

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГОУ ВПО «Брянская государственная сельскохозяйственная академия»

Кафедра природообустройства и водопользования

Дунаев А.И.

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию

«Допущено УМО по образованию в области природообустройства и водопользования в качестве учебно-методического пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки (специальностям) 280301, 280302»

Брянск 2010

УДК 631.6 (075)  
ББК 40.6  
Д 83

Дунаев А.И. **Проектирование осушительной системы:** учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / А.И. Дунаев.- Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2010. – 104 с.

ISBN 978-5-88517-164-9

В пособии даются методические указания по выполнению курсовой работы по курсу дисциплины «Мелиорация земель» на тему «Осушение переувлажненных земель», излагаются основы проектирования и выполнения необходимых расчетов. По отдельным вопросам приводятся примеры расчета и справочные материалы в виде таблиц и приложений.

Пособие ориентировано на студентов, обучающихся по специальностям водохозяйственного профиля и природообустройства, и рассчитано как на дневную, так и заочную форму обучения.

### **Рецензенты**

Л.М. Маркарянц – д.т.н., профессор, зав. каф. систем энергообеспечения БГСХА.

Е.А. Мельникова – к.т.н., доцент кафедры инж. защиты окружающей среды БГИТА.

Г.А. Рябкова – к.т.н., доцент кафедры мелиорации и рекультивации земель МГУП.

*Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета энергетики и природопользования Брянской государственной сельскохозяйственной академии, протокол № 2 от 12.10.2009 года.*

ISBN 978-5-88517-164-9

© Брянская ГСХА, 2010  
© Дунаев А.И., 2010

## Содержание

Введение	5
1. Состав курсовой работы	
1.1. Расчетно-пояснительная записка	6
1.2. Графическая часть	6
2. Указания по выполнению курсовой работы	7
2.1. Оформление курсовой работы	7
2.2. Общие указания по выполнению пояснительной записки	8
3. Природные условия объекта мелиорации	12
3.1. Современное состояние и использование земель	12
3.2. Климатические и гидрологические условия	12
3.3. Почвенно-гидрогеологические условия	12
3.4. Рельеф	13
3.5. Типы водного питания	13
4. Методы, способы и схема осушения	14
4.1. Методы и способы осушения	14
4.2. Схема осушения	14
5. Определение параметров закрытого дренажа	16
5.1. Диаметр дренажных труб	16
5.2. Определение глубины дрен	16
5.3. Расчет расстояния между дренами	18
5.4. Проектирование уклона	32
5.5. Определение максимальной длины дрен	33
6. Проектирование осушительной сети в плане	35
6.1. Требования к организации территории	35
6.2. Проектирование осушительной сети	35
6.3. Взаимное расположение осушительной сети в плане	39
6.4. Наименование осушительной сети	40
7. Гидрологические расчеты	42
7.1. Общие положения	42
7.2. Максимальный расход весеннего половодья	43
7.3. Предпосевной расход	44
7.4. Максимальный расход дождевых летне-осенних паводков	44
7.5. Бытовой (среднемеженный) расход	45
8. Гидравлические расчеты	46
8.1. Гидравлический расчет магистрального канала	46
8.2. Гидравлический расчет закрытого коллектора	50
9. Проектирование осушительной сети в вертикальной плоскости	54
9.1. Нормативные положения вертикальной увязки	54
9.2. Определение глубины осушительной сети	55
9.3. Проектирование продольных профилей	57
10. Дорожная сеть и сооружения на осушительной системе	60
10.1. Дорожная сеть	60

10.2. Сооружения и устройства на системе	60
11. Мероприятия по проекту мелиорации земель	62
11.1. Культуртехнические мероприятия	62
11.2. Мероприятия по с/х использованию земель	62
11.3. Мероприятия по технической эксплуатации осушительной системы	62
11.4. Мероприятия экологического характера	63
12. Пример выполнения курсовой работы	64
Приложение 1. Оформление титульного листа расчетно-пояснительной записки	91
Приложение 2. Задание на проектирование	92
Приложение 3. Варианты исходных данных	93
Приложение 4. Таблица к гидравлическому расчету закрытой осушительной сети	97
Приложение 5. Стандартные формы продольных профилей	98
Приложение 6. Продольный профиль закрытого коллектора (образец)	99
Приложение 7. Продольный профиль магистрального канала (образец)	100
Приложение 8. План осушительной системы (образец)	101
Приложение 9. Условные обозначения к плану осушительной системы	102
Литература	103

## Введение

Гидромелиорация земель является одним из важнейших средств повышения плодородия почвы и повышения урожайности с/х культур.

Кроме повышения продуктивности с/х земель, осушительная мелиорация позволяет расширять земельный фонд за счет заболоченных и непригодных для использования переувлажненных земель и увеличивать производительность с/х производства в области растениеводства.

Основной задачей осушительных мелиораций является удаление избыточной влаги из почвы за счет дренирования территории и устранения причин переувлажнения.

Конструкция современной осушительной системы должна обеспечивать возможность регулирования водно-воздушного режима почв и поддержания его в оптимальных пределах, и как минимум – иметь технические возможности для проведения мероприятий по шлюзованию осушительной сети.

Осушительная система должна проектироваться в соответствии с современными требованиями с/х производства, учитывать требования и интересы землепользователей, а также являться средством реализации региональных и местных программ социально-экономического развития.

Целями и задачами конкретных проектов мелиорации переувлажненных земель обычно являются:

- повышение продуктивности (урожайности) используемых с/х земель;
- увеличение земельного фонда хозяйств землепользователей за счет заболоченных малопродуктивных земель;
- развитие кормовой базы хозяйств в сфере животноводства;
- увеличение производства различных видов с/х продукции (мяса, молока, овощей, зерна, картофеля и пр.) в рамках местных программ социально-экономического развития.

## **1. Состав курсовой работы**

### **1.1. Расчетно-пояснительная записка**

Необходимый перечень глав (разделов) расчетно-пояснительной записки следующий:

Содержание

Введение

1. Природные условия объекта мелиорации.
2. Методы, способы и схема осушения.
3. Установление основных параметров дренажа.
4. Проектирование осушительной сети в плане.
5. Гидрологические расчеты.
6. Гидравлические расчеты.
7. Проектирование осушительной сети в вертикальной плоскости.
8. Дорожная сеть и сооружения на системе.
9. Мероприятия по проекту мелиорации земель.

Литература.

Разделение глав на параграфы (подразделы) производится студентом самостоятельно в зависимости от перечня решаемых вопросов и рекомендуемого характера изложения материала. Параграфы первого порядка следует отражать в содержании курсовой работы.

### **1.2. Графическая часть**

В графической части курсовой работы требуется выполнить следующие чертежи:

- план осушительной системы М 1:5000;
- продольный профиль элемента проводящей осушительной сети: магистрального канала, открытого коллектора, закрытого коллектора (согласно заданию на проектирование).

Графические материалы в виде расчетных графиков и схем, выполняемые на отдельных листах, желательно включать в состав пояснительной записки.

## **2. Указания по выполнению курсовой работы**

### **2.1. Оформление курсовой работы**

#### **2.1.1. Пояснительная записка**

Пояснительная записка может быть представлена как в рукописном, так и в печатном виде на бумаге формата А4.

В начале пояснительной записки (после титульного листа) прилагается задание на проектирование (см. прилож. 2). Оформление титульного листа следует смотреть в прилож. 1.

Каждый раздел (глава), содержание, введение и указатель литературы начинается с новой страницы.

Нумерация страниц (кроме титульного листа) производится в правом нижнем углу.

Названия разделов, подразделов оформляются симметрично и отделяются от текста интервалами в пределах не менее одной строки.

Образцы оформления рисунков, таблиц и расчетных формул следует смотреть в соответствующих главах настоящего пособия.

#### **2.1.2. План мелиоративной системы**

Осушительная система проектируется на топографическом плане М 1:5000. Границы мелиорируемой территории назначаются студентом самостоятельно, но с максимальным использованием площади, изображенной в пределах плана. Образец плана мелиоративной системы приводится в прилож. 8.

При оформлении плана рекомендуется выполнить следующий ряд требований:

1. Графическое изображение мелиоративной сети может быть достаточным в карандашном исполнении, а также с применением других технических средств.

2. Графическое изображение мелиоративной сети производится в цветном исполнении, а именно:

- осушительные каналы, закрытые коллекторы – синий цвет;
- дороги – коричневый цвет;
- все остальные элементы и надписи – черный цвет.

3. Осушительные каналы и дороги показываются двойной линией (в М 1:5000 интервал между линиями составит ориентировочно 1,5-2мм).

4. Грунтовые профилированные дороги, проходящие по границам с/х угодий и вдоль каналов, условно не показываются.

5. Необходимый минимум показа сооружений и устройств на осушительной сети : дорожные и дорожно-гидротехнические сооружения, устья коллекторов, смотровые колодцы, колодцы и колонки поглотительные, водосбросные воронки.

Для разработки и представления плана может быть использована бумага, на которой осуществлялось копирование с оригинала топографического плана.

### **2.1.3. Продольные профили**

Образцы оформления продольных профилей следует см. в прилож. 6 и 7.

Продольные профили разрабатываются на масштабной-координатной (миллиметровой) бумаге в карандашном исполнении.

Вычерчиваются продольные профили элементов осушительной сети с обязательным соблюдением правила: низ (устье) – слева, верх (исток) – справа.

Формат чертежа выбирается с учетом масштабов, длины проектируемого канала (коллектора), перепада высот по трассе, а также стандартных размеров формы профиля (см. прилож. 5).

На чертеже продольного профиля (на свободном поле) рекомендуется изобразить типовое поперечное сечение (поперечный профиль) проектируемого канала или коллектора.

Рекомендуемые масштабы чертежей:

а) продольного профиля: горизонтальный –  $M_r$  1:5000 (равный масштабу топографического плана), вертикальный –  $M_v$  1:100;

б) поперечного сечения –  $M$  1:50 (1:100).

## **2.2. Общие указания по выполнению пояснительной записки**

### **2.2.1. Введение**

Во введении следует отразить вопросы общего характера по тематике проектирования в краткой форме (в пределах не более двух страниц текста). Рекомендуются к изложению следующие вопросы:

- основная физическая суть и задачи осушительных мелиораций;
- значимость и эффективность осушительных мелиораций;
- перспективы развития осушительных мелиораций, как в техническом плане, так и в рамках реализации различных программ социально-экономического развития;
- значимость данного проекта мелиорации земель по повышению эффективности производственной деятельности хозяйства-землепользователя.

### **2.2.2. Природные условия объекта мелиорации**

Анализ природных условий объекта является важным начальным этапом проектной работы по различным водохозяйственным объектам, в том числе и при проектировании гидромелиоративных систем.

Данный раздел предполагает описание природных условий, являющихся в основном исходным материалом для проектирования. При выполнении этой части работы следует дополнить природные характеристики по материалам, изложенным в гл. 3. Для этого используются исходные данные (см. прилож. 3), а также задание на проектирование (выдается студенту на специальном бланке, см. прилож. 2).



### **2.2.3. Методы, способы и схема осушения**

Этот раздел является продолжением анализа природно-хозяйственных условий объекта, связанных с обоснованием основных технических решений по осушению земель.

Необходимо дать обоснование запроектированных способов и схемы осушения, привести структуру намеченной схемы осушения на основе материала, изложенного в гл. 4.

### **2.2.4. Определение параметров закрытого дренажа**

Разработка этого раздела охватывает проектные вопросы по обоснованию основных параметров закрытого дренажа: диаметр труб, глубина, уклон, длина и междреннее расстояние.

В пояснительной записке необходимо привести следующие материалы:

- обоснование диаметра дренажных труб и рекомендации по проектированию уклона;
- расчеты по определению междренного расстояния, глубины и максимальной длины дрен;

Практические рекомендации, необходимые расчетные материалы, а также примеры расчета, следует смотреть в гл. 4.

### **2.2.5. Проектирование осушительной сети в плане**

Основной объем работы по выполнению данного раздела заключается в графическом изображении осушительной системы на топографическом плане (см. прилож. 8).

В пояснительной записке рекомендуется отразить следующие вопросы:

- требования землепользователя к организации территории, с учетом которых производилось проектирование осушительной системы;
- основные нормативные положения и требования к плановой компоновке, использованные при проектировании осушительной сети в плане;
- плановые параметры (размеры) элементов осушительной сети, принятые к проектированию в данных условиях.

### **2.2.6. Гидрологические расчеты**

Гидрологические расчеты заключаются в определении расчетных расходов в каналах проводящей осушительной сети. Расчет расходов следует произвести для устьевого створа магистрального канала, а результаты расчета распространить на всю длину канала. При выполнении расчета необходимо в начале дать обоснование выбора типов расчетных расходов и привести их основные характеристики (см. табл. 7.1).

Рекомендуемые расчетные формулы и их характеристики приводятся в гл.7.

### **2.2.7. Гидравлические расчеты**

Методика, расчетные формулы, рекомендуемые формы представления результатов расчета, а также необходимые справочные материалы, приводятся в гл. 8.

Требуется выполнить расчет магистрального канала и закрытого коллектора. Закрытый коллектор для расчета выбирается студентом самостоятельно с учетом следующих требований:

- коллектор должен быть длиной не менее среднего значения 600-800 м;
- коллектор должен впадать в открытый коллектор (а не напрямую в магистральный канал).

В процессе изложения расчета, кроме расчетных формул, необходимо приводить обоснование принимаемых параметров.

В заключении гидравлического расчета магистрального канала обязательным является вывод о скоростном режиме.

### **2.2.8. Проектирование осушительной сети в вертикальной плоскости**

Проектирование осушительной сети в вертикальной плоскости заключается в основном в разработке продольного профиля заданного элемента проводящей осушительной сети, что входит в состав графической части курсовой работы (см. прилож. 6 и 7), а в пояснительной записке следует отразить следующие вопросы (см. гл. 9):

- основные нормативные положения вертикальной увязки, которые были использованы при проектировании данного объекта;
- расчеты по определению глубины основных элементов проводящей осушительной сети: закрытого коллектора, открытого коллектора, магистрального канала.

