.

Для автоматизации водорегулирования следует применять средства местной автоматизации – подпорные регулирующие сооружения на открытых каналах и автоматизированные насосные станции.

Выбор схем регулирования, определение степени автоматизации и проектирование осушительной и увлажнительной сети осуществляются одновременно на всех звеньях системы.

На внутрихозяйственной осушительной и увлажнительной сети, а также на каналах межхозяйственной сети с расходами до  $10 \text{ м}^3/\text{с}$ , как правило, рекомендуется применять автоматические регуляторы гидравлического действия, водосливные пороги и затворы. На каналах с расходами свыше  $10 \text{ м}^3/\text{с}$  целесообразно применять регуляторы электрического действия.

При выборе средств автоматизации особое внимание необходимо обращать на следующие местные условия: возможность создания гидравлических перепадов, необходимых для работы регуляторов гидравлического действия; работоспособность регуляторов при возможности их затопления паводковыми водами.

Для автоматов-регуляторов гидравлического действия больше, чем для обычных сооружений, нужны минимальные гидравлические перепады. Для электрических регуляторов гидравлический перепад требуется на 10 см меньше, чем для гидравлических.

При размещении на каналах перегораживающих сооружений с автоматическими регуляторами уровня верхнего бьефа между ними необходимо устанавливать максимальные расстояния и при этом соблюдать следующие условия:

- 1) в режиме увлажнений подпертый уровень воды в бьефах каналов при минимальном расчётном расходе должен обеспечить командование над уровнем воды в увлажнительных каналах или дренажных коллекторах;
- 2) в режиме осушения уровни воды в каналах должны обеспечить отвод воды с осушителей, создавая оптимальные условия на осушаемой территории.

При регулировании по нижнему бьефу перегораживающие сооружения оборудуют регуляторами нижнего бьефа. При проектировании бьефов каналов необходимо учитывать, что расчётный уровень воды в бьефе при пропуске максимального расхода должен обеспечить командование над расчётными уровнями воды в увлажнительных каналах младшего порядка не менее, чем на величину гидравлических потерь в водовыпусках принятого типа.

Минимально допустимая длина бьефа и расстояние между перегораживающими сооружениями определяются минимальным регулирующим объёмом в нём, необходимым для обеспечения водой одновременно включающихся потребителей (увлажнителей) в период времени от включения до поступления в бьеф затребованного расхода и добегающего его до потребителей.

## **6.11 Мероприятия по увлажнению осушаемых земель и автоматизация водорегулирования**

Основным методом мелиорации болот и избыточно увлажнённых минеральных земель является двустороннее регулирование водного режима, что в большинстве случаев подтверждается водно-балансовыми расчётами. Как правило, дополнительное увлажнение для условий РФ необходимо в годы 50, 75 и 90 %-ной обеспеченности по осадкам. Самые большие объёмы воды на увлажнение требуются в год 90 %-ной обеспеченности, поэтому расчёты потребного объёма воды на увлажнение надо проводить для данных условий.

На осушаемой территории с торфяными почвами предусматривают подпочвенное увлажнение по кротовым дренам, а поверхностное увлажнение дождеванием проектируют на прилегающих склонах с минеральными почвами. На этом участке может быть запроектирована совмещённая схема увлажнения. К совмещённым схемам увлажнения относятся системы с применением дождевания, в которых закрытые коллекторы осушительной сети используются в качестве распределителей для подачи к дождевальным установкам.

Применение этой схемы экономически выгодно при уклонах поверхности более 0,003, так как при меньших уклонах для коллекторов требуются трубы больших диаметров. При проектировании увлажнения сначала устанавливают источник увлажнения, определяют его расходы и оросительную способность, далее сравнивают оросительную способность и

расходы источника увлажнения с потребностью воды на увлажнение, найденную в результате расчётов по режиму увлажнения. Затем намечают трассы водоподводящих каналов и места расположения регулирующих сооружений, а при необходимости – и насосных станций; при поверхностном увлажнении выбирают тип дождевальной установки, намечают расположение оросительной сети и определяют её расчётные расходы.

При подпочвенном увлажнении основного осушаемого участка источником увлажнения в большинстве случаев может служить река, которая протекает обычно в центре массива и используется как магистральный канал. Если недостаточно этого источника, можно найти другие – грунтовые, сточные, теплообменные воды и воды поверхностного стока.

Особое значение приобретает зарегулирование вод поверхностного и грунтового стока непосредственно на территории осушительно-увлажнительной системы путём предупредительного шлюзования и строительства аккумулирующего водохранилища.

Степень возможного использования того или иного водотока для увлажнения устанавливают путём расчёта его оросительной способности. Для этого составляют гидрографы стока водоисточника по годам расчётной обеспеченности. На основании произведённых гидрологических расчётов устанавливают расходы различной расчётной обеспеченности в летний период, когда требуется увлажнение: бытовой сток 50 %-ной обеспеченности, минимальный сток 85 %-ной обеспеченности.

По составленному графику режима увлажнения для года 90%-ной обеспеченности определяют наиболее напряжённые периоды, когда требуется увлажнять одновременно большинство культур. Модуль приточности для каждой культуры определяют по формуле

$$Q_{бр} = m_{бр}/86,4t, \quad (89)$$

где  $t$  – продолжительность подачи воды на увлажнение, суток;  
 $m_{бр}$  – норма увлажнения брутто, определяется по выражению

$$m_{бр} = m_{нт} + W_{ф} + W_{и}, \quad (90)$$

где  $m_{нт}$  – норма увлажнения нетто (определяется по расчётному режиму увлажнения);

$W_{ф}$  – потери воды на фильтрацию в транзитной части каналов, м<sup>3</sup>;

$W_{и}$  – потери воды на испарение с поверхности каналов за период увлажнения, м<sup>3</sup>.

Потери воды на фильтрацию из канала можно определить приближённо по формуле Гиршкана

$$W_{\phi} = 5,443ktl\sqrt{Q}, \quad (91)$$

где  $k$  – коэффициент фильтрации грунтов канала, м/сутки;  
 $t$  – продолжительность подачи воды по каналу, суток;  
 $l$  – суммарная длина транзитной части подводящих каналов, м;  
 $Q$  – расход канала, м<sup>3</sup>/с.

Потери воды на испарение с водой поверхности каналов  $W_{и}$  определяют по формуле

$$W_{и} = hlt(a + 2m), \quad (92)$$

где  $h$  – слой испарения, м/сутки;  
 $l$  – суммарная длина одновременно действующих каналов, м;  
 $t$  – продолжительность подачи воды на увлажнение, суток;  
 $a = b/h$  (отношение ширины канала по дну к глубине воды в канале);  
 $m$  – заложение откосов.

Продолжительность увлажнения  $t$  в однородных грунтах определяют по формуле А.М. Янголя (при увлажнении торфяных почв по кротодренам обычно принимают  $t = 5$  суток).

Модуль приточности определяют для боковых транспортирующих осушительных каналов. Зная модуль приточности  $q_{бр}$  и увлажняемую площадь осушительной системы  $\omega$ , находят общий расход, потребный на увлажнение:

$$Q_{бр} = \frac{\omega q_{бр}}{1000}, \quad (93)$$

Подсчёт потребных расходов и объёмов сводят в таблице 29. По отдельным периодам суммарные расходы на увлажнение сравнивают с тем расходом воды, который можно использовать из реки.

В реке следует оставлять минимальные расходы  $Q_{сан}$  для поддержания биологического и санитарного состояния их. Они принимаются по зависимости

$$Q_{сан} = Q_{мин}K, \quad (94)$$

где  $Q_{мин}$  – минимальный расход реки в естественном состоянии;  
 $K$  – доля расхода, оставляемая в реке ( $K = 0,3$  при  $Q_{мин} = 0,5 \dots 10$  м<sup>3</sup>/с;

$K = 0,35$  при  $Q_{мин} = 10 \dots 50$  м<sup>3</sup>/с;  
 $K = 0,40$  при  $Q_{мин} = 50 \dots 200$  м<sup>3</sup>/с).