### **2.2.9. Дорожная сеть и сооружения на осушительной системе**

Проектирование дорожной сети и сооружений в условиях данной курсовой работы будет заключаться в следующем:

- в пояснительной записке приводится перечень проектируемых дорог и сооружений с краткими пояснениями по их назначению и местоположению;
- на плане осушительной системы (см. прилож. 8) показывается трассировка дорог и местоположения сооружений.

Знаки условных обозначений для плана мелиоративной системы следует смотреть в прилож. 9.

### **2.2.10. Мероприятия по проекту мелиорации земель**

Этот вопрос имеет описательный характер и является элементом самостоятельной работы студента.

Требуется привести перечень рекомендуемых мероприятий по соответствующей группе (согласно заданию) с краткой их характеристикой.

Для изучения предлагаются группы мероприятий, разрабатываемые в проектах осушительных систем: культуртехнические мероприятия, мероприятия по первичному окультуриванию и с/х освоению земель, по технической эксплуатации осушительной системы и мероприятия экологического характера (природоохранные).

Перечень вопросов и литературные источники, рекомендуемые к проработке, приводятся в гл. 11.

### 3. Природные условия объекта мелиорации

#### 3.1. Современное состояние и использование земель

Мелиорируемый участок общей площадью брутто ..... га расположен на территории одного из хозяйств ..... области.

До осушения участок использовался под сенокосные угодья, где получали невысокие урожаи сена низкого качества. Половина площади покрыта древесно-кустарниковой растительностью средней густоты заросли, значительная часть территории заочкарена, почвенный горизонт имеет каменистость в пределах  $10-50 \text{ м}^3/\text{га}$ .

После осушения участок намечается использовать под посев с/х культур в составе.....севооборота.

#### 3.2. Климатические и гидрологические условия

Климат .....области характеризуется умеренно холодной зимой и теплым продолжительным летом. Среднегодовая величина годовых осадков составляет .....мм, причем основное количество осадков приходится на теплый период года.

Среднегодовая величина годового испарения с поверхности почвы равна .....мм. Продолжительность вегетационного периода составляет ..... суток. Средняя дата схода снежного покрова – первая декада апреля, среднегодовой запас воды в снеге составляет .....мм. слой стока весеннего половодья для года 10% обеспеченности .....мм.

Начало весенних полевых работ приходится на вторую декаду апреля. Основные расчетные гидрологические показатели для устьевого створа магистрального канала:

- внешняя водосборная площадь  $A_{\text{вн}} = \dots\dots\dots A_{\text{ос}}$ ;
- залесенность водосбора  $f = \dots\dots\dots\%$ ;
- заболоченность водосбора  $f = \dots\dots\dots\%$ ;
- степень зарегулированности (заозеренности) стока на водосборе  $f_{\text{оз}} = 0,10\dots0,15\%$ .

#### 3.3 Почвенно-гидрогеологические условия

Почвенно–геологические условия на территории объекта имеют относительно однородный характер на всей площади. Преобладающий тип почв - ..... Геолого-литологическое строение участка с поверхности имеет следующую структуру (см. прилож. 3):

.....  
.....  
.....

Уровень грунтовых вод расположен близко к поверхности земли и находится в пределах 0...0,5м.

Содержание железа в грунтовых водах составляют 1,0-1,5 мл/л.

### 3.4. Рельеф

Рельеф мелиорируемого участка спокойный, равнинного типа, представляет собой в целом.....(см. топографический план).

Прилегающие к участку склоны характеризуются следами водной эрозии.

Микрорельеф участка неявно выраженный, характеризуется наличием отдельных замкнутых понижений (блюдец) и возвышений глубиной и высотой до 0,5м соответственно.

Уклоны поверхности земли переувлажненного участка составляют: максимальные ....., минимальные ....., общий (средний) уклон по всей территории .....

### 3.5. Типы водного питания

Установление типов водного питания необходимо для обоснования методов осушения.

На основе качественной оценки природных условий объекта и водно-балансовых расчетов установлено, что в данном случае имеют место смешанный тип водного питания. Согласно действующей классификации Брудастова А.Д., выделяются следующие типы водного питания:

- а) основной – грунтовый безнапорный (его подтип – поток грунтовых вод);
- б) дополнительный (второстепенный) – намывной делювиальный (склоновый).

На наличие грунтового типа водного питания указывают характерные для него признаки:

- а) наличие хорошо водопроницаемых (водоносных) пластов большой мощности ( $K = \dots\dots\dots\text{м/сут}$ );
- б) близкое расположение к поверхности земли уровня грунтовых вод (0 – 0,5м);
- в) поверхность грунтовых вод имеет уклон в сторону переувлажненного участка, что говорит об их постоянном притоке с внешнего водосбора.

Значительное участие намывного типа водного питания в переувлажнении подтверждается следующими условиями:

- а) наличие прилегающих к участку склонов со следами водной эрозии;
- б) относительно большая водосборная площадь ( $A_{\text{вн}} = \dots\dots\dots A_{\text{ос}}$ )

## **4. Методы, способы и схема осушения**

### **4.1. Методы и способы осушения**

Метод осушения характеризует основной принцип воздействия на неблагоприятный водный режим переувлажненных земель. Под методами осушения понимаются главные пути, которыми решаются задачи предохранения территории от переувлажнения и поддержания необходимого мелиоративного состояния земель.

Задача выбора метода осушения значительно упрощается тем, что в настоящее время в практике мелиорации земель для каждого типа водного питания широко применяются только по одному методу осушения.

Способы осушения представляют собой системы технических устройств, при помощи которых решается задача ликвидации переувлажнения и поддержания оптимального водно-воздушного режима почв.

При выборе способа осушения (типа регулирующей осушительной сети) учитываются следующие условия:

- а) метод осушения (тип водного питания);
- б) намечаемое с/х использование осушаемых земель;
- в) почвенно-геологические условия;
- г) местные условия.

В случаях приемлемости по вышеуказанным условиям сразу нескольких способов осушения, окончательный выбор производится на основе технико-экономического анализа (обоснования) вариантов.

При использовании осушаемого участка под пашню в условиях грунтового типа водного питания наиболее целесообразным способом осушения является закрытый дренаж. Это позволяет хозяйству получить ряд преимуществ по сравнению с открытой осушительной сетью:

- а) обеспечить условия для высокопроизводительной работы с/х машин в различных направлениях;
- б) повысить коэффициент земельного использования;
- в) упростить уход и надзор за осушительной системой.

Итоги выбора методов и способов осушения приводятся в таблице 4.1.

### **4.2. Схема осушения**

Установление схемы осушения включает в себя решение следующих вопросов:

- а) определение состава (структуры) элементов проводящей и оградительной сети;
- б) предварительное размещение в плане элементов проводящей и оградительной сети;
- в) выбор водоприемника.

Основным определяющим фактором выбора структуры схемы осушения является запроектированный тип регулирующей сети (способ осушения).

Схема осушения намечается на основе материалов топографической съемки с учетом размещения полей севооборотов, угодий, наличие существующих дорог, коммуникаций, уникальных компонентов ландшафта и пр.

При осушении земель закрытым горизонтальным трубчатым дренажом схема осушения будет иметь следующую структуру (состав): закрытые дрены (регулирующая сеть), закрытые коллекторы (проводящая сеть), открытые коллекторы (проводящая сеть), магистральный канал (проводящая сеть), нагорно-ловчие каналы (оградительная сеть), водоприемник (река).

Таблица 4.1. Методы и способы осушения.

№ п/п	Тип водного питания	Методы осушения	Рассмотренные варианты способов осушения		Принятые способы осушения	
			основные	дополнительные	основные	дополнительные
1	Грунтовый (поток грунтовых вод)	Понижение уровня грунтовых вод за счет ускорения внутреннего стока (дренирования территории)	а) закрытый горизонтальный дренаж; б) открытые осушители; в) вертикальный дренаж	а) ловчие каналы б) нагорно-ловчие каналы	закрытый горизонтальный дренаж;	нагорно-ловчие каналы
2	Намывной делювиальный (склоновый)	Перехват поверхностного стока, поступающего с внешнего водосбора	а) нагорные каналы; б) нагорно-ловчие каналы	Противоэрозионные мероприятия на склонах	нагорно-ловчие каналы	—

## 5. Определение параметров закрытого дренажа

### 5.1. Диаметр дренажных труб

При проектировании осушительной сети диаметр дренажных труб назначается конструктивно. В обычных условиях строительства диаметр труб рекомендуется проектировать минимальным (из стандарта серийно выпускаемых дренажных труб).

При наличии особых условий строительства (интенсивное поступление грунтовых или фильтрационных вод, осушение замкнутых понижений, высокая вероятность быстрого заиления или заохривания и пр.) диаметр дренажных труб увеличивается и проектируется в пределах 75-100 мм.

В таблице 5.1. приводятся рекомендуемые диаметры для некоторых типов дренажных труб.

Таблица 5.1. Основные проектные данные дренажных труб.

№ п/п	Наименование труб	Материал	Диаметры, мм		Предельная глубина укладки, м	Примечания
			в обычных условиях строительства	в особых условиях строительства		
1	Гончарные (керамические)	глина обожженная	50/72	75/91, 100/130	4,0	—
2	Пластмассовые гофрированные	полиэтилен, поливинилхлорид	50, 63	63, 75	2,0	Тип I
3	Пластмассовые спиральновитые	поливинилхлорид	50, 63	63, 75, 90	1,8	—

Примечание. В знаменателе для гончарных труб указан наружный диаметр.

### 5.2. Определение глубины дрен

Расчетную глубину укладки закрытого дренажа рекомендуется определять по формуле:

$$h = a + \Delta h + d/2 + \delta; \text{ м} \quad (5.1)$$

где  $a$  – расчетная норма осушения (наиболее распространенный вариант проектирования – к концу вегетации по с/х культуре севооборота с максимальным значением, см. табл.5.2), м;

$\Delta h$  – падение депрессионной кривой от середины междренья до дрены, м. Величина ( $\Delta h$ ) ориентировочно устанавливается в зависимости от междренного расстояния ( $B$ ) на основе практических рекомендаций (см. табл. 5.4.);

$d$  – диаметр дренажных труб, м;

$\delta$  – величина осадки почвогрунта вследствие осушения, м. Для минеральных почвогрунтов ее величиной можно пренебрегать ( $\delta \approx 0$ ), а для торфяников рекомендуется определять из расчета 10 – 15% от наддренной толщи торфа:

$$\delta = (0,10 \dots 0,15) \cdot (a + \Delta h + d/2), \text{ м} \quad (5.2)$$



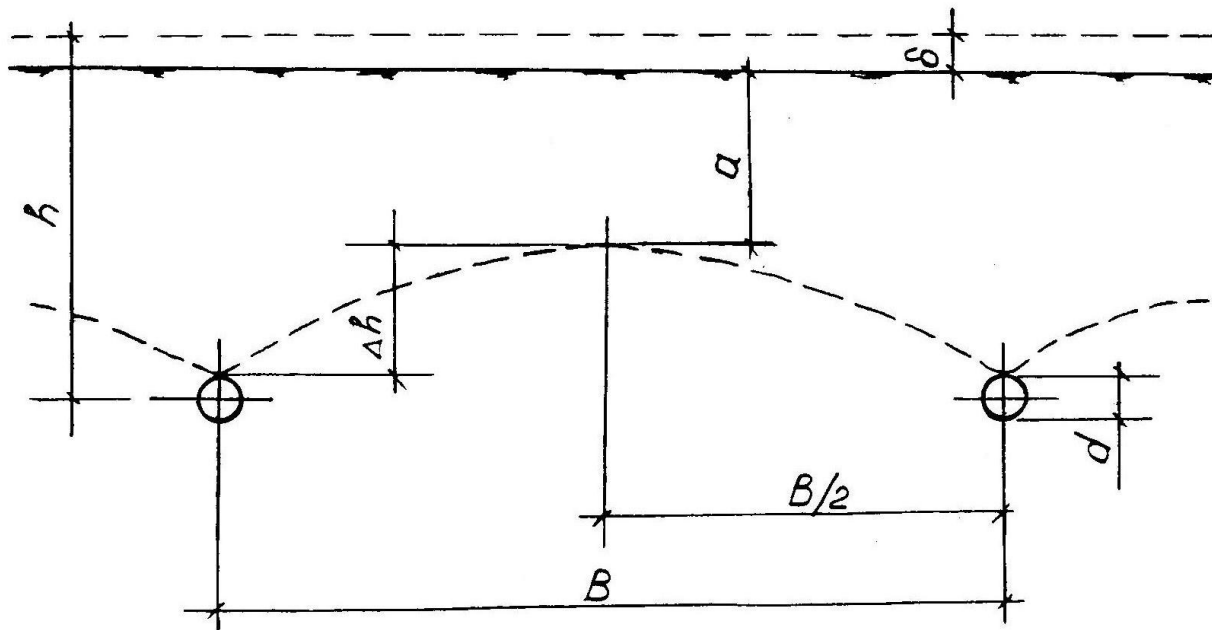


Рис. 5.1. Схема к определению глубины укладки дрен

Таблица 5.2. Расчетные нормы осушения

№ п/п	С/х культуры	Весенний предпосев-ной период		1-ый месяц вегетации		К концу вегетации		Осенне-езимний период
		торф	мин. поч-вы	сугли-нистые почвы, торф	песча-ные, супесчаные почвы	сугли-нистые почвы, торф	песчаные, супесча-ные почвы	
1	Зерновые культуры	60-70	50-60	80	70	90	80	60-70
2	Многолет-ние травы			70	60	80	70	
3	Картофель, корнеплоды, овощи			90	80	110	100	
4	Луговые тра-вы	40-50	30-40	—	—	75	65	
5	Пастбищные травы	50-60	40-50	—	—	85	75	

Таблица 5.3. Расстояния между закрытыми дренами  
(для ориентировочных расчетов), м

Грунты		Содержание частиц грунта менее 0,01 мм	При осушении:		Падение депрессионной кривой $\Delta h$ , м
			полевых, овощн., приферм. севооборотов	лугопастбищных угодий	
Супесь:	тяжелая	30-20	20-25	28-35	0,3-0,4
	легкая	20-10	25-35	30-40	
Песок:	мелкий	<10	25-30	35-40	0,15-0,25
	средний		35-45	40-50	
	крупный		40-50	45-55	
Торф за искл. древесного и тростникового		-	20-30	25-35	0,2-0,3
Торф древесный и тростниковый		-	25-35	30-40	

### 5.3. Расчет расстояния между дренами

#### 5.3.1. Общие положения

Расчетными периодами являются:

а) основной – весенний (от конца снеготаяния до начала весенних полевых работ);

б) поверочный – летне-осенний (период выпадения летне-осенних затяжных дождей)

Процент обеспеченности расчетного года для гидрометеорологических характеристик, используемых в расчетах, принимается на основе действующих нормативов в зависимости от с/х использования осушаемых земель (например, для весеннего периода и использования земель под пашню и пастбища – 10%, сенокосные угодья – 25%).

Расчет междренного расстояния следует начинать с установления фильтрационных схем (см. рис.5.2-5.4)

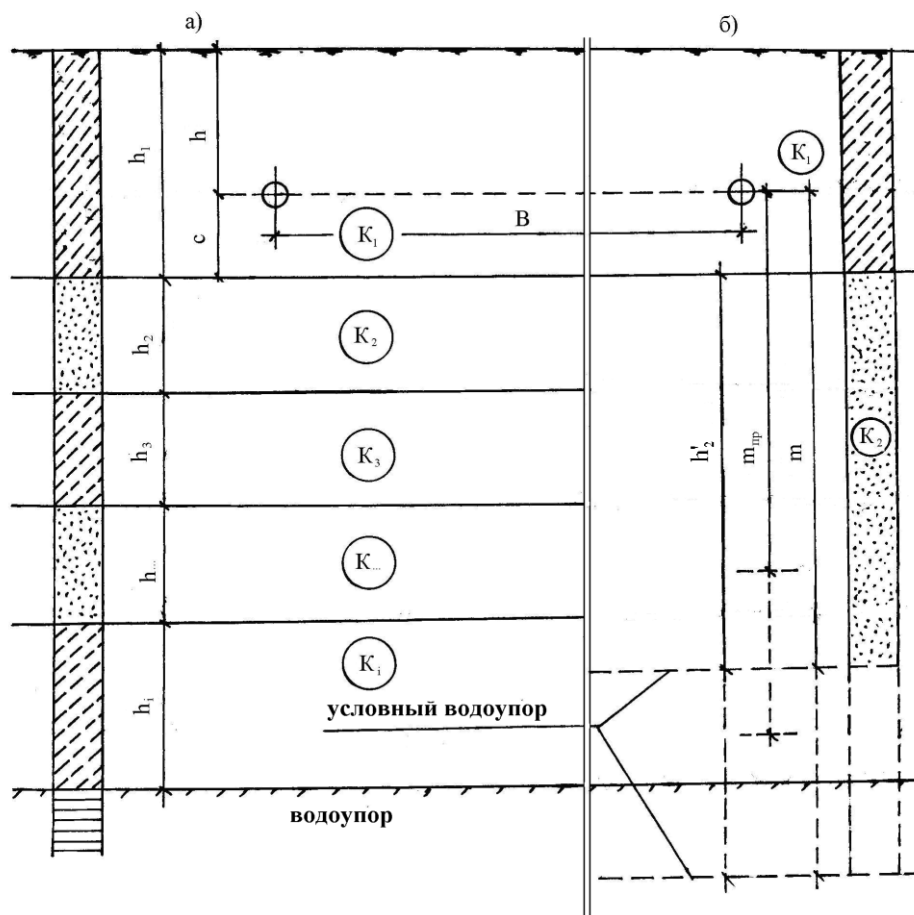


Рис. 5.2. Схема к расчету в условиях напластования грунтов.  
а – схема на основе данных изысканий; б- расчетная (условная) схема,  
приведенная в двухслойной среде

Количество расчетных фильтрационных схем зависит от многообразия почвенно-геологического профиля. Основным материалом для разработки фильтрационных схем являются обобщающие геологические колонки, приводимые в материалах почвенно-мелиоративных и инженерно-геологических изысканий. В первую очередь, в зависимости от геолого-литологического строения, устанавливается сложность профиля, и выделяются следующие схемы:

- а) однослойная (однородная среда, рис.5.3);
- б) двухслойная схема (рис.5.4);
- в) многослойная схема (три пласта и более, рис. 5.2).

В зависимости от степени вскрытия водоносных пластов, вышеуказанные расчетные схемы необходимо отнести к соответствующему расчетному случаю, а именно:

- а) расположение дренажа на водоупоре (при  $m_{np}=0$ );
- б) близкое залегание водоупора (при  $m_{np} \leq B/4$ );
- в) глубокое залегание водоупора (при  $m_{np} > B/4$ ),

где:  $m_{np}$  – приведенное расстояние от оси дренажа до водоупора.

Выявление того или иного случая необходимо для выбора соответствующей расчетной формулы (5.5 или 5.6)

При наличии многослойной среды рекомендуется использовать методику расчета, где используется формула водопроницаемости пластов ( $T=K \cdot h$ , м<sup>2</sup>/сут) для приведения напластований грунтов к единому грунту. В этом случае фильтрационная схема сводится к схеме двухслойной среды (рис. 5.4). Все нижележащие пласты, начиная со второго, условно заменяются одним пластом со свойствами водопроницаемости второго пласта. Для схемы, изображенной на рис.5.2, формула суммарной водопроницаемости пластов будет иметь вид:

$$K_2 \cdot h'_2 = K_2 \cdot h_2 + K_3 \cdot h_3 + \dots + K_i \cdot h_i, \text{ м}^2/\text{сут}, \quad (5.3)$$

откуда приведенная мощность второго пласта будет равна:

$$h'_2 = h_2 + \frac{K_3}{K_2} \cdot h_3 + \dots + \frac{K_i}{K_2} \cdot h_i, \text{ м} \quad (5.4)$$

Здесь следует отметить, что методику замены напластований грунтов не рекомендуется использовать при наличии отдельных пластов с низким коэффициентом фильтрации (менее 0,1 м/сут), а также при большом различии коэффициентов фильтрации, так как при этом сильно искажаются фактические размеры реальной зоны фильтрации.

### 5.3.2. Расчетные формулы

Расстояния между дренами при грунтовом и грунтово-атмосферном типах водного питания рекомендуется определять из условия обеспечения требуемого снижения УГВ по формулам стационарной (установившейся) фильтрации [7, прилож.2.1]:

а) для случая близкого залегания водоупора ( $m_{np} \leq B/4$ ) и расположения дренажа на водоупоре ( $m_{np}=0$ ):

$$B = 4 \left( \sqrt{L_f^2 + \frac{H \cdot T}{2q}} - L_f \right), \text{ м} \quad (5.5)$$

б) для случая глубокого залегания водоупора ( $m_{np} > B/4$ ):

$$B = \frac{2 \cdot \pi \cdot K \cdot H}{q \cdot \left[ \ln \left( \frac{2 \cdot B}{\pi \cdot d} \right) + L_i \right]}, \text{ м} \quad (5.6)$$

В этих формулах:

а) для однородной (однослойной) среды (см. рис.5.3):

$$\begin{aligned} m_{np} &= m, \text{ м} \\ m &= h_1 - h, \text{ м} \end{aligned} \quad (5.7)$$

$$L_f = \frac{m}{\pi} \cdot \left[ \ln\left(\frac{2 \cdot m}{\pi \cdot d}\right) + \frac{2h_0}{m} \cdot \ln\left(\frac{4h_0}{\pi \cdot d}\right) + \left(1 + \frac{2 \cdot h_0}{m}\right) \cdot L_i \right], \text{ м} \quad (5.8)$$

$$T = \kappa \cdot (m + h_0), \text{ м}^2/\text{сут} \quad (5.9)$$

б) при расположении дренажа на водоупоре:

$$m_{np} = m = 0, \quad h = h_1, \\ L_f = \frac{2 \cdot h_0}{\pi} \cdot \left[ \ln\left(\frac{4 \cdot h_0}{\pi \cdot d}\right) + L_i \right], \text{ м} \quad (5.10)$$

$$T = K \cdot h_0, \text{ м}^2/\text{сут} \quad (5.11)$$

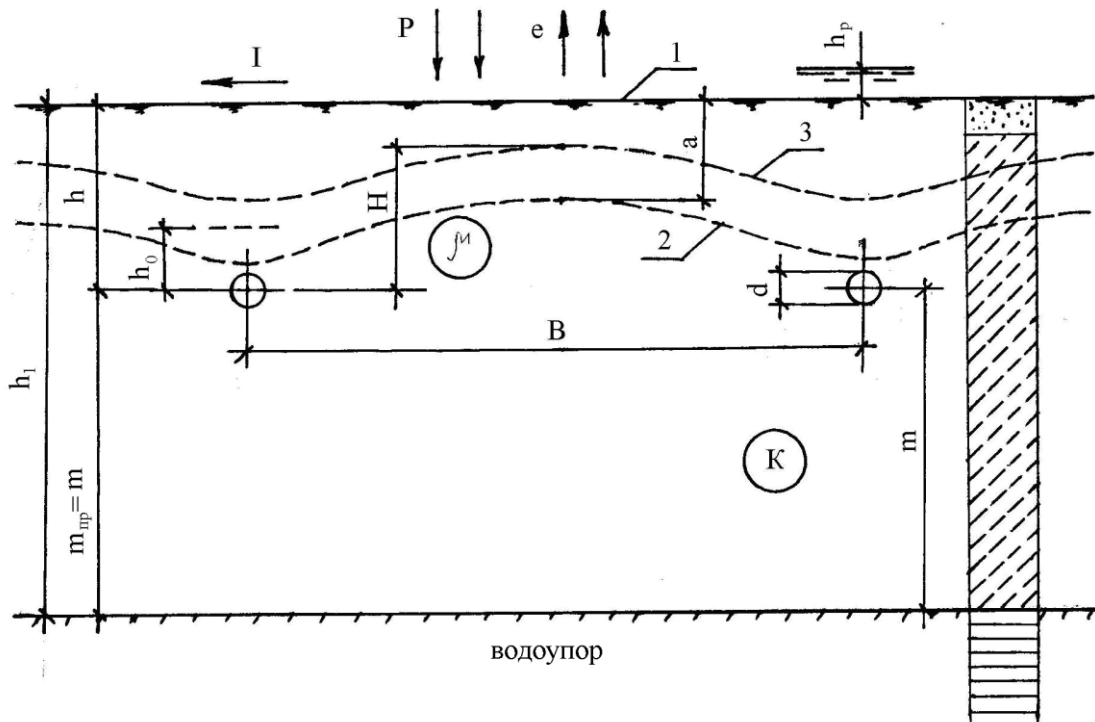


Рис. 5.3. Схема к расчету междренного расстояния в однородной (однослойной) среде

1- поверхность земли (исходное положение УГВ); 2 - положение УГВ к концу расчетного периода; 3 - среднее расчетное (промежуточное) положение депрессионной кривой.

в) для двухслойной среды при расположении дренажа в верхнем слое (см. рис. 5.4):

$$C = h_1 - h, \text{ м} \quad (5.12)$$

$$m_{np} = C + \frac{K_2}{K_1} \cdot h_2, \text{ м} \quad (5.13)$$

$$m = C + h_2, \text{ м} \quad (5.14)$$

$$L_f = \beta \cdot \frac{K_2}{K_1} \cdot \frac{m}{\pi} \cdot \left[ \ln \left( \frac{2 \cdot m}{\pi \cdot d} \right) + \frac{2 \cdot h_0}{m} \cdot \ln \left( \frac{4 \cdot h_0}{\pi \cdot d} \right) + \left( 1 + \frac{2 \cdot h_0}{m} \right) \cdot L_i \right] +$$

$$+ \frac{K_1 - K_2}{K_1} \cdot \frac{c}{\pi} \cdot \left[ \ln \left( \frac{2 \cdot c}{\pi \cdot d} \right) + \frac{2 \cdot h_0}{c} \cdot \ln \left( \frac{4 \cdot h_0}{\pi \cdot d} \right) + \left( 1 + \frac{2 \cdot h_0}{c} \right) \cdot L_i \right], \text{ м} \quad (5.15)$$

$$T = K_1 \cdot (h_0 + C) + K_2 \cdot h_2, \text{ м}^2/\text{сут} \quad (5.16)$$

В формуле (5.15):

$$\beta = 1 - (0,21 \sqrt{\lambda} \pm \lambda \cdot r) \cdot \lg M \quad (5.17)$$

$$r = \frac{0,5 \cdot d}{C + h_0} \quad (5.18)$$

$$\lambda = \frac{K_2 - K_1}{K_2 + K_1} \quad (5.19)$$

$$M = \frac{h_2}{C + h_0} \quad (5.20)$$

В формуле (5.17) следует принимать:

- при  $\lambda \leq 0$  значение поправочного коэффициента  $\beta = 1$ ;
- при  $M > 1$  ставится знак «+», а при  $M < 1$  – знак «-»