Таблица 29 - Потребные расходы и объёмы воды на увлажнение

Культура	Площадь, занятая культурами, га	Площадь увлажнения по кротовым дренам, га	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	№ увлажнений	Продолжительность увлажнения, суток	Норма увлажнения нетто, м <sup>3</sup> /га	Норма увлажнения брутто, м <sup>3</sup> /га	Расчётный модуль прито-ности, л/с · га	Требуемый расход воды на увлажнение, м <sup>3</sup> /с	Потребный объёмом воды на увлажнение, тыс.м <sup>3</sup>	Срок увлажнения
Кукуруза на силос	180	129	1008	1	5	330	445	1,03	0,13	57,0	25.VII-30.VII

Расход, который можно забрать из реки, будет равен  $Q_{\min} - Q_{\text{сан}}$ . Если потребный расход на увлажнение  $Q_{\text{бр}}$  будет меньше расхода, который можно использовать из реки, то регулировать сток нет необходимости. Если  $Q_{\text{бр}}$  будет больше  $Q_{\min} - Q_{\text{сан}}$ , то сток реки регулировать необходимо. Объём для увлажнения, который надо иметь в результате зарегулирования стока, определяется:

$$W_{\text{бр}} = 86,4tQ_{\text{бр}} \quad (95)$$

Этот объём может быть задержан в подпертых бьефах реки или зарегулирован в специальных водохранилищах. Необходимость создания регулирующего водохранилища решается путём сравнения объёма в подпертом бьефе  $W_{\text{бьеф}}$  с объёмом воды на увлажнение  $W_{\text{бр}}$ . Объём воды, который можно задержать в подпертом бьефе, определяют приближённо по формуле

$$W_{\text{бьеф}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{H}{i} HB \quad (96)$$

где  $B$  – средняя ширина канала или реки, м;

$i$  – уклон канала реки;

$H = H_{\max} - H_{\min}$ ;

$H_{\max}$  – глубина воды в магистральном канале при подпертом уровне (принимается на 20-30 см ниже бровки у подпертого шлюза), м;

$H_{\min}$  – глубина воды в магистральном канале у подпертого шлюза на уровне дна боковых каналов, м.

Если  $W_{\text{бьеф}} > W_{\text{бр}}$ , то специального водохранилища делать не надо.

После того, как установлен источник увлажнения, приступают к разработке схемы подачи воды из магистрального канала в боковые, а из них –

в открытые коллекторы. Водорегулирование на осушительных системах должно быть автоматизировано. Для подачи воды на увлажнение используются нагорно-ловчие и боковые каналы.

Подача воды на поле севооборота для увлажнения осуществляется следующим образом. Из подпертого бьефа магистрального канала в верхнем створе вода самотёком, а при необходимости – с помощью автоматизированной насосной станции поступает в нагорно-ловчие каналы, а из них в боковые каналы и дальше в открытые коллекторы, из которых через кротодрены увлажняют осушаемую территорию.

Каждое поле севооборота или часть его ограничена с двух противоположных сторон боковыми каналами. Из бокового канала, расположенного на более высоких отметках поля, вода поступает в открытые коллекторы, а через нижний, в период избыточного увлажнения, вода сбрасывается в магистральный канал.

Для автоматизации водораспределения в голове каждого открытого коллектора, примыкающего к подающему боковому каналу, устанавливают водовыпускное сооружение с регулятором уровня воды по нижнему бьефу, а в конце коллектора – с регулятором по верхнему бьефу. В голове подающего бокового канала устанавливают авторегулятор по нижнему бьефу, а в конце – по верхнему. Авторегуляторы по нижнему бьефу после заполнения каналов водой до расчётных отметок будут поддерживать эти горизонты воды в течение всего периода увлажнения, после чего подача воды прекращается. Авторегуляторы по верхнему бьефу, в случае необходимости, будут сбрасывать излишки воды сначала в боковой канал, а затем – в магистральный.

Поверхностное увлажнение в виде дождевания на минеральных почвах в курсовом проекте проектируется обычно для одной культуры. Прежде всего необходимо правильно выбирать тип дождевальной машины, который в основном определяется двумя показателями: интенсивностью искусственного дождя и конфигурацией осушаемого участка.

Интенсивность искусственного дождя должна соответствовать впитывающей способности почвы. Чтобы не образовывались лужи при дождевании и не повреждались растения, капли дождя должны быть диаметром не более 1 – 2 мм, а интенсивность его – в зависимости от типа почв: на песчаных 0,15 – 0,7 мм/мин, на супесчаных 0,12 – 0,5 мм/мин, на суглинистых 0,1 – 0,4 мм/мин, на глинистых 0,02 – 0,1 мм/мин.

При неправильной конфигурации участка (приложение М) целесообразно применять дождевальную установку ДДН-70. Вода к установкам из водохранилища будет подаваться с помощью стационарной закрытой оросительной системы.

Выбрав тип дождевальной установки и системы, определяют количество дождевальных машин, работающих на одном поле:

$$n_0 = \frac{mf\beta}{3,6tTq\eta}, \quad (97)$$

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

$f$  – площадь, занятая культурой, га;

$\beta$  – коэффициент, характеризующий потери на испарение при дождевании в зависимости от климатических условий и времени полива (колеблется от 1,01 до 1,32);

$q$  – расход воды, подаваемой дождевальными машинами, л/с;

$t$  – суточная продолжительность полива, ч;

$T$  – заданная продолжительность одного полива (не более 6-8 дней);

$\eta$  – коэффициент использования дождевальной машины в рабочее время.

Коэффициент полезного использования рабочего времени за сутки для ДДН-70  $\eta=0,8\dots0,9$ ; для ДДА-100  $\eta=0,45\dots0,72$ . Расчётные расходы, потребные на увлажнение всей площади,

$$Q_{\text{бр}} = qn_0 / \eta_{\text{ор}}, \quad (98)$$

где  $\eta_{\text{ор}}$  – к.п.д. оросительной системы (для закрытой системы  $\eta = 0,98$ ).

Закрытая оросительная сеть проектируется с таким расчётом, чтобы кратчайшим путём подвести воду от источника орошения к позициям дождевальных установок, полностью увлажняющих осушаемую площадь. Для подачи воды из водохранилища используются проводящие осушительные каналы.

Потребный объём воды на увлажнение для года 90-95 %-ной обеспеченности определяют по формуле

$$W_{\text{ор}} = M_{\text{ор}}\omega / \eta, \quad (99)$$

где  $M_{\text{ор}}$  – оросительная норма для года 90-95 %-ной обеспеченности, м<sup>3</sup>/га;

$\omega$  – орошаемая площадь данной культуры, га;

$\eta$  – к.п.д. оросительной системы (для закрытой сети  $\eta=0,98$ ).

## 6.12 Дорожная сеть и сооружения

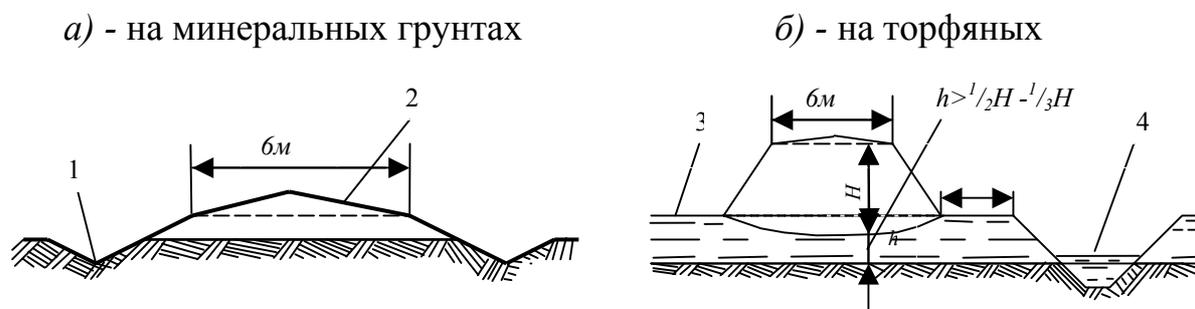
Для подвоза семян, удобрений, горючего и вывоза собранного урожая, а также для эксплуатации осушительных систем и обеспечения транспортной связи на осушаемой территории проектируются внутрихозяйственные, полевые и эксплуатационные дороги. Внутрихозяйственные дороги соединяют хозяйственные центры колхозов с севооборотными участками. Полевые дороги соединяют между собой отдельные поля севооборота с внутрихозяйственной дорогой. Эксплуатационные дороги предназначены для осмотра и ремонта каналов и сооружений.

При проектировании расположения в плане дорожной сети необходимо: дороги всех видов прокладывать по возможности кратчайшим путём вдоль

водоприёмников и открытых каналов, используя вынутый грунт для насыпки дороги, или располагать дороги вдоль границ землепользования и полей севооборота; стремиться к наименьшему пересечению дорогами рек и каналов; по возможности совмещать дороги разного назначения (эксплуатационные с полевыми и т.д.).

Для полевых и эксплуатационных дорог без покрытия возвышение бровки земляного полотна над поверхностью земли или уровнем высокого стояния воды не нормируется; для возведения насыпи допускаются все местные грунты. Хозяйственные и межхозяйственные дороги проектируются в зависимости от природных условий и интенсивности движения транспорта. При проектировании эксплуатационных дорог вдоль открытых каналов следует предусматривать обеспечение сброса воды из местных понижений в канал. Типовые поперечные профили земляного полотна представлены на рисунке 10.