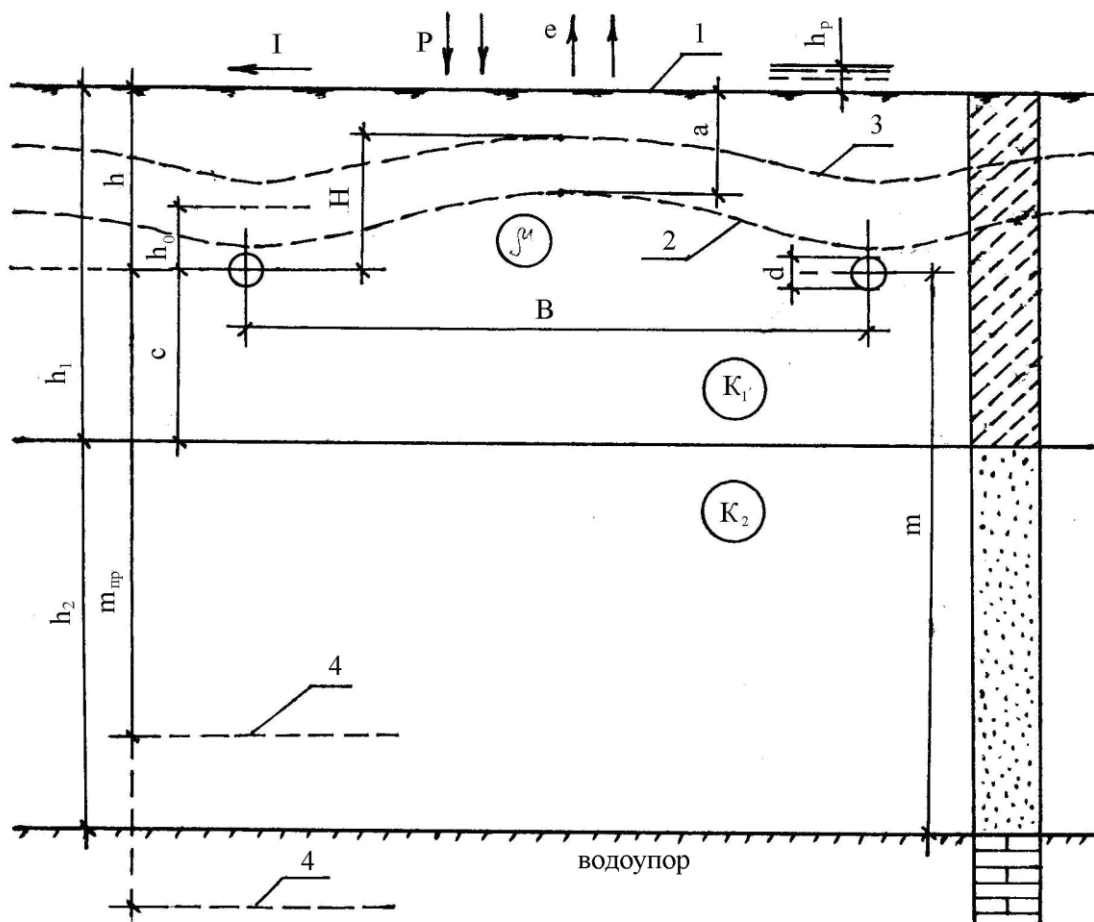


Рис. 5.4. Схема к расчету междренного расстояния в двухслойной среде (дренаж в верхнем слое)

1- поверхность земли (исходное положение УГВ); 2- положение УГВ к концу расчетного периода; 3- среднее расчетное (промежуточное) положение депрессионной кривой; 4 - условное положение водоупора.

г) для многослойной среды при расположении дренажа в верхнем слое (см. рис. 5.2 и 5.4):

$$C = h_1 - h, \text{ м}$$

$$h'_2 - \text{ по формуле (5.4)}$$

$$m_{np} = C + \frac{K_2}{K_1} \cdot h'_2, \text{ м (формула 5.13)}$$

$$m = C + h'_2, \text{ м (формула 5.14)}$$

$$L_f - \text{ по формуле (5.15)}$$

$$T = K_1 \cdot (h_0 + C) + K_2 \cdot h_2, \text{ м}^2/\text{сут (формула 5.16)}$$

$$K = K_1 - \text{ в формулах (5.6 и 5.25)}$$

$$h_2 = h'_2 - \text{ в формуле (5.20)}$$

д) независимо от сложности геологического профиля:

$$H = h - 0,6 \cdot a, \text{ м} \quad (5.21)$$

$$h_0 = 0,5 \cdot H, \text{ м} \quad (5.22)$$

$$q = \frac{h_p + \mu \cdot a + (p - e) \cdot t}{t}, \text{ м/сут} \quad (5.23)$$

$$h_p = H_p \cdot (1 - \sigma), \text{ м} \quad (5.24)$$

Коэффициенты водоотдачи:

- для минеральных почвогрунтов (формула Эркина Г.Д.):

$$\mu = 0,056 K^{1/2} \cdot (h - H)^{1/3} \quad (5.25)$$

- для торфяных почвогрунтов (формула Ивицкого А.И.):

$$\mu = 0,116 \cdot K^{3/8} \cdot (h - H)^{3/4} \quad (5.26)$$

Во всех вышеприведенных формулах:

$m_{np}$  – приведенное к верхнему пласту расстояние от оси дрены до водоупора, м;

$t$  – расстояние от оси дрены до водоупора, м;

$H$  – расчетный напор под дренажом, м;

$h$  – расчетная глубина укладки дрен, м;

$d$  – наружный диаметр дренажных труб, м;

$K, K_0, K_1, K_2 \dots K_i$  – коэффициенты фильтрации соответствующих водоносных пластов, м/сут;

$C$  – расстояние от оси дрены до подошвы верхнего пласта, м;

$T$  – водопроводимость пластов, м<sup>2</sup>/сут;

$q$  – расчетная интенсивность отвода воды (модуль дренажного стока), м/сут;

$h_1, h_2 \dots h_i$  – мощности соответствующих водоносных пластов, м;

$a$  – требуемая норма осушения (на конец расчетного периода, см. табл. 5.2), м;

$H_p$  – слой стока весеннего половодья для года расчетной обеспеченности, м;

$h_p$  – слой поверхностной воды, отводимой дренажом, м;

$\sigma$  – коэффициент поверхностного стока ( $\sigma = 0,3 \dots 0,6$  – для мерзлых грунтов в весенний период при  $I < 0,01$ );

$I$  – уклон поверхности земли;

$p, e$  – суточная интенсивность соответственно атм. осадков и испаряемости в расчетный (весенний) период для года расчетной обеспеченности, м/сут;

$t$  – продолжительность расчетного периода (для весеннего периода – это время от конца снеготаяния до начала весенних полевых работ,  $t = 10-15$  сут – для центральных районов европейской части РФ), сут.;

$L_f$  – общие фильтрационные сопротивления, м;

$L_i$  – коэфф. фильтрационных сопротивлений в зависимости от характера вскрытия пласта и конструкции дренажа. В расчетах можно принять [7, прилож.2.1]:  $L_i = 1,0$  – для гончарного дренажа со сплошным укрытием защитным фильтрующим материалом,  $L_i = 0,5$  – для гофрированных пластмассовых труб с оберткой рулонным ЗФМ.



### 5.3.3. Рекомендации по выполнению расчетов

Установление расчетной формулы (5.5) или (5.6) производится на основе ( $m_{пр}$ ) и ориентировочно назначенного ( $B$ ) по табл.5.3. Следует отметить, что расчет можно начинать и с произвольно выбранной формулы (обычно для случая близкого залегания водоупора), так как после получения результата ( $B_{расч.}$ ) обязательно дается подтверждение правильности применения соответствующей формулы (определяется  $B_{расч.}/4$  и сравнивается с  $m_{пр}$ ). При невыполнении соответствующего неравенства необходимо продолжить расчет с использованием другой формулы.

Решение уравнения (5.6) рекомендуется осуществлять подбором с точностью  $\pm 1$ м, начиная со значений, близких к практическим рекомендациям.

При выполнении расчетов возможен вариант, когда не будут подтверждаться результаты (невыполнение неравенств) в обоих случаях, что указывает на попадание в переходную зону. В этом случае рекомендуется принять результат по наиболее близкому случаю (где незначительное отклонение результата), либо по практическим рекомендациям (при значительном отклонении результата в обоих случаях).

Следует также отметить, что в результате расчета могут быть получены значения ( $B$ ), значительно отличающиеся от принятых на практике. В этом случае рекомендуется:

1. При отклонении результата в большую сторону – принять ( $B$ ) на основе практических рекомендаций.
2. При отклонении результата в меньшую сторону – принимать ( $B$ ) на основе расчетных данных.

Проектные расстояния между дренами округляются (обычно в меньшую сторону) с соблюдением кратности: «2м» - при ( $B$ ) < 24м и «5» - при  $B$  > 25м.

### 5.3.4. Особенности расчета междренного расстояния на торфяниках

В процессе осушения происходит уплотнение и осадка торфяной залежи, что приводит к изменению многих свойств торфа, в т.ч. и водно-физических (увеличивается плотность, снижаются коэффициенты фильтрации и водоотдачи и пр.). При проектировании необходимо прогнозировать эти изменения (как минимум, для первых 3-5 лет осушения) и учитывать их при установлении расчетных параметров. Прогнозирование изменений может производиться как расчетным путем (определение осадки торфа, коэффициентов фильтрации, водоотдачи и пр.), так и на основе практических рекомендаций.

Наиболее распространенными являются условия с двухслойной средой при расположении дренажа в верхнем слое (см. рис. 5.4). В этом случае, учитывая вышеуказанные особенности изменения торфа, рекомендуется перейти к многослойной (трехслойной) схеме, а именно:

- торфяная залежь условно расчленяется на два слоя на уровне расположения дренажа (см. рис. 5.4) : наддренный слой, подверженный сильным изменениям и поддренный – слабоизменяемый.

- полученная таким образом трехслойная среда переводится в двухслойную на основе формулы (5.4), и расчет производится по формулам двухслойной фильтрационной схемы (рис.5.4), где расчетные показатели следует определять:

$B$  - по формулам (5.5 или 5.6);

$C=h_1 - h$ , м (формула 5.12);

$h_1, h$  – уменьшаются на величину осадки ( $\delta$ ) торфа (см. рис.5.2);

$K=K_0$  – в формулах (5.6) и (5.26);

$$h_2' = C + \frac{K_2}{K_0} \cdot h_2, \text{ м} \quad (5.27)$$

$$m_{np} = m, \text{ м} \quad (5.28)$$

$$T = K_0 \cdot h_0 + K_1 \cdot h_2', \text{ м}^2/\text{сут} \quad (5.29)$$

В формулах (5.15 – 5.20)  $K_1=K_0$ ,  $K_2=K_1$ ,  $C=0$ ,  $h_2=h_2'$ , после подстановки в формулу (5.15) и соответствующих преобразований получаем формулу общих фильтрационных сопротивлений:

$$L_f = \beta \cdot \frac{K_1}{K_0} \cdot \frac{m}{\pi} \cdot \left[ \ln\left(\frac{2 \cdot m}{\pi \cdot d}\right) + \frac{2 \cdot h_0}{m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_0}{\pi \cdot d}\right) + \left(1 + \frac{2 \cdot h_0}{m}\right) \cdot L_i \right] + \frac{K_0 - K_1}{K_0} \times \\ \times \frac{2 \cdot h_0}{\pi} \cdot \left[ \ln\left(\frac{4 \cdot h_0}{\pi \cdot d}\right) + L_i \right], \text{ м} \quad (5.30)$$

где:  $m = h_2'$  - расстояние от оси дрены до водоупора, м;

$K_1$  – коэфф. фильтрации поддренного слоя торфа (до осушения – по данным изысканий), м/сут;

$K_0$  – коэфф. фильтрации наддренного слоя торфа (после осушения – прогнозируемый), м/сут.

В формуле (5.30) при определении коэффициента ( $\beta$ ):

$$r = \frac{0,5 \cdot d}{h_0}$$

$$\lambda = \frac{K_1 - K_0}{K_1 + K_0}$$

$$M = \frac{h_2}{h_0}$$

### 5.3.5. Примеры расчета междренних расстояний

Общие исходные данные для всех нижеприведенных примеров расчета:

1. Местоположение объекта мелиорации – Брянская область.
2. С/х использование земель – пашня (овощной севооборот).
3. Гидрометеорологические характеристики по расчетному весеннему периоду для года 10% обеспеченности:  $H_p=140\text{мм}$ ,  $p=2,6 \text{ мм/сут}$ ,  $e=0,7 \text{ мм/сут}$ .
4. Данные по объекту осушения и дренажу:
  - состояние поверхности объекта:  $I=0,003$ ,  $\sigma=0,5$ ;
  - дренаж: трубы гончарные  $d_y=50\text{мм}$  ( $d=d_n=72\text{мм}$ ),  $h=1,3\text{м}$  (в минеральных почвогрунтах),  $h=1,4\text{м}$  – в торфяниках, фильтрационная защита – сплошное укрытие рулонными ЗФМ ( $L_i=1,0$ ).
5. Режим осушения:  $t=12\text{сут}$ ,  $a=0,5\text{м}$  – для минеральных почвогрунтов,  $a=0,6\text{м}$  – для торфяников.

#### а) однослойная (однородная) среда (рис.5.3)

Исходные гидрогеологические показатели: водоносный пласт - супесь,  $h_1=15\text{м}$ ,  $K=0,55 \text{ м/сут}$ .

#### Расчет

$$m=15,0-1,3=13,7\text{м}$$

$$m_{np}=m=13,7\text{м}$$

$$H=1,3-0,6\cdot 0,5=1,0\text{м}$$

$$h_0=0,5\cdot 1,0=0,5\text{м}$$

$$T=0,55(13,7+0,5)=7,81\text{м}^2/\text{сут}$$

$$L_{f^*} = \frac{13,7}{3,14} \cdot \left[ \ln\left(\frac{2 \cdot 13,7}{3,14 \cdot 0,072}\right) + \frac{2 \cdot 0,5}{13,7} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 0,5}{3,14 \cdot 0,072}\right) + \left(1 + \frac{2 \cdot 0,5}{13,7}\right) \cdot 1,0 \right] = 26,3\text{м}$$

$$\mu = 0,056 \cdot 0,55^{1/2} \cdot (1,3 - 1,0)^{1/3} = 0,028$$

$$h_p = 0,14 \cdot (1 - 0,5) = 0,07 \text{ м}$$

$$q = \frac{0,070 + 0,028 \cdot 0,5 + (0,0026 - 0,0007) \cdot 12}{12} = 0,0089 \text{ м/сут}$$

По формуле (5.5) получаем:

$$B = 4 \left( \sqrt{26,3^2 + \frac{1,0 \cdot 7,81}{2 \cdot 0,0089}} - 26,3 \right) = 29,3\text{м}$$

$$\frac{29,3}{4} = 7,32\text{м} < 13,7\text{м} \quad (m_{np} > \frac{B}{4}), \text{ сл. формула (5.5) является неприемлемой, т.е.}$$

имеет место случай глубокого залегания водоупора.