На всех автомобильных дорогах, кроме полевых, предусматривают декоративное и снегозащитное озеленение.



1 – кювет; 2 – проезжая часть; 3 – торф; 4 – осушительный канал.

Рисунок 10 - Типовые поперечные профили земляного полотна

Для обеспечения нормальной работы осушительной системы в необходимых местах её оборудуют гидротехническими, дорожными и эксплуатационными сооружениями и устройствами. В курсовых проектах по осушению размещение гидротехнических и дорожных сооружений обычно разрабатывают в плане. Размещение эксплуатационных сооружений и устройств разрабатывают при составлении проектов по эксплуатации гидромелиоративных систем.

Гидротехнические сооружения на открытых каналах осушительных систем по их назначению классифицируют на три группы: шлюзы-регуляторы, предназначенные для регулирования уровней и в отдельных случаях – расходов; сопрягающие сооружения, которые служат для уменьшения уклонов и сопряжения каналов в местах пересечения их искусственными сооружениями; переезды, обеспечивающие проезд через каналы. Все они относятся к сооружениям IV класса и только те, которые обслуживают осушительную систему площадью более 50 тыс. га, могут быть отнесены к III классу. Все сооружения с расходами до  $10 \text{ м}^3/\text{с}$  следует принимать по действующим типовым проектам.

Сооружения на осушительной сети размещают по возможности на минеральных грунтах или на участках с наименьшей глубиной торфа.

Сооружения между собой надо совмещать таким образом, чтобы они могли выполнять несколько функций (шлюз-регулятор – с перепадом, переездом и т.д.). Руслые шлюзы-регуляторы на магистральном канале целесообразно проектировать в створах, имеющих наилучшие условия командования над нижерасположенной осушительно-увлажнительной сетью.

Для двустороннего регулирования водного режима почвы подпорные сооружения на сети располагают из расчёта создания в каналах горизонтов, обеспечивающих подачу воды в корнеобитаемый слой почвы. Поэтому регуляторы на каналах проводящей сети должны быть расположены так, чтобы разница горизонтов воды верхнего и нижнего бьефов не превышала 40 см.

При подпочвенном увлажнении на каналах осушительной сети, как правило, располагают два подпорных сооружения: одно – в устье, другое – в голове, а при наличии большого уклона канала может быть промежуточное подпорное сооружение.

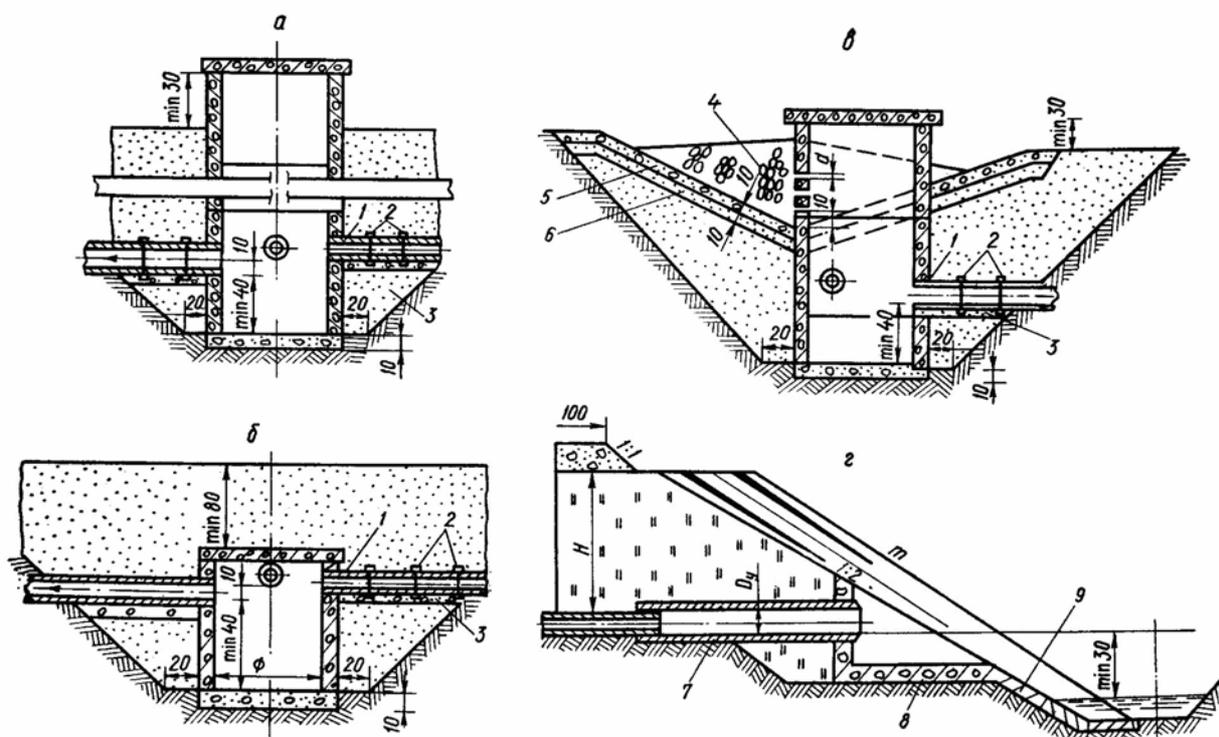
Регулирующие сооружения на каналах проводящей и регулирующей открытой сети, работающей в режиме увлажнения, размещают в зависимости от способа подачи воды: при подаче напуском сверху вниз в голове канала ставят водовыпуск, в устье – подпорное сооружение; при подаче подпором снизу вверх только в устье канала ставят подпорное сооружение. В первом случае горизонт воды в канале должен быть выше порога, расположенного в голове канала не менее, чем на 10 см. Во втором случае горизонт воды на участке между смежными сооружениями должен поддерживаться на 30-60 см ниже бровки канала.

При проектировании регулирующих сооружений следует учитывать возможность электрификации и автоматизации водораспределения и водоучёта. При регулировании по верхнему бьефу на перегораживающем или подпорном сооружении применяют автоматический регулятор стабилизации уровня верхнего бьефа или водосливные затворы; устье водовыпускных сооружений на осушительно-увлажнительных каналах оборудуют затворами двустороннего действия. При регулировании по нижнему бьефу все перегораживающие сооружения, установленные на увлажнительных каналах, оборудуют регуляторами нижнего бьефа.

Гидротехнические сооружения на закрытой проводящей сети применяются типовые, из сборного железобетона. При армировании закрытой проводящей сети необходимо строить как можно меньше сооружений.

Арматурой закрытой проводящей сети являются: смотровые колодцы, устья, перепады, отстойники, устройства, регулирующие уровень воды, колодцы-поглотители и др. (рисунок 11). Смотровые колодцы проектируют в местах соединения нескольких коллекторов. Устья устанавливают при впадении коллекторов в открытые каналы. Перепады устраивают при необходимости уменьшения уклона коллектора. Колодцы-отстойники ставят в местах резкого изменения уклона от большего к меньшему и при подключении к коллектору старшего порядка, если в грунтовых водах содержатся

железистые соединения или коллектор проходит в пылеватых и глинистых грунтах. Устройство, регулирующее уровень воды, устанавливают в колодцах любого назначения в зависимости от требований двустороннего регулирования водно-воздушного режима почв.



а) – колодец открытый; б) – колодец потайной; в) – колодец с фильтром-поглотителем; г) – устье дренажное; 1– заделка бетоном; 2 – мешковина, пропитанная битумом; 3 – гравийная подготовка; 4 – засыпка камнем ( $d = 10...20$  см) с галькой ( $d = 2...10$  см); 5 – гравий; 6 – песок; 7 – асбестоцементная труба; 8 – оголовок устья; 9 – плиты крепления.

Рисунок 11 - Сооружения на дренажной осушительной сети:

Колодцы-поглотители делают для отвода поверхностных вод из замкнутых понижений и при впуске в закрытые коллекторы открытых каналов. Фильтры-поглотители устраивают для отвода поверхностных вод из замкнутых понижений с площадью водосбора до 5 га.

По конструкции колодцы могут быть открытые и потайные (рисунок 11). У потайных колодцев крышка заглублена не менее, чем на 0,7-0,8 м от поверхности земли. Преимущество отдаётся открытым колодцам. Устанавливают их на хорошем основании, а при наличии слабого основания (ила, сапропеля, пльвуна, торфа со степенью разложения более 60 %) предусматривают песчаные подушки или разгрузочные плиты.

### **6.13 Культуртехнические мероприятия**

Для получения высокой продуктивности осушаемых земель на системе, помимо гидротехнических сооружений, предусматривают культуртехнические мероприятия, обеспечивающие подготовку к использованию осушаемых заболоченных земель.

При проектировании культуртехнических мероприятий учитывают противоэрозионные мероприятия, сохраняющие лесную растительность по берегам рек, крупных каналов, на лёгких почвах и больших торфяных массивах, а также вокруг водоёмов.

Назначению культуртехнических мероприятий предшествуют специальные культуртехнические изыскания, позволяющие учитывать свойства почвы. Культуртехнические мероприятия предусматривают выполнение следующих работ: удаление древесно-кустарниковой растительности и пней, уничтожение погребенной в торфяной почве древесины, уничтожение кочек, удаление камней с поверхности и в пахотном горизонте, удаление мохового очеса, первичную обработку целины, выравнивание поверхности, мероприятия по восстановлению плодородия.

### **6.14 Мероприятия по охране природы**

В этом разделе курсового проекта необходимо предусмотреть, чтобы проектируемые мелиоративные мероприятия не сказались отрицательно на осваиваемую и прилегающую к ней территории. Для этого на осушаемой территории производится увлажнение, которое создаёт оптимальные условия для произрастания сельскохозяйственных культур, не изменяя гидрологических условий.

Сохранение естественных гидрологических условий на осушаемой территории не повлечёт за собой отрицательных последствий для окружающей территории, тем более, что по отношению к прилегающим землям она расположена в наиболее пониженной части – в пойме.

Для защиты от ветровой эрозии вдоль дорог и магистральных каналов и на выключках сохраняется растительность.

Применение дифференцированной системы культуртехнических и гидротехнических мероприятий будет способствовать сохранению и повышению плодородия почвы.

### **6.15 Объёмы земляных работ и стоимость строительства**

Объёмы земляных работ определяются по всем категориям каналов и приводятся в сводной ведомости (таблица 29). Объёмы земляных работ определяют по продольным профилям каналов или умножением удельной кубатуры по типовым каналам каждой категории на общую длину соответствующих каналов. Под удельной кубатурой следует понимать объём

земляных работ на 1 м длины канала. Для регулирующей сети удельная кубатура относится к 1 га осушаемой площади.

Затраты на строительство осушительной системы определяются по укрупненным измерителям на каждый вид работ по данным проектных организаций и сводятся в таблицу (таблица 30).

Таблица 29 – Свободная ведомость объёмов земляных работ по осушительной сети

Канал	Общая длина каналов, м	Объём земляных работ		
		на 1м канала, м <sup>3</sup>	общий, м <sup>3</sup>	на 1га осушаемой площади, м <sup>3</sup> /га
Магистральный Транспортирующие собиратели Открытые коллекторы Ловчие и нагорные каналы Регулирующая сеть Планировка поверхности				

В результате подсчётов по таблице 30 выводят общую стоимость строительства и стоимость 1 га осушаемой площади.

В заключение, согласно форме (таблица 31), составляют технико-экономические показатели проекта, которые помещаются в пояснительной записке сразу после титульного листа.

Таблица 30 – Затраты на строительство осушительной системы

Виды работ	Количество работ	Стоимость единицы измерения, Р	Общая стоимость, Р
1	2	3	4
<i>Земляные работы</i>			
Магистральный канал или регулирование реки, м <sup>3</sup>			
Устройство открытой осушительной сети, м <sup>3</sup>			
Устройство кротового дренажа, м			
<b>И т о г о</b>			

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4
<i>Строительство сооружений</i>			
Русловые шлюзы на магистральном канале, шт			
Железобетонные мосты, шт			
Трубчатые шлюзы-регуляторы, шт			
Трубчатые переезды, шт			
Пешеходные мостики, шт			
Профилированные дороги, км			
И т о г о			
<i>Культуртехнические работы</i>			
Строительство гончарного дренажа, га			
<i>Начисления к общей сумме затрат</i>			
И т о г о   общая стоимость			

Таблица 31 - Техничко-экономические показатели проекта осушительно-увлажнительной системы

Наименование показателей	Количество	
	всего	на 1 га нетто
1	2	3
Площадь осушения брутто, га		
Площадь осушения нетто, га		
в т. ч. минеральных почв и маломощных торфяников, га		
мощных торфяников, га		
Коэффициент земельного использования		
Из общей площади осушается		
Открытой сетью, га		
в т. ч. открытой сетью в сочетании с кротовым дренажём, га		
гончарным дренажём, га		
Площадь увлажнения		
общая, га		
по кротовым дренам, га		
по гончарным дренам, га		
дождеванием, га		
Длина магистрального канала, км		
Общий проводящий и оградительной сети, км		
Общий дефицит влаги в засушливый период 90-95 %-ной обеспеченности по осадкам, тыс. м <sup>3</sup>		

Продолжение таблицы 31

1	2	3
<p>Гидротехнические сооружения на осушительной сети</p> <p>а) на магистральном канале</p> <p>в т. ч. шлюзы-регуляторы, шт.</p> <p>мосты, шт.</p> <p>б) на каналах боковой сети</p> <p>в т. ч. шлюзы-регуляторы, шт.</p> <p>трубы-переезды, шт.</p> <p>пешеходные мостики, шт.</p> <p>в) на участке гончарного дренажа</p> <p>в т. ч. устьевые сооружения, шт.</p> <p>смотровые колодцы, шт.</p> <p>Объём земляных работ, м<sup>3</sup></p> <p>Протяжённость дорог, км</p> <p>Общая стоимость строительства, тыс. р.</p> <p>Стоимость строительства на 1га площади нетто, р.</p>		

## **7 Литература, рекомендуемая для изучения тем**

1 Колесниченко, М.В. Лесомелиорация с основами лесоводства [Текст] / – М.: Колос, 1981. – 165 с. М.В. Колесниченко.

2 Павловский, Е.С. Агролесомелиорация и плодородие почв [Текст] / - М.: Агропромиздат, 1991. – 290 с. Е.С. Павловский.

3 Скрипчинская Л.Я., Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации [Текст] / – М.: Киев, Издательство «Вища школа», 1977. – 352 с. Л.Я. Скрипчинская [и др].

4 Безменов, А.И., Сельскохозяйственные мелиорации [Текст] / Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1974. – 576 с. А.И. Безменов [и др].

## Приложение А (справочное)

### Технические показатели некоторых центробежных насосов для орошения

Таблица А.1 - Технические показатели некоторых центробежных насосов для орошения

Марка насоса	Производительность, л/с	Полный напор (в метрах водяного столба)	Мощность на валу, кВт	КПД, %	Диаметр рабочего колеса, мм
6НДв	53...100	44,0...33,8	40	75	360
6НДв	60...105	49,0...39,0	55	75	380
6НДв	60...115	56,0...41,0	75	80	405
8К-12	56...96	32,8...25,7	40	80	315
8К-12а	50...87	27,3...20,0	28	70	310
8К-18	60...100	20,7...15,0	28	75	268
8К-18а	55...90	17,5...12,7	20	70	260
12Д-19	155...235	18,0...12,0	40	75	275
12Д-19	160...250	23,0...13,0	55	80	290
12Д-19	165...260	24,7...16,2	75	80	300

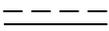
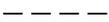
## Приложение Б (справочное)

### Условные обозначения

Таблица Б.1 - Условные обозначения

Наименование знаков	Изображение на плане
1	2
Граница полей	— o —
Номер поля площадь нетто, га	$\frac{ЙV}{54.3}$
Магистральный канал	<u>МК-1</u>
Межхозяйственный распределитель	<u>РК-1</u>
Внутрихозяйственный распределитель	<u>Х-1</u>
Временный ороситель	<u>О-1</u>
Выводная борозда	≈≈≈≈
Напорный трубопровод	—с—с—
Гидрант на постоянном трубопроводе	—●—
Головное сооружение	
Распределительный узел на канале	
Трубопровод	PT-1 -----

Продолжение таблицы Б.1

1	2
Перегораживающее сооружение	
Водовыпускное сооружение	
Труба под дорогой	
Мост	
Насосная станция стационарная	
Насосная станция передвижная	
Грунтовая профилированная дорога	
Полевые дороги	
Водосборно-сбросные каналы	
Лесополоса ширина 21...50 м	ooooooo
Лесополоса шириной до 20 м	.....

## Приложение В

### Задание на проектирование оросительной системы на местном стоке

Задание студенту \_\_\_\_\_ курса \_\_\_ группы \_\_\_\_\_ факультета \_\_\_\_\_

Исходные данные:

В качестве исходного материала при составлении курсового проекта использовать настоящее задание и прилагаемый план местности масштаба 1:10 000 с сечением горизонталей через один метр.