Переходим к расчету по формуле (5.6):

$$B = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,55 \cdot 1,0}{0,0089 \left[ \ln \left( \frac{2 \cdot B}{3,14 \cdot 0,072} \right) + 1,0 \right]}$$

Производя соответствующие упрощения, получаем уравнение:

$$B = \frac{388,09}{\ln(8,85 \cdot B) + 1,0}$$

Решая уравнение подбором, получаем:

$$B = 54 \text{ м}$$

$\frac{54}{4} = 13,5 \text{ м} < 13,7 \text{ м}$  ( $m_{np} > \frac{B}{4}$ ), сл. имеет место случай глубокого залегания водоупора, т.е. формула (5.6) является приемлемой.

### Выводы

1. Полученное расчетом значение (B) значительно отличается (в большую сторону) от практических рекомендаций.
2. Снижаем результат до уровня практических рекомендаций (см. табл. 5.3).
3. Принятое к проектированию расстояние между дренами составляет B=35м.

### б) двухслойная среда (рис. 5.4)

Исходные гидрогеологические показатели:

- верхний водоносный пласт – супесь,  $h=4\text{м}$ ,  $K_1=0,45\text{м/сут}$ ;
- второй водоносный пласт – песок,  $h_2=6\text{м}$ ,  $K_2=1,50\text{ м/сут}$ ;
- глубже 10м – глина (водоупор).

### Расчет

$$\begin{aligned} C &= 4,0 - 1,3 = 2,7 \text{ м} \\ m &= 6,0 + 2,7 = 8,7 \text{ м} \\ H &= 1,3 - 0,6 \cdot 0,5 = 1,0 \text{ м} \\ h_0 &= 0,5 \cdot 1,0 = 0,5 \text{ м} \end{aligned}$$

$$T = 0,45(0,5 + 2,7) + 1,50 \cdot 6,0 = 10,44 \text{ м}^2/\text{сут}$$

$$r = \frac{0,5 \cdot 0,072}{2,7 + 0,5} = 0,011$$

$$\lambda = \frac{1,50 - 0,45}{1,50 + 0,45} = 0,54$$

$$M = \frac{6,0}{2,7 + 0,5} = 1,875$$

$$\beta = 1 - (0,21 \sqrt{0,54} \pm 0,54 \cdot 0,011) \cdot \lg 1,875 = 0,96$$

$$L_f = 0,96 \cdot \frac{1,50}{0,45} \cdot \frac{8,7}{3,14} \cdot \left[ \ln \left( \frac{2 \cdot 8,7}{3,14 \cdot 0,072} \right) + \frac{2 \cdot 0,5}{8,7} \cdot \ln \left( \frac{4 \cdot 0,5}{3,14 \cdot 0,072} \right) + \left( 1 + \frac{2 \cdot 0,5}{8,7} \right) \cdot 1,0 \right] +$$

$$+ \frac{0,45 - 1,50}{0,45} \cdot \frac{2,7}{3,14} \cdot \left[ \ln \left( \frac{2 \cdot 2,7}{3,14 \cdot 0,072} \right) + \frac{2 \cdot 0,5}{2,7} \cdot \ln \left( \frac{4 \cdot 0,5}{3,14 \cdot 0,072} \right) + \left( 1 + \frac{2 \cdot 0,5}{2,7} \right) \cdot 1,0 \right] = 39,89 \text{ м}$$

$$\mu = 0,056 \cdot 0,45^{1/2} \cdot (1,3 - 1,0)^{1/3} = 0,025$$

$$h_p = 0,14 \cdot (1 - 0,5) = 0,07 \text{ м}$$

$$q = \frac{0,070 + 0,025 \cdot 0,5 + (0,0026 - 0,0007) \cdot 12}{12} = 0,0088 \text{ м/сут}$$

По формуле (5.5) получаем:

$$B = 4 \left( \sqrt{39,89^2 + \frac{1,0 \cdot 10,44}{2 \cdot 0,0088}} - 39,89 \right) = 27,4 \text{ м}$$

$\frac{27,4}{4} = 6,85 \text{ м} < 22,7 \text{ м}$  ( $m_{np} > \frac{B}{4}$ ), сл. имеет место случай глубокого залегания водоупора, а формула (5.5) является неприемлемой для расчета.

Переходим к расчету по формуле (5.6):

$$B = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,45 \cdot 1,0}{0,0088 \left[ \ln \left( \frac{2 \cdot B}{3,14 \cdot 0,072} \right) + 1,0 \right]}$$

После соответствующих преобразований получаем уравнение:

$$B = \frac{321,14}{\ln(8,85 \cdot B) + 1}$$

$\frac{45,8}{4} = 11,45 \text{ м} < 22,7 \text{ м}$  ( $m_{np} > \frac{B}{4}$ ), сл. имеет место случай глубокого залегания водоупора, что соответствует использованной формуле (5.6).

## Выводы

1. Расчетное значение ( $B$ ) отличается в большую сторону от принятых в практике мелиорации (см. табл. 5.3).
2. Рекомендуется снизить результат (в запас расчета) до уровня практических рекомендаций.
3. Принятое к проектированию расстояние между дренами составляет  $B=30\text{м}$ .

### в) дренаж в торфяниках, среда двухслойная (рис. 5.5)

Исходные гидрогеологические показатели (по профилю – сверху вниз):

- торф,  $h_1=2,5\text{м}$ ,  $K_1=1,6\text{м/сут}$ ,  $K_0=0,4\text{м/сут}$ , осадка поверхности  $\delta=0,13\text{м}$ ;
- песок,  $h_2=6,0\text{м}$ ,  $K_2=2,2\text{м/сут}$ ;
- суглинок тяжелый  $>8,5\text{м}$  (водоупор).

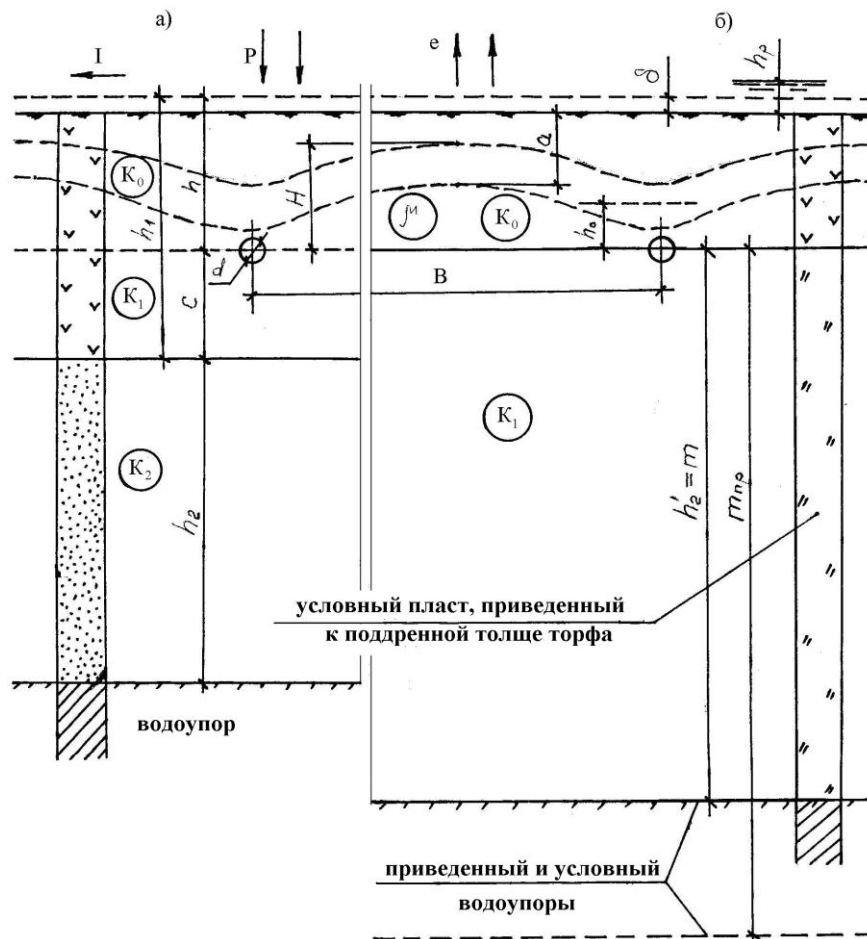


Рис. 5.5. Схема к расчету междреннего расстояния в торфяных почвогрунтах

### Расчет.

$$\begin{aligned}h_1 &= 2,5 - 0,13 = 2,37 \text{ м} \\ h &= 1,4 - 0,13 = 1,27 \text{ м} \\ c &= 2,37 - 1,27 = 1,1 \text{ м}\end{aligned}$$

$$m = h_2' = 1,1 + \frac{2,2}{1,6} \cdot 6,0 = 9,35 \text{ м}$$

$$m_{np} = m = 9,35 \text{ м}$$

$$H = 1,27 - 0,6 \cdot 0,6 = 0,91 \text{ м}$$

$$h_0 = 0,5 \cdot 0,91 = 0,46 \text{ м}$$

$$T = 0,4 \cdot 0,46 + 1,6 \cdot 9,35 = 16,8 \text{ м}^2 / \text{сут}$$

$$\mu = 0,116 \cdot 0,4^{3/8} \cdot (1,27 - 0,91)^{3/4} = 0,038$$

$$h_p = 0,14 \cdot (1 - 0,5) = 0,07 \text{ м}$$

$$q = \frac{0,070 + 0,038 \cdot 0,6 + (0,0026 - 0,0007) \cdot 12}{12} = 0,0097 \text{ м/сут}$$

$$r = \frac{0,5 \cdot 0,072}{0,46} = 0,078$$

$$\lambda = \frac{1,6 - 0,4}{1,6 + 0,4} = 0,6$$

$$M = \frac{9,35}{0,46} = 20,3$$

$$\beta = 1 - (0,21 \sqrt{0,6} + 0,6 \cdot 0,078) \cdot \lg 20,3 = 0,725$$

$$\begin{aligned}L_f &= 0,725 \cdot \frac{1,6}{0,4} \cdot \frac{9,35}{3,14} \cdot \left[ \ln \left( \frac{2 \cdot 9,35}{3,14 \cdot 0,072} \right) + \frac{2 \cdot 0,46}{9,35} \cdot \ln \left( \frac{4 \cdot 0,46}{3,14 \cdot 0,072} \right) + \left( 1 + \frac{2 \cdot 0,46}{9,35} \right) \cdot 1,0 \right] + \\ &+ \frac{0,4 - 1,6}{0,4} \cdot \frac{2 \cdot 0,46}{3,14} \cdot \left[ \ln \left( \frac{4 \cdot 0,46}{3,14 \cdot 0,072} \right) + 1,0 \right] = 49,40 - 2,72 = 46,68 \text{ м}\end{aligned}$$

По формуле (5.5) получаем:

$$B = 4 \left( \sqrt{46,68^2 + \frac{0,91 \cdot 16,8}{2 \cdot 0,0097}} - 46,68 \right) = 31,2 \text{ м}$$

$$\frac{31,2}{4} = 7,8 \text{ м} < 9,35 \text{ м} \quad (m_{np} > \frac{B}{4}), \text{ сл. имеет место случай глубокого залегания}$$

водоупора, т.е формула (5.5) является неприемлемой для расчета. Переходим к расчету по формуле (5.6):

$$B = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,91}{0,0097 \left[ \ln \left( \frac{2 \cdot B}{3,14 \cdot 0,072} \right) + 1,0 \right]}$$

Получаем уравнение:

$$B = \frac{235,66}{\ln(8,85 \cdot B) + 1,0}$$

Подбором получаем:  $B=35,0$  м

$\frac{35}{4} = 8,75 \text{ м} < 9,35 \text{ м}$  ( $m_{np} > \frac{B}{4}$ ), сл. имеет место случай глубокого залегания водоупора, и формула (5.6) применена правильно.

### Выводы

1. Полученное расчетом расстояние (В) находится в допустимых пределах (см. табл. 5.3).
2. Частично снижаем результат (в запас расчету) и окончательно принимаем к проектированию  $B=30$ м.

### 5.4. Проектирование уклона

Уклон закрытого дренажа устанавливается по месту строительства в зависимости от рельефа по трассе дрены, длины трассы и глубины коллектора в местах врезки дрен, а в проектах даются рекомендации по установлению уклона в конкретных условиях строительства.

Проектный уклон дрен ( $I_{др}$ ) рекомендуется назначать равным уклону поверхности земли дренажной трассы ( $I_3$ ). В случаях, когда уклон поверхности земли незначительный, уклон дрены проектируется по условию:  $I_{др} = I_{min}$ , где  $I_{min} = 0,003$  – минимальный допустимый (нормативный) уклон [7]. В данном случае следует иметь ввиду, что глубина дрены будет увеличиваться к устью, и проектирование уклона должно производиться во взаимоувязке с другими параметрами дренажа (глубина укладки, длина), как показано на рис. 5.6.

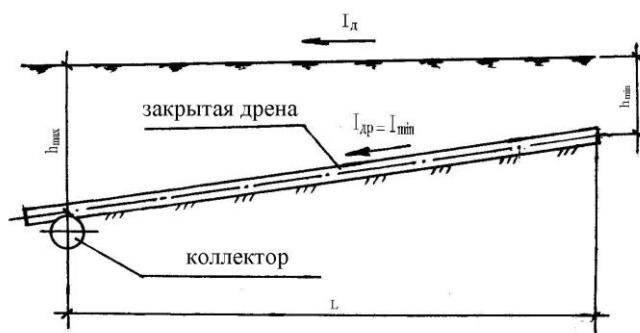


Рис. 5.6. Проектирование уклона дренажа на слабоуклонных и безуклонных участках



## 5.5. Определение максимальной длины дрен

Расчет длины дренажа производится на основе формулы расчетного расхода:

$$l = \frac{Q}{q \cdot B \cdot 10^{-4}}, \text{ м} \quad (5.31)$$

где:  $q$  – максимальный модуль дренажного стока (а данном случае для весеннего периода, см. п.5.3.), л/с·га;

$B$  – расстояние между дренами, м;

$Q$  – пропускная способность трубы, определяемая на основе формулы Шези:

$$Q = K \cdot \sqrt{I} \cdot 10^3, \text{ л/с} \quad (5.32)$$

где:  $I$  – проектный уклон дрена;

$K$  – расходная характеристика, определяемая по формуле:

$$K = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R}, \text{ м}^3/\text{за} \quad (5.33)$$

где площадь живого сечения:  $\omega = 0,785 \cdot d^2$ ,  $\text{м}^2$ ; гидравлический радиус:  $R = 0,25 \cdot d$ , м; скоростной коэффициент Шези:  $C = n^{-1} \cdot R^{1/6}$ ,  $\text{м}^{0,5}/\text{с}$ ;

$d$  – диаметр дренажной трубы, м;

$n$  – коэф. шероховатости дренажных труб ( $n = 0,013 - 0,015$  – пластмассовые трубы,  $n = 0,017$  – гончарные трубы).

### Пример расчета

**Исходные данные:** дренаж пластмассовый  $d = 63$  мм, уклон  $I = 0,003$ , межд-ренные расстояние  $B = 30$  м, расчетный модуль дренажного стока  $q = 1,15$  л/с·га.

#### Расчет (при $I = 0,003$ )

$$R = 0,25 \cdot 0,063 = 0,016 \text{ м};$$

$$\omega = 0,785 \cdot 0,063^2 = 0,0031 \text{ м}^2;$$

$$C = \frac{1}{0,014} \cdot 0,016^{1/6} = 35,8 \text{ м}^{0,5} / \text{с};$$

$$K = 0,0031 \cdot 35,8 \cdot \sqrt{0,016} = 0,014 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q = 0,014 \cdot \sqrt{0,003} \cdot 10^3 = 0,77 \text{ л/с}$$

$$l = \frac{0,77}{1,15 \cdot 30 \cdot 10^{-4}} = 223,2 \text{ м}$$

Расчет длины дренажа для различных уклонов дрен представлен в табличной форме (см. табл. 5.4).

Таблица 5.4. Результаты расчета предельной длины дрен

Исходные расчетные параметры	$q=1,15\text{л/с}\cdot\text{га},$ $B=30\text{м},$ $K=0,014\text{м}^3/\text{с}$							
	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,01
Уклоны (I)	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,01
Пропускная способность труб (Q), л/с	0,77	0,86	0,99	1,08	1,17	1,25	1,33	1,40
Длина дрен (l), м	223	249	287	314	339	363	385	406

## **6. Проектирование осушительной сети в плане**

### **6.1. Требования к организации территории**

При разработке плановой компоновки осушительной системы необходимо максимально учитывать нормативные требования с/х производства к организации территории. Эти требования в основном заключаются в следующем:

- поля и другие с/х угодья должны иметь максимально правильную форму (желательно прямоугольную), не иметь внутренних и острых углов;
- соотношение сторон полей (длины и ширины) должно быть в пределах от 1:1 до 1:3;
- допустимое отклонение площадей полей севооборота от среднего значения  $\pm 20\%$ ;
- трассы каналов совмещаются с границами полей, севооборотов и др. угодий, а также с существующей дорожной сетью;
- трассы проектируемых дорог максимально совмещаются с каналами и границами с/х угодий;
- расстояние между открытыми каналами проводящей осушительной сети должно быть не менее 400 (300)м.

### **6.2. Проектирование осушительной сети**

Важным вопросом при проектировании в плане самотечной осушительной системы является оптимальное использование рельефа и высотного положения территории (относительно водоприемника) для трассировки осушителей.

При проектировании осушительной сети в плане необходимо руководствоваться следующими нормативными положениями и рекомендациями по проектированию:

- элементы осушительной сети трассируются по самым низким отметкам тех площадей, которые к ним тяготеют;
- трассы каналов совмещаются с границами с/х угодий (полей, севооборотов и пр.) и трассами дорог;
- при проектировании элементов осушительной сети максимально используются естественные понижения местности – тальвеги (см. рис. 6.2);
- закрытую осушительную сеть (в основном закрытые коллекторы) рекомендуется трассировать в направлении наибольшего уклона местности (перпендикулярно горизонталям);
- оградительная осушительная сеть (нагорно-ловчие каналы) трассируется вдоль верхних границ мелиорируемой территории, со стороны которых поступают грунтовые и поверхностные воды;
- необходимо добиваться максимальной прямолинейности осушительной сети и минимальной ее протяженности;
- допускаются углы поворотов в плане до  $60^0$  (см. рис. 6.1), при больших углах необходимо проектировать поворот с закруглением (с учетом действующих нормативов);

- плановое сопряжение элементов с осушительной сети рекомендуется устраивать под углом  $90^{\circ}$ , допускаются углы в диапазоне  $60-90^{\circ}$  (см. рис. 6.1);

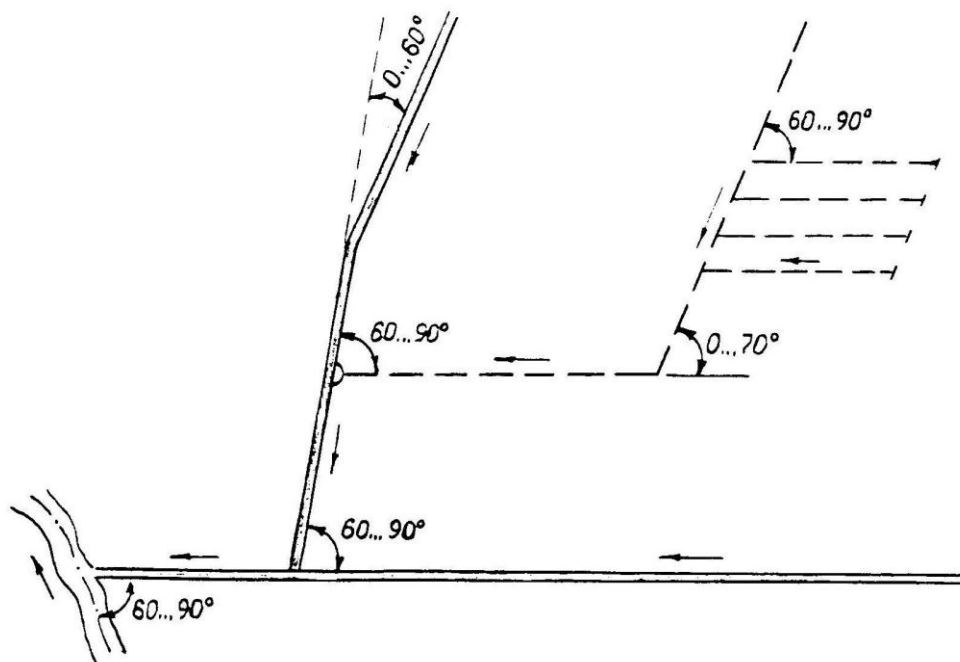


Рис. 6.1. Плановое сопряжение элементов осушительной сети

- расстояние между элементами проводящей осушительной сети определяется длиной впадающих элементов: между закрытыми коллекторами – длиной дрен, между открытыми коллекторами – длиной закрытых коллекторов;

- проектирование осушительной сети в плане рекомендуется начинать после выбора водоприемника. Следующим этапом является трассировка магистрального канала и оградительной сети. Затем проектируется остальная сеть.

Существенным вопросом при разработке плановой компоновки осушительной сети является проектирование длины осушителей. При назначении длины элементов осушительной сети рекомендуется учитывать следующее:

- оптимальная длина открытых коллекторов (транспортирующих собирателей) находится в пределах 1200-1500 м;

- длина закрытых коллекторов в большой степени зависит от гидравлических показателей и типа применяемых труб. Для коллекторов, проектируемых из гончарных дренажных труб, оптимальная длина составляет 600-800 м, максимальная – в пределах 1000-1200 м;

- проектируемая длина закрытых дрен может иметь широкий диапазон значений в зависимости от ряда факторов (гидравлические показатели, рельеф, конфигурация участка и пр.) и составляет в среднем 130-160 м. Особенности проектирования длины дрен в зависимости от вышеуказанных факторов показаны на рис. 6.2 и 6.3.

Минимальные значения длины дрен рекомендуется принимать:

$l_{\min}=70-80\text{м}$  - на слабоуклонных трассах, безуклонных участках и пр.;  
 $l'_{\min}=50\text{м}$  – в единичных случаях (см. рис. 6.3)

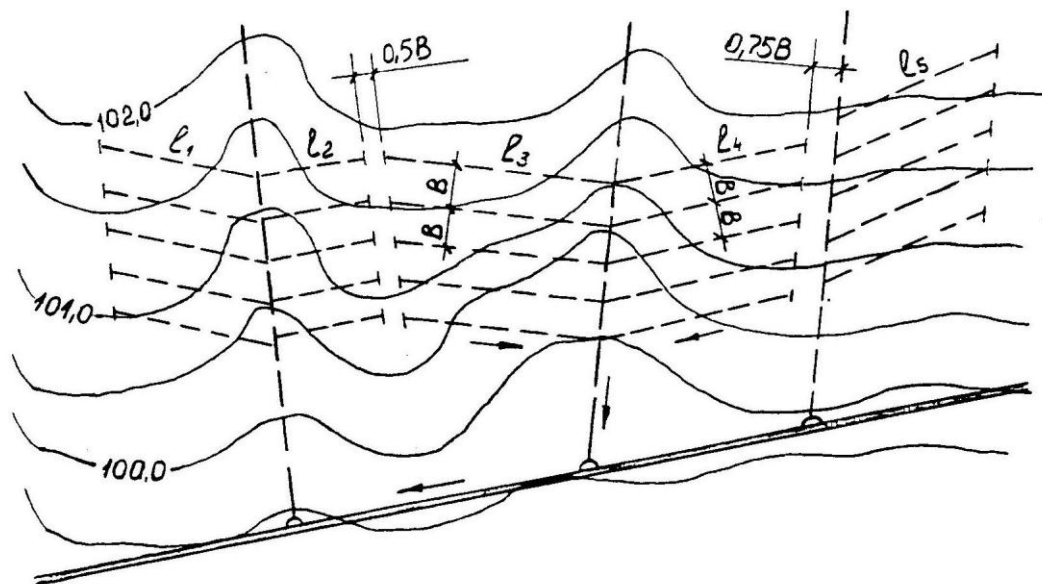


Рис. 6.2. Влияние рельефа на длину дрен

Максимальные предельные значения длины дрен определяются расчетом (см.п. 5.5) или на основе практических рекомендаций (см. табл. 6.1).

Таблица 6.1. Предельная длина закрытых дрен, м

№ п/п	Конструкция дрен	Уклон дрен		
		0,003	0,005	0,01
1	Дрены из гончарных и пластмассовых труб	200	250	300
2	Кротовые дрены	150	200	-

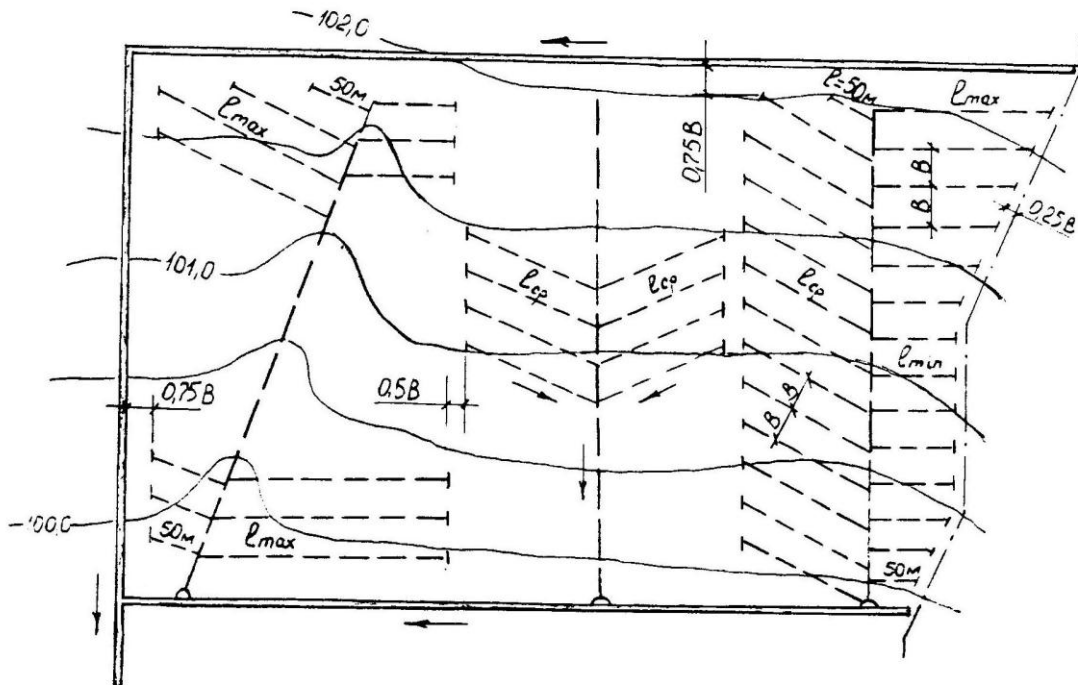


Рис. 6.3. Влияние конфигурации и других факторов на длину дрен

Расположение закрытого дренажа возможно по трем характерным схемам, показанным на рис. 6.4:

а) поперечная схема.

Дренаж располагается поперек направления главного уклона (I) поверхности земли (под острым углом к горизонталям). Эта схема является наиболее предпочтительной в силу наибольшего охвата площади одним коллекторным трубопроводом. Схема применима как при больших уклонах местности, так и на безуклонных участках.

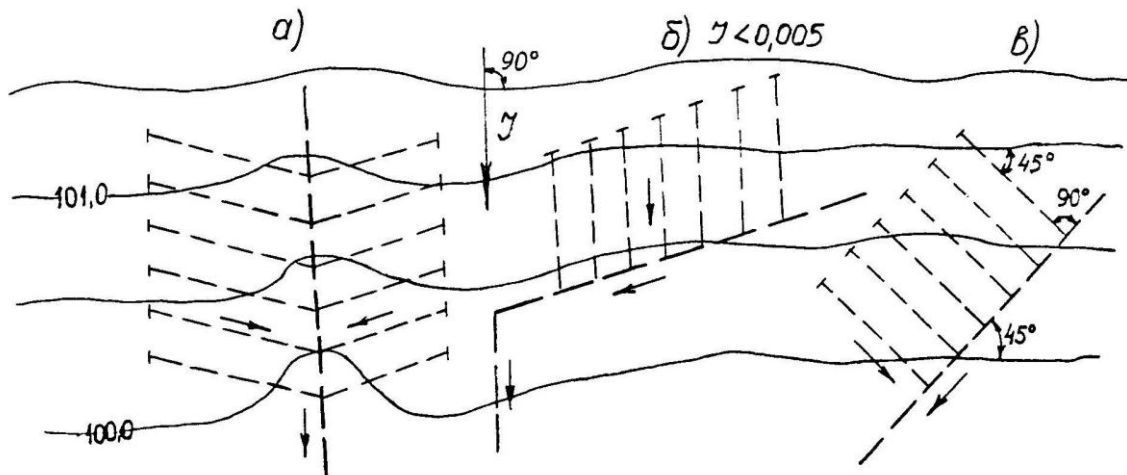


Рис. 6.4. Схемы расположения дренажа в плане

б) продольная схема.