Водохранилище:

- 1) характеристика подстилающих грунтов \_\_\_\_\_
- 2) водоупор на глубине \_\_\_\_\_
- 3) максимальная глубина воды в пруде \_\_\_\_\_
- 4) норма стока в метрах кубических с квадратного километра для года 50 % обеспеченности \_\_\_\_\_

- 5) масштаб для определения площади водосбора \_\_\_\_\_

Земляная плотина:

- 1) ширина по гребню \_\_\_\_\_
- 2) заложение откосов: мокрого (верхового) \_\_\_\_\_  
сухого (низового) \_\_\_\_\_

Орошаемый участок:

- 1) водоподача на 1 га \_\_\_\_\_ л/с
- 2) коэффициент полезного действия системы \_\_\_\_\_
- 3) тип оросительной системы \_\_\_\_\_
- 4) способ полива на участке \_\_\_\_\_

Требуется:

1) Запроектировать оросительную систему на местном стоке, источником орошения которой должен быть пруд на сухой балке с земляной плотиной.

2) Водосбросное сооружение (аварийный канал) запроектировать с учетом местных грунтов, с нанесением на плане его оси М 1:10 000.

3) Площадь орошаемого участка запроектировать по оросительной способности пруда.

4) Проект должен состоять из чертежей и пояснительной записки.

Пояснительная записка должна содержать пояснения и расчеты к следующим основным вопросам: а) площади водосбора; б) объем стока; в) емкости пруда; г) земляной плотины; д) площади орошаемого участка; е) размеров поперечного сечения каналов (трубопроводов); ж) техники полива на полях; з) производительности, напора, мощности насосной станции; и) диаметра и длины трубы донного водовыпуска; к) определение технико-экономических показателей проектируемой системы.

Чертежи к проекту выполняются следующие:

Лист №1 План оросительной системы М 1:10 000 с нанесением на нем зеркала пруда, плана плотины и оси водосбора, границ орошаемого участка и

полей севооборота, с указанием их площади и способа полива, с нанесением сети оросительных каналов (трубопроводов) и элементов техники полива. Выполнить в системе условных обозначений.

Лист №2, №3 Продольный и поперечный профили по оси земляной плотины.

Лист №4, №5 Продольный и поперечный профили по оси магистрального канала (напорного трубопровода).

Лист №6 Топографические кривые водохранилища (интегральные кривые).

Задание выдано \_\_\_\_\_ Срок исполнения \_\_\_\_\_

Руководитель: \_\_\_\_\_

Примечание – Задание и план рельефа местности для выполнения курсовой работы выдается студенту лично на кафедре.

## Приложение Г (справочное)

Значение уклонов, выраженных в градусах, тысячных и процентах

Таблица Г.1 – Значение уклонов, выраженных в градусах, тысячных и процентах

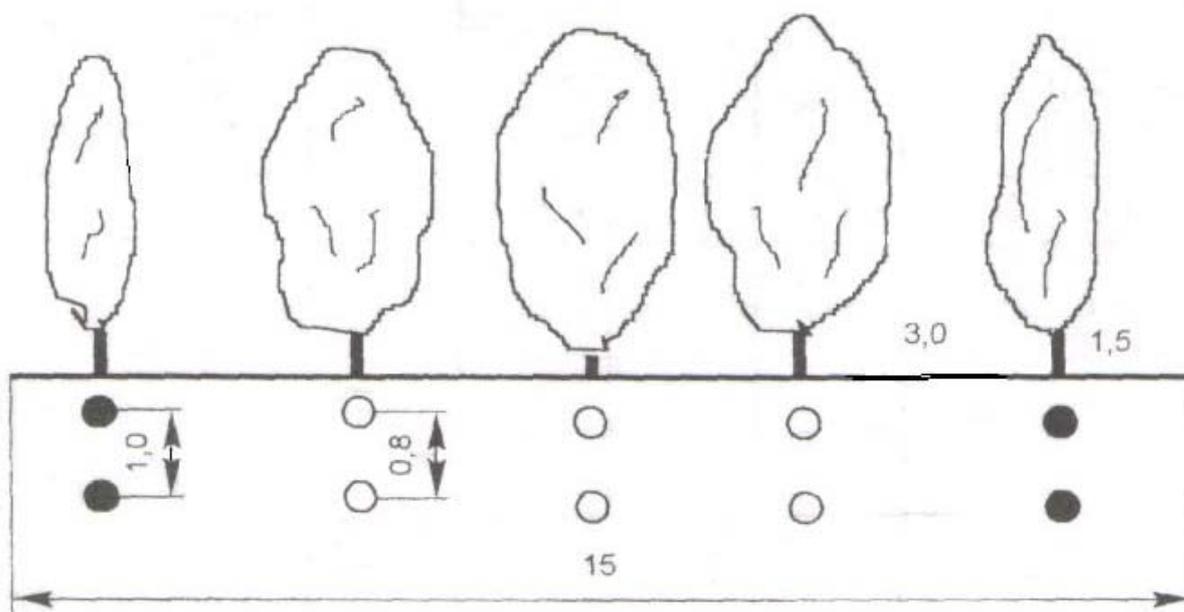
Градусы	Числовые значения										
	тысячные	%									
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0,5	0,009	0,9	8,5	0,149	14,9	16,5	0,296	29,6	29,0	0,554	55,4
1,0	0,017	1,7	9,0	0,158	15,8	17,0	0,306	30,6	30,0	0,575	57,5
1,5	0,026	2,6	9,5	0,167	16,7	17,5	0,315	31,5	31,0	0,601	60,1
2,0	0,035	3,5	10,0	0,176	17,6	18,0	0,325	32,5	32,0	0,625	62,5
2,5	0,044	4,4	10,5	0,185	18,5	18,5	0,335	33,5	33,0	0,649	64,9
3,0	0,052	5,2	11,0	0,194	19,4	19,0	0,344	34,4	34,0	0,674	67,4
3,5	0,061	6,1	11,5	0,203	20,3	19,5	0,354	35,4	35,0	0,700	70,0
4,0	0,070	7,0	12,0	0,212	21,2	20,0	0,364	36,4	36,0	0,726	72,6
4,5	0,079	7,9	12,5	0,22	22,2	21,0	0,354	38,4	37,0	0,753	75,3
5,0	0,087	8,7	13,0	0,231	23,1	22,0	0,404	40,0	38,0	0,781	78,1
5,5	0,096	9,6	13,5	0,240	24,0	23,0	0,424	42,0	39,0	0,810	81,0
6,0	0,105	10,5	14,0	0,249	24,9	24,0	0,445	44,5	40,0	0,839	83,9
6,5	0,114	11,4	14,5	0,259	25,9	25,0	0,466	46,6	41,0	0,869	86,9
7,0	0,123	12,3	15,0	0,268	26,8	26,0	0,488	48,8	42,0	0,900	90,0
7,5	0,132	13,2	15,5	0,277	27,7	27,0	0,509	50,9	43,0	0,932	93,2
8,0	0,141	14,1	16,0	0,286	28,6	28,0	0,532	53,2	44,0	0,966	96,6

## Приложение Д (справочное)

Схема №\_\_

Создание продольной поперечной полосы с главной породой \_\_\_\_\_

Состав:  
К-Д-Д-Д-К

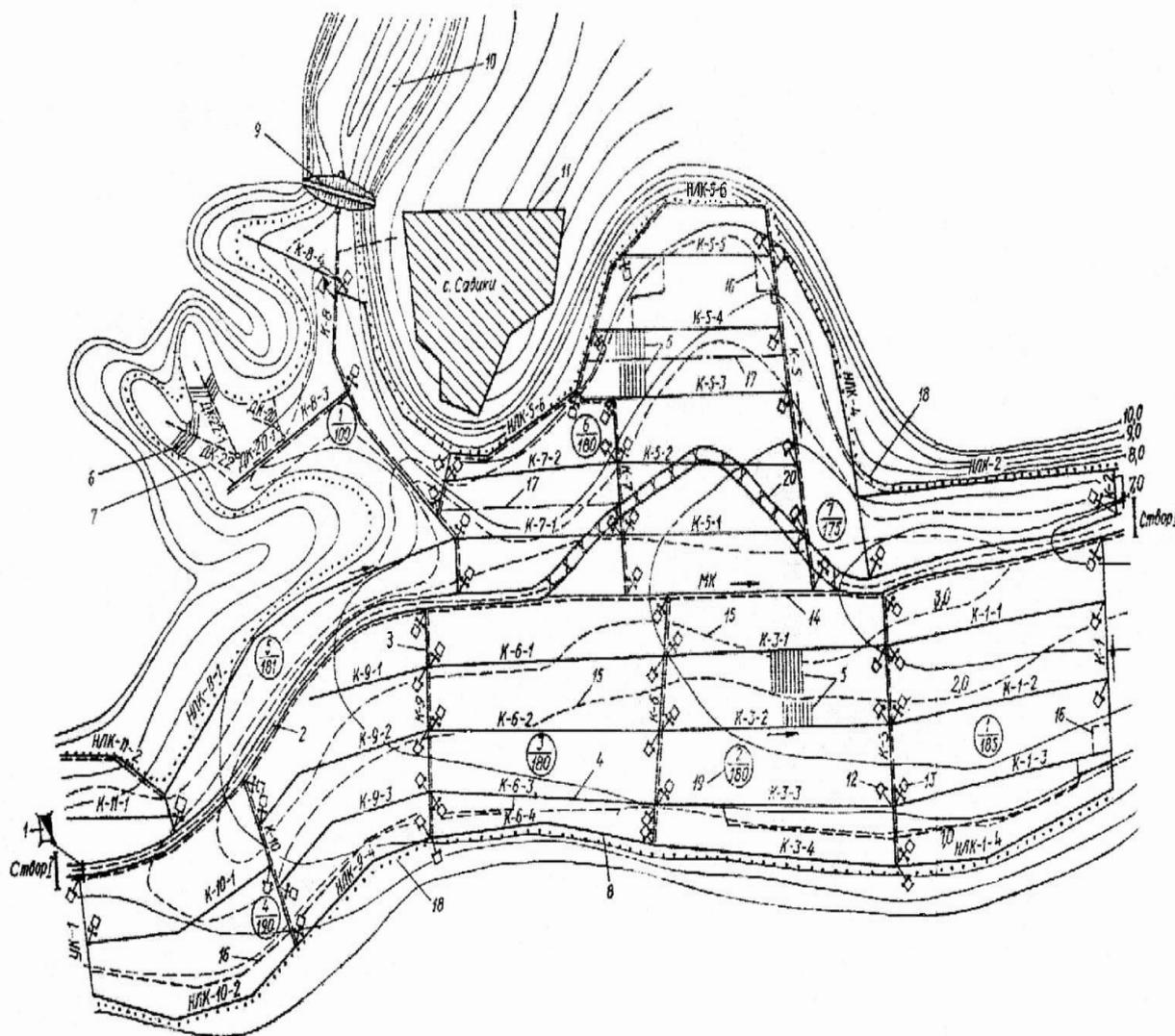


Дуб черешчатый (главная порода)  
Клен остролистый (сопутствующая порода)

Рисунок Д.1

## Приложение Е (рекомендуемое)

### План осушительно-увлажнительной системы.

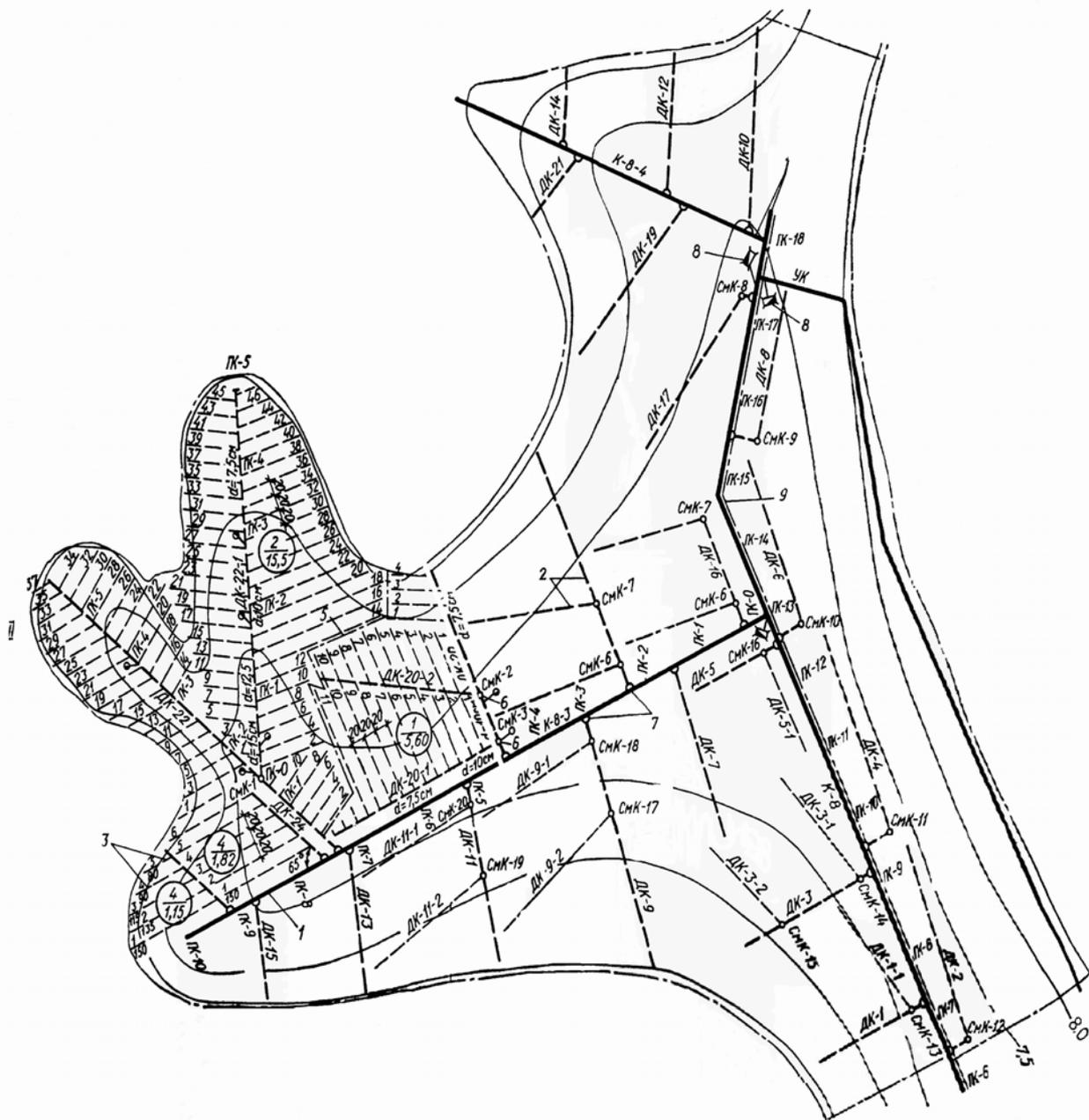


1 – шлюз-регулятор (русловой) на магистральном канале; 2 – магистральный канал; 3 – транспортирующий собиратель; 4 – открытый коллектор; 5 – кротодрены; 6 – гончарные дрены; 7 – дренажный коллектор; 8 – нагорно-ловчий увлажнительный канал; 9 – плотина; 10 – водохранилище; 11 – населённый пункт; 12 – сооружения без переезда; 13 – сооружения с переездом; 14 – дорога; 15 – глубина торфяной залежи; 16 – граница нарезки кротового дренажа; 17 – граница полей севооборотов; 18 – граница орошаемого участка; 19 – номер и площадь поля севооборота; 20 – ликвидируемое русло реки.