Дренаж располагается вдоль направления главного уклона (I) поверхности земли (поперек горизонталям). Применяется при уклонах местности  $\leq 0,005$  и других случаях, когда двухстороннее впадение дрен в коллектор не представляется возможным.

в) комбинированная схема.

Дрены и коллекторы располагаются ориентировочно под углом  $45^\circ$  к горизонталям. Для схемы характерно прямоугольное сопряжение дрен с коллектором. По конструкции и применимости комбинированная схема близка к продольной.

### 6.3. Взаимное расположение осушительной сети в плане

Вопрос планового расположения различных типов осушительной сети относительно друг друга является важным вопросом при разработке генплана осушительной системы.

Основные и наиболее характерные фрагменты взаимного расположения различных типов осушительной сети (дрен, коллекторов, каналов) представлены на рис. 6.5. В основе определения нормативных размеров взаимного расположения используется расстояние между дренами (B).

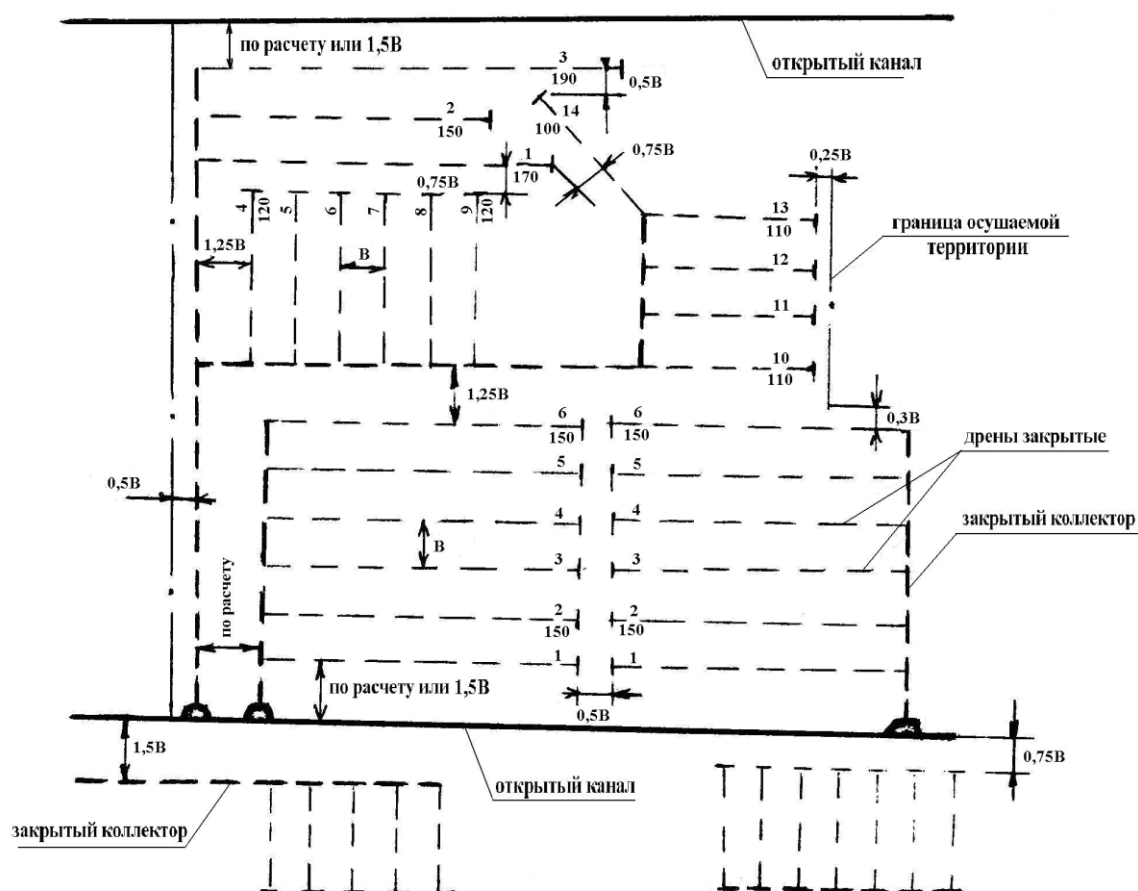


Рис. 6.5. Взаимное расположение элементов осушительной сети в плане

#### 6.4. Наименование осушительной сети

Придание каждому элементу осушительной сети своего «имени» в виде буквенной и цифровой зашифровки значительно облегчает работу при разработке рабочих чертежей и пользовании ими.

Буквенные обозначения, согласно действующим нормативам, применяются следующие:

ГД – открытые проводящие осушительные каналы;

Д<sub>л</sub> – элементы оградительной осушительной сети;

Д<sub>р</sub> – закрытые коллекторы;

Д – открытые регулирующие осушительные каналы (открытые осушители).

Буквенное обозначение закрытых дрен не производится. Нумерация элементов осушительной сети производится в порядке следования элементов сети независимо от их типа. Нумерация производится отдельно в системе каждого канала (коллектора) путем добавления порядковой цифры к шифровке принимающего канала или коллектора.

Пример зашифровки элементов осушительной сети показан на рис. 6.6.

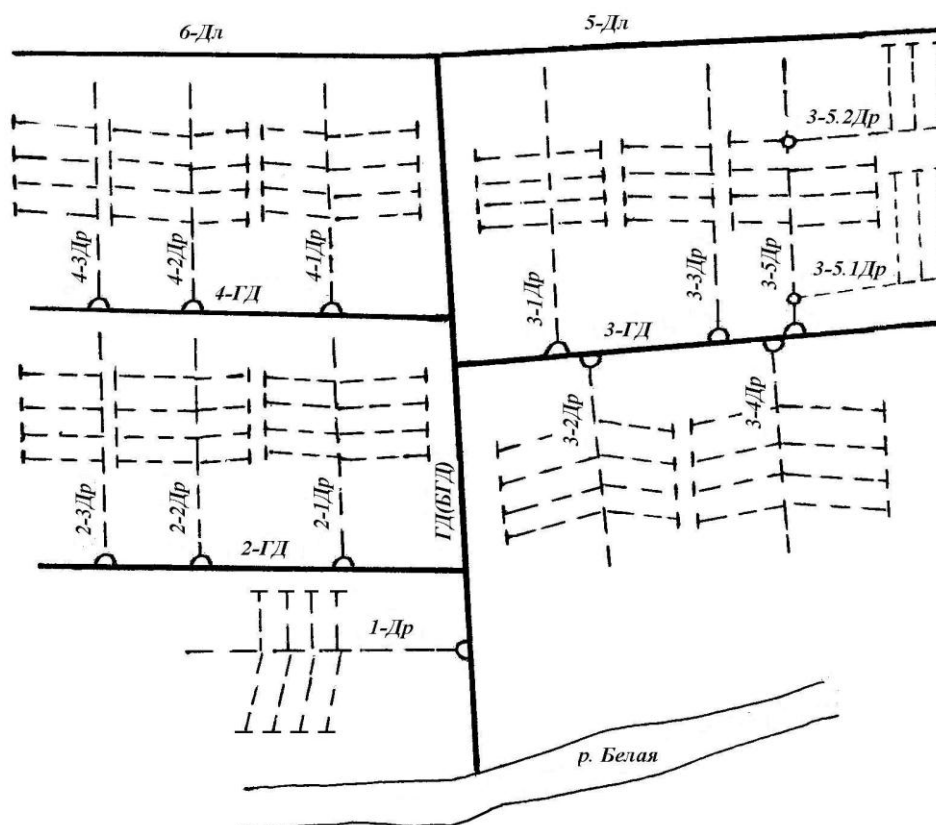


Рис. 6.6. Наименование (индексация) элементов осушительной сети



Для элементов осушительной сети, впадающих непосредственно в водоприемник, может применяться наименование из трех букв (спереди ставится первая буква из названия реки-водоприемника), например: 1-БГД, 2-БГД, 3-БД<sub>р</sub> и т.д.. Нумерация в этом случае производится аналогично (снизу вверх - против течения).

При большой разветвленности сети (наличие коллекторов нескольких порядков) продолжение цифровой нумерации производится с расстановкой цифр сзади, например: 3-1.3ГД-2 или 3-1.3Д<sub>р</sub>-2, 3-1.3.ГД-2.4 или 3-1.3 Д<sub>р</sub>-2.4.

При симметричной схеме (двухстороннем впадении элементов сети) рекомендуется нумерацию разделять на нечетную и четную (с левой и правой сторон соответственно).

Закрытые дрены нумеруются только в пределах системы каждого коллектора, нумерация производится от устья. Номера на плане проставляются в истоковой зоне дрен, где дополнительно указывается длина дрены (цифры проставляются в виде дроби, см. рис. 6.5).

## 7. Гидрологические расчеты

### 7.1. Общие положения

Целью гидрологических расчетов является определение расчетных расходов в каналах открытой проводящей осушительной сети.

Расчетные периоды стока (расчетные расходы) назначаются в зависимости от намечаемого с/х использования осушаемых земель [7, табл.15]. Фрагмент из действующих нормативов приводится в табл. 7.1.

Таблица 7.1. Основные характеристики расчетных расходов в каналах проводящей осушительной сети

№ п/п	Намечаемое с/х использование земель	Расчетные расходы	Условия пропуска расчетных расходов	Расчетная обеспеченность, %
1	Севообороты без озимых земель	предпосевной	с запасом от бровок 0,5-0,6м	10
		дождевых паводков	в бровках	10
		средне-меженный (бытовой)	-	50
2	Севообороты с озимыми культурами	а) весеннего половодья;	в бровках	10
		б) дождевых паводков;	с запасом от бровок 0,3м	10
		в) средне-меженный (бытовой)	-	50
3	Пастбища и сенокосы	а) дождевых паводков	в бровках	10
		б) средне-меженный (бытовой)	-	50

Каналы, имеющие водосборные площади менее 500га и расчетные расходы менее  $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$  не рассчитываются, а параметры таких каналов назначаются конструктивно с учетом требований действующих СНиП.

В условиях курсовой работы условно принято, что все каналы, кроме магистрального и нагорно-ловчих, относятся к категории гидравлически нерасчит-

ваемых, т.е. имеют водосборные площади менее 500га, а водосборная площадь определяется суммированием двух площадей, а именно:

$$A = A_{oc} + A_{вн}, \text{ км}^2$$

где:  $A_{oc}$  – площадь осушаемого участка, определяемая по плану осушения системы, км<sup>2</sup>;

$A_{вн}$  – внешняя водосборная площадь (см. исходные данные), км<sup>2</sup>

## 7.2. Максимальный расход весеннего половодья

Максимальный расход весеннего половодья рекомендуется определять по формуле (Алексеев Г.А.):

$$Q_p = \frac{K_0 \cdot h_0 \cdot A}{(A+1)^n} \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \mu, \text{ м}^3/\text{с} \quad (7.2)$$

где:  $K_0$  – параметр, характеризующий дружность весеннего половодья;

$n$  – показатель степени, характеризующий редуцию (уменьшение)  $K_0$  в зависимости от площади водосбора (для лесной зоны европейской части РФ и III категории рельефа  $K_0=0,006$ ,  $n=0,17$ );

$h_0$  – слой суммарного стока весеннего половодья для года расчетной обеспеченности (в данных условиях  $p=10\%$ ), мм;

$A$  – общая площадь водосбора, тяготеющая к расчетному створу, км<sup>2</sup>;

$\mu$  – коэфф., учитывающий неравенство статических параметров слоя стока и максимальных расходов (для лесной зоны европейской части РФ и  $p=10\%$ , его величина составляет 0,89-0,93);

$\delta_1$  – коэфф., учитывающий снижение расхода за счет зарегулированности стока озерами, водохранилищами и определяемый по формуле:

$$\delta_1 = \frac{1}{1 + c \cdot f_{оз}} \quad (7.3)$$

$f$  – средневзвешенный коэффициент озерности, % ( $c=0,2$  при  $h \geq 100$ мм, где  $h$  – среднемноголетний слой стока весеннего половодья);

$\delta_2$  – коэфф., учитывающий снижение расхода за счет заболоченности и залесенности водосборной площади. Его величину рекомендуется определять по формуле:

$$\delta_2 = 1 - 0,8 \cdot \lg(0,05 \cdot f_n + 0,1 \cdot f_б + 1)$$

$f_б$  – степень заболоченности водосбора, %;

$f_n$  – степень залесенности водосбора, %.

### 7.3. Предпосевной расход

Предпосевной расход определяется по зависимости:

$$Q_{nn} = Q_p \cdot K, \quad \text{м}^3/\text{с} \quad (7.4)$$

где:  $Q_p$  - максимальный расход весеннего половодья (см. п. 7.2);

$K$  – коэфф. редукции максимального расхода весеннего половодья. Его рекомендуется определять по формулам (Дудкин П.А.):

а) для водосбора с холмистым рельефом и преобладанием глинистых почв:

$$K = \frac{1,64}{T^{0,34}} - 0,4 \quad (7.5)$$

б) для заболоченных водосборов с пологими склонами, с преобладанием песчаных и песчано-болотных почв:

$$K = \frac{3,63}{T^{0,2}} - 1,64 \quad (7.6)$$

$T$  – допустимая продолжительность затопления водами весеннего половодья, сут. Устанавливается на основе с/х использования земель [2, табл.2.2.]:  $T=5-25\text{сут}$  – для трав (в зависимости от вида),  $T=7-10\text{сут}$  – для пропашных культур.