Рисунок Е.1

## Приложение Ж (рекомендуемое)

План участка, осушаемого гончарным дренажем

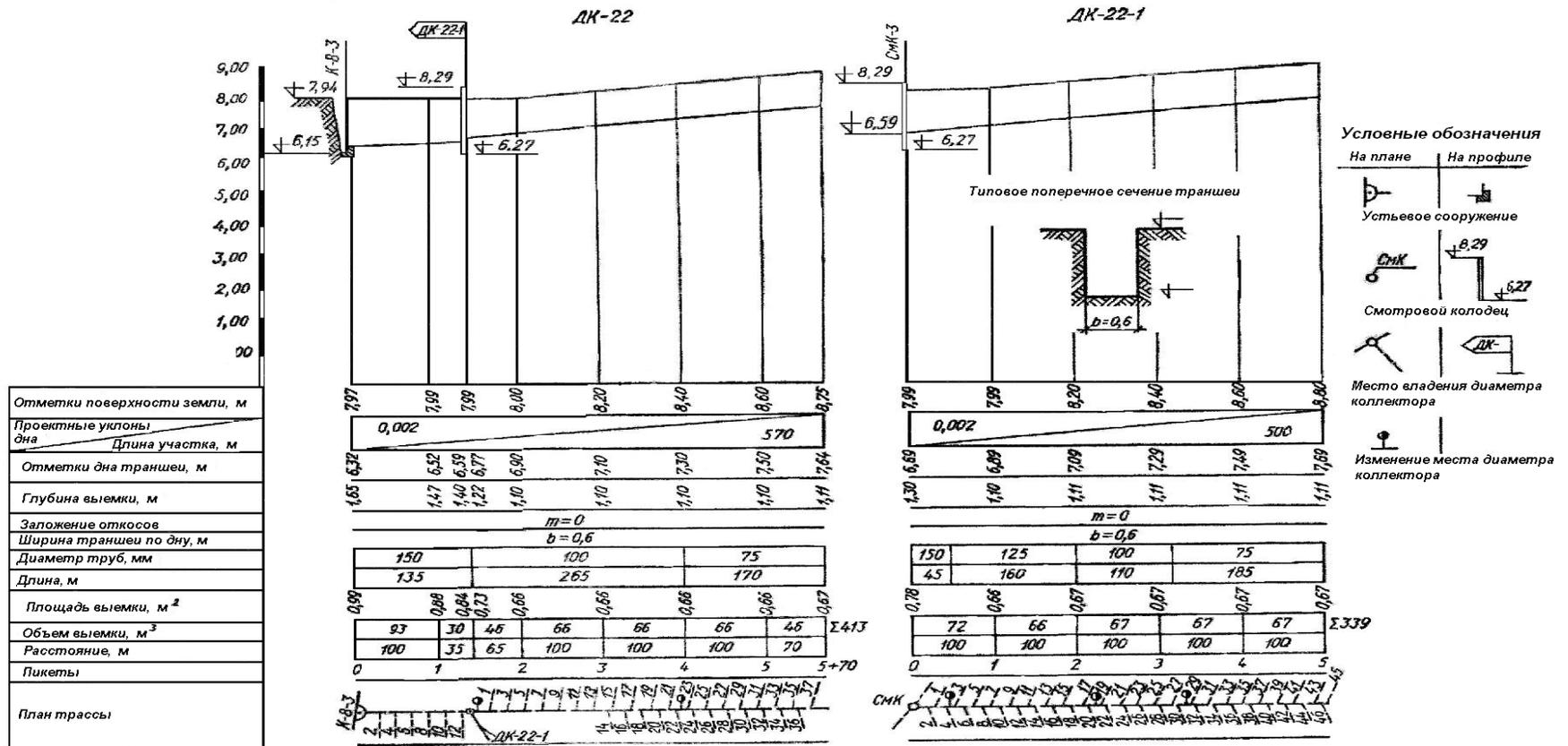


1 – открытые осушительные каналы; 2 – дренажные коллекторы; 3 – дрены с указанием номера и длины; 4 – номер и площадь дренажной системы; 5 – граница дренажной системы; 6 – смотровые колодцы; 7 – устьевые сооружения; 8 – шлюзы-регуляторы на каналах; 9 – дороги.

Приложение Ж.1

## Приложение И (рекомендуемое)

Сокращенные продольные профили открытых нерасчетных осушительных каналов

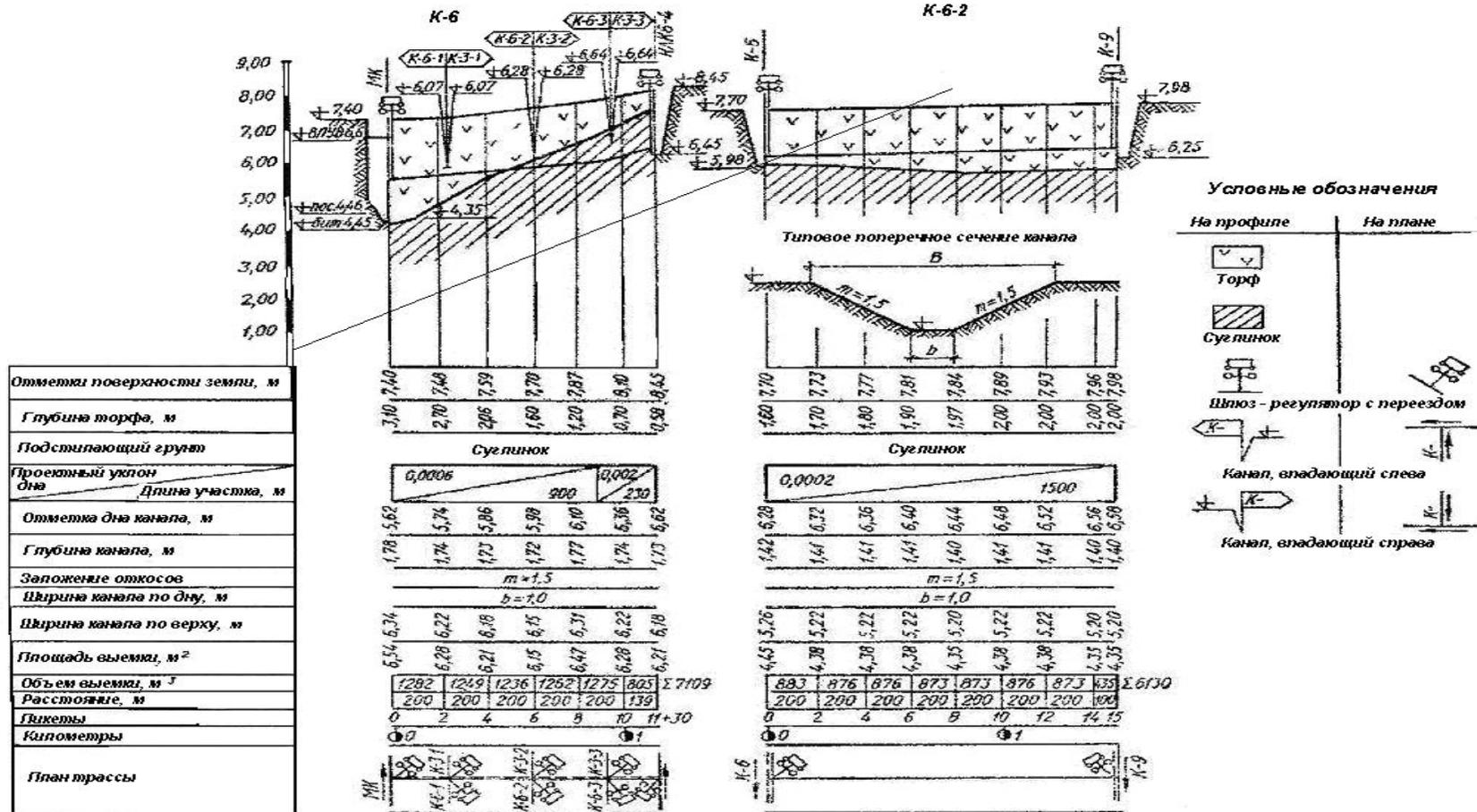


1 – торф, 2 – суглинок; 3 – шлюз-регулятор с переездом; 4 – канал, впадающий слева; 5 – канал, впадающий справа.

Рисунок И.1

## Приложение К (рекомендуемое)

### Продольные профили закрытых коллекторов

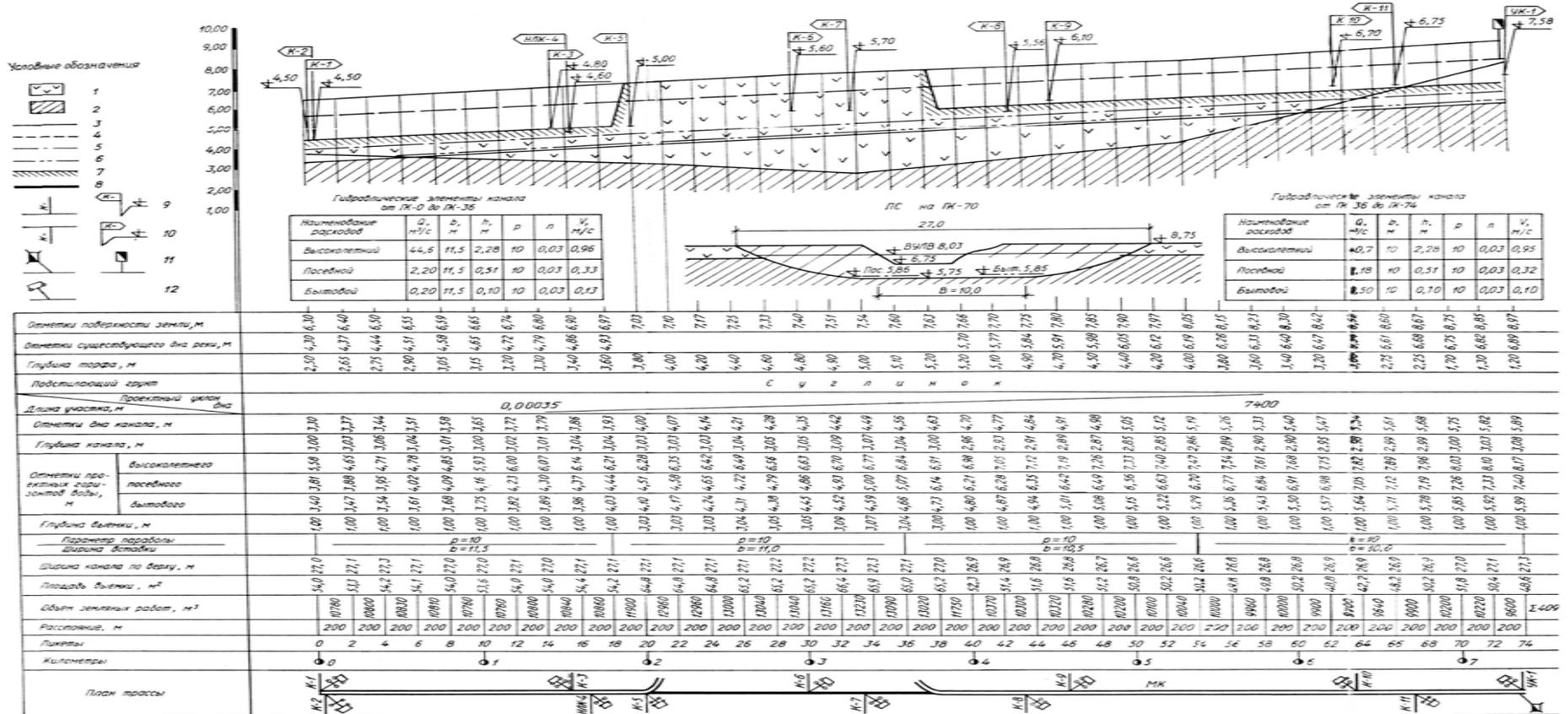


1 – устьевое сооружение; 2 – смотровой колодец; 3 – место впадения дренажного коллектора; 4 – место изменения диаметра коллектора.

Рисунок К.1

# Приложение Л (рекомендуемое)

Сокращенный продольный профиль магистрального (расчётного) осушительного канала

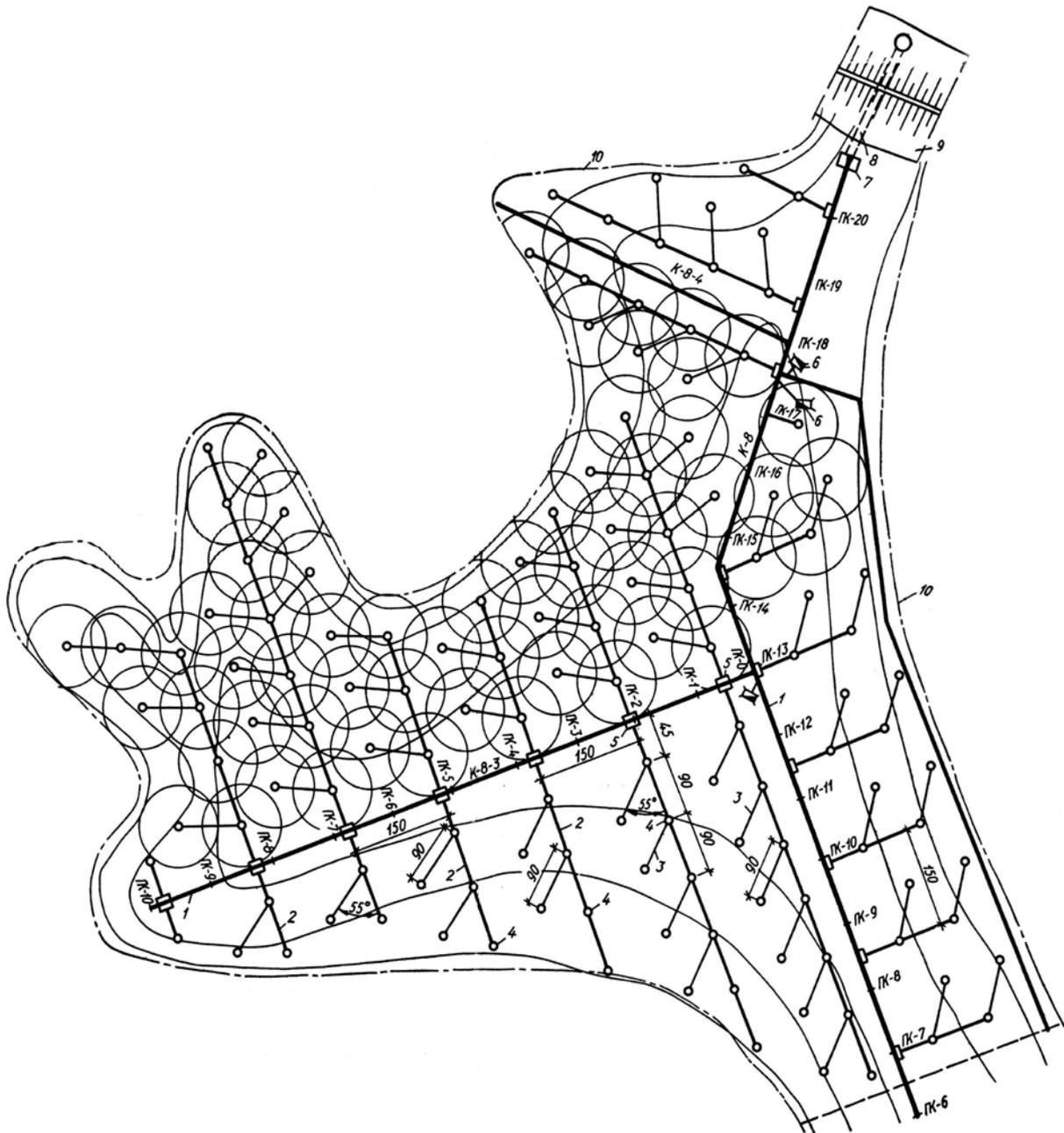


1 – торф; 2 – суглинок; 3 – поверхность земли; 4 – высоколетний горизонт воды; 5 – посевной горизонт воды; 6 – бытовой горизонт воды; 7 – существующее дно реки; 8 – проектное дно реки; 9 – канал, впадающий слева; 10 – канал, впадающий справа; 11 – подпорное сооружение на магистральном канале; 12 – шлюз-регулятор на боковой сети.

Рисунок Л.1

## Приложение М (рекомендуемое)

Схема увлажнительной системы с использованием ДДН-70.



1 – открытые осушительные каналы; 2 – разборный трубопровод РТ-180; 3 – разборный трубопровод РТ-125; 4 – гидрант; 5 – место стоянки передвижной насосной станции; 6 – шлюз регулятор на канале, совмещенный с переездом; 7 – успокоительный бассейн; 8 – трубчатый водовыпуск; 9 – земляная плотина; 10 – граница осушаемого участка.

Рисунок М.1

## Приложение Н

(справочное)

Таблица Н.1 – Классификация насадок в зависимости от параметров

Насадки	Напор воды, м	Радиус действия, м	Диаметр насадки, мм
Короткоструйные	10...25	7...20	4...8
Среднеструйные	20...40	16...35	8...20
Дальнеструйные	40...100	35...100	20...60

Таблица Н.2 – Техническая характеристика дальнеструйных дождевальных аппаратов

Показатели	ДАП-2	ДД-30	ДД-15	ДН-1	РИК-2
Расход воды, л/с	10...20	15...30	5...15	9,4...16,0	3,30...9,17
Давление воды, МПа	0,5...0,6	0,5...0,6	0,5...0,6	0,45...0,55	0,3...0,6
Радиус действия, м	35...45	57	40	36...45	25...38
Интенсивность дождя, мм/мин.	0,18	0,11...0,12	0,07...0,11	0,13...0,17	0,09...0,12

Таблица Н.3 – Техническая характеристика среднеструйных дождевальных аппаратов

Показатели	ДА-4	ДА-8	ДАП-4	ХКЗ-4
Расход воды, л/с	5...10	1,5...4,0	5,5...10,5	3,2...3,8
Давление воды, МПа	0,35...0,50	0,23...0,35	0,40...0,50	0,25...0,35
Радиус действия, м	25...35	15...25	28...34	19,5...22,0
Интенсивность дождя, мм/мин.	0,16	0,15	0,15	0,15...0,16