### 7.4. Максимальный расход дождевых летне-осенних паводков

Максимальный расход дождевых паводков рекомендуется определять по формуле (Соколовский Д.Л.):

$$Q = \frac{B \cdot A}{\sqrt{A}} \cdot \delta \cdot \delta' \cdot \delta'' \cdot \delta''', \quad \text{м}^3 / \text{с} \quad (7.7)$$

где:  $B$  – районный параметр, обеспеченность которого определяет обеспеченность расчетного расхода ( $B=4-6$  – для лесной зоны европейской части РФ при  $p=10\%$ );

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

$\delta, \delta'$  – коэффициенты, учитывающие влияние заозеренности, заболоченности и водопроницаемости почв на водосборе, определяемые по формулам:

$$\delta = 1 - 0,7 \cdot \lg(1 + f_{oz} + 0,2 \cdot f_{\bar{o}}) \quad (7.8)$$

$$\delta' = 1 - v \cdot \lg(1 + f_{np}) \quad (7.9)$$

где  $f_{oz}, f_{\bar{o}}$  – степени зарегулированности стока и заболоченности водосбора соответственно, %;

$f_{np}$  – площадь водопроницаемых почв на водосборов долях от площади водосбора ( $f_{np}=0,6$ );

$\nu$  – коэфф., учитывающий характер почв на водосборе ( $\nu=0,25-0,30$  – для глинистых и суглинистых почв,  $\nu=0,35-0,45$  – для песчаных залесенных почв);

$\delta$ ,  $\delta'''$  – коэффициенты, учитывающие топографические особенности водосбора. В связи с отсутствием подробной характеристики водосборной площади, эти коэффициенты можно принять:

$\delta = 0,5-0,6$  – для водосборов со спокойным (плоским) рельефом;

$\delta''' = 0,7-0,8$  – для водосборов с формой, близкой к правильной.

### 7.5. Бытовой (среднемеженный) расход

Бытовые расходы определяются следующим образом:

$$Q_b = Q_{вн} + Q_{др}, \text{ л/с} \quad (7.10)$$

где  $Q_{вн}$  - меженный расход с внешней водосборной площади, л/с;

$Q_{др}$  - меженный расход с дренированной (осушаемой территории);

Расход с внешней водосборной площади определяется по зависимости:

$$Q_{вн} = q_{вн} \cdot A_{вн}, \text{ л/с} \quad (7.11)$$

где  $q_{вн}$  - модуль стока с внешней водосборной площади, л/с·га. На основе практических рекомендаций [1] его можно принимать в зависимости от степени участия грунтовых вод в водном питании в пределах  $0,02-0,05$  л/с·га, а в данных условиях  $q_{вн}=0,03-0,04$  л/с·га;

$A_{вн}$  - внешняя водосборная площадь, га.

Расход с осушаемой территории в бытовой период будет равен:

$$Q_{др} = q_{др} \cdot A_{др}, \text{ л/с} \quad (7.12)$$

где:  $q_{др}$  - модуль дренажного стока в бытовой период, л/с·га. Для осушительной системы, проектируемой в данных условиях, его можно принять в пределах  $0,2-0,3$  л/с·га;

$A_{др}$  - осушаемая площадь, тяготеющая к расчетному створу, га.

## 8. Гидравлические расчеты

### 8.1. Гидравлический расчет магистрального канала

На основе гидравлического расчета решаются следующие проектные вопросы:

- а) обоснование основных параметров канала;
- б) обеспечение пропуска бытовых расходов согласно требуемым условиям вертикального сопряжения;
- в) обеспечение необходимого скоростного режима.

Расчет производится на основе формулы Шези (для установившегося движения воды в открытых руслах [8]):

$$Q = \omega \cdot c \cdot \sqrt{R \cdot I}, \quad \text{м}^3/\text{с} \quad (8.1)$$

В этой формуле:

$Q$  - пропускная способность канала,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$\omega$  – площадь живого сечения,  $\text{м}^2$ ;

$c$  – скоростной коэффициент,  $\text{м}^{0,5}/\text{с}$ ;

$R$  - гидравлический радиус, м;

$I$  – гидравлический уклон канала.

Площадь живого сечения для канала трапецеидальной формы определяется по формуле:

$$\omega = (b + m \cdot h) \cdot h, \quad \text{м}^2, \quad (8.2)$$

где  $b$  – ширина канала по дну, м;

$h$  – глубина воды в канале, м;

$m$  – коэфф. заложения откосов.

Скоростной коэфф. Шези рекомендуется определять:

- а) по формуле Агроскина И.И.:

$$C = \frac{1}{n} + 17,72 \cdot \lg R, \quad \text{м}^{0,5} / \text{с} \quad (8.3)$$

- б) или по формуле Павловского Н.Н.:

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^y, \quad \text{м}^{0,5} / \text{с} \quad (8.4)$$

где  $n$  – коэфф. шероховатости русла канала,  $y = 1,5\sqrt{n}$  при  $R < 1\text{м}$  и  $y = 1,3\sqrt{n}$  при  $R > 1\text{м}$ .

Гидравлический радиус устанавливается по зависимости:

$$R = \frac{\omega}{\chi}, \quad \text{м} \quad (8.5)$$

где  $\chi$  – смоченный периметр канала определяемый по формуле:

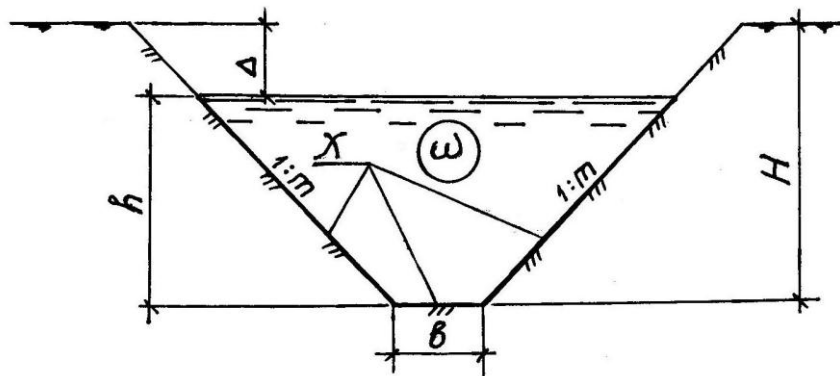


Рис. 8.1. Параметры поперечного сечения канала

$$\chi = b + 2h\sqrt{1+m^2}, \text{ м} \quad (8.6)$$

Гидравлический расчет в большинстве случаев сводится к решению одной из задач гидравлики, когда неизвестна глубина воды в канале, а именно:

$$\frac{Q, I, b, m, n}{h - ?}$$

Расчетные расходы (Q), устанавливаемые гидрологическим расчетом, приравниваются пропускной способности.

Проектные уклоны (I) назначаются согласно продольному профилю поверхности земли по трассе канала.

Ширину канала по дну в первом приближении рекомендуется принимать минимальной, которая составляет 0,5-0,6м.

Коэфф. шероховатости (n) для чистого русла канала, а также и одернованного, может быть принят в пределах 0,025-0,035.

Коэфф. заложения откосов (m) назначается в зависимости от грунтов и строительной глубины [7, табл. 9]. Нормативные данные по коэффициентам заложения откосов каналов приведены в табл. 8.1.

В процессе гидравлического расчета строительная глубина канала неизвестна. Для установления заложения откосов глубину рекомендуется принимать ориентировочно, начиная с H=2м.

Расчет производится в табличной форме (см. табл.8.2). **задаваясь** произвольными значениями глубин воды в канале, и на основе вышеуказанных формул (8.1...8.6), рассчитывается пропускная способность канала (Q) при соответствующих глубинах воды (h). В таблице 8.2 дается рекомендуемый интервал глубин воды.

Таблица 8.1. Коэффициенты заложения откосов каналов, закрепленных посевом трав и одерновкой

Грунты	Коэфф. заложения откосов при соотв. глубинах каналов		
	до 1,5м	1,5...2,0м	Более 2,0м
1. Торф всех видов со степенью заложения до 50%	1,0	1,5	2,0 (до глубины 3,0м)
2. Суглинок легкий, супесь, песок, торф всех видов со степенью разложения 50...70%	1,5	2,0	2,5 (до глубины 2,5м)
3. Песок мелкозернистый, торф всех видов со степенью разложения 70%	2,0	2,5	2,5(до глубины 2,5м)

Таблица 8.2. Определение пропускной способности магистрального канала

h, м	$\omega, \text{м}^2$	$\chi, \text{м}$	R, м	$\sqrt{R}$	$C_2, \text{м}^{0,5}/\text{с}$	$\omega \cdot c \cdot \sqrt{R}$	$I_1 = \dots$		$I_2 = \dots$		$I_3 \text{ и т.д.}$	
							$\sqrt{I_1}$	$Q, \text{м}^3/\text{с}$	$\sqrt{I_2}$	$Q, \text{м}^3/\text{с}$	$\sqrt{I_3}$	$Q, \text{м}^3/\text{с}$
0,1												
0,2												
0,3												
0,5												
0,8												
1,0												
1,2												
1,6												
2,0												
и т.д.												

При наличии у канала нескольких участков с разными уклонами расчет нужно производить отдельно по всем участкам (см. форму табл. 8.2).

По данным табл. 8.2. строятся графики зависимости  $h=f(Q)$ , по которым в зависимости от расчетных расходов ( $Q_p, Q_d, Q_6$ ), определяются соответствующие расчетные глубины воды в канале (см. рис. 8.2)



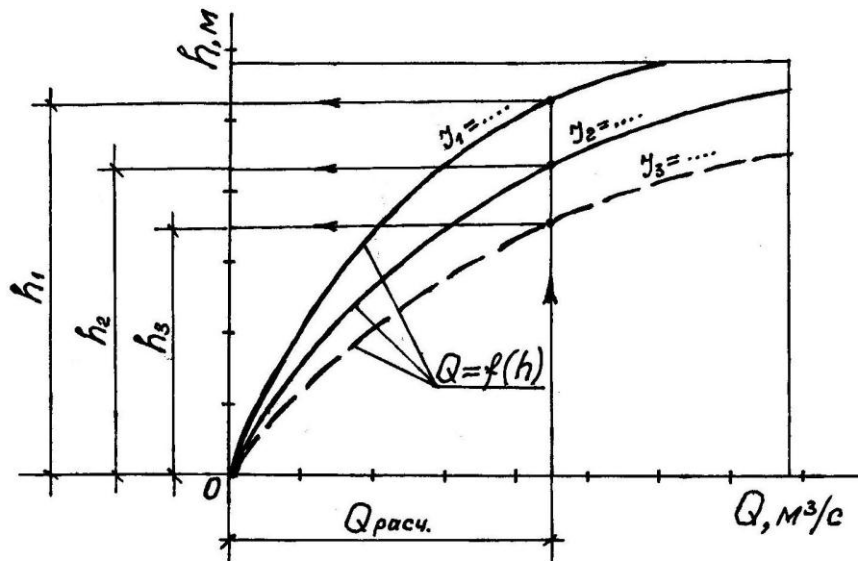


Рис. 8.2. Расходная характеристика канала

Результаты гидравлического расчета представляются в табличной форме (табл. 8.3).

Таблица 8.3. Результаты гидравлического расчета магистрального канала

Расчетный участок канала (пикетаж)	Расчетный расход, м³/с			Уклон I	Расчетная глубина воды, м			Площадь живого сечения, м²			Скорости воды, м/с			Примечания
	Q <sub>в</sub>	Q <sub>д</sub>	Q <sub>б</sub>		h <sub>в</sub>	h <sub>д</sub>	h <sub>б</sub>	ω <sub>в</sub>	ω <sub>д</sub>	ω <sub>б</sub>	v <sub>в</sub>	v <sub>д</sub>	v <sub>б</sub>	
				I <sub>1</sub>										m=... n=... $\omega=(b+mh)h$ $v=\frac{Q}{\omega}$
				I <sub>2</sub>										
				I <sub>3</sub>										
				и т.д.										

По результатам гидравлического расчета необходимо сделать соответствующие выводы о скоростном режиме.

Расчетные скорости воды в канале должны удовлетворять условию:

$$v_p \geq v \geq v_3$$

где  $v_p$  – допустимая неразмывающая скорость. Для каналов с одерновкой  $v_p=1,0 \dots 1,5$  м/с, а для каналов в земляном русле при  $R=1$  м значения  $v_p$  приводятся в табл. 8.4..

$v_3$  – допустимая скорость из условия незаиляемости. При расчете осушительных систем  $v_3=0,2$  м/с.

Таблица 8.4. Допустимые размывающие скорости воды в каналах в земляном русле при  $R=1,0\text{м}$

№ п/п	Грунты	Допустимая размывающая скорость $v_p$ , м/с
1	Глина	0,75-1,25
2	Суглинок тяжелый	0,70-1,20
3	Суглинок средний	0,65-1,00
4	Суглинок легкий	0,60-0,90
5	Супесь	0,40-0,60
6	Песок:	
	крупнозернистый	0,60-0,75
	среднезернистый	0,40-0,60
	мелкозернистый	0,25
7	Торф:	
	сфагновый разложившийся	0,50-0,80
	осоковый разложившийся	0,40-0,70

В случаях, когда  $v_b > v_p$  (или  $v_d > v_p$ ), будет существовать угроза размыва канала. В этой ситуации делается вывод о необходимости крепления канала, а также предлагается конструкция крепления (в зависимости от величины максимальной скорости). При скоростях 2-3 м/с и более рекомендуется крепление из бетонных или ж/б материалов.

В условиях, когда  $v_b > v_z$ , будет существовать угроза быстрого заиления канала. Как правило, в таком случае делается вывод о необходимости увеличения проектного уклона дна канала, а при невозможности увеличения уклона – рекомендуется усиленный режим эксплуатации (чаще окашивать и очищать канал от наносов).

## 8.2. Гидравлический расчет закрытого коллектора

Гидравлический расчет закрытого коллектора сводится к определению диаметров труб и размеров (длины) участков коллектора с соответствующими диаметрами. Диаметры труб определяются из условия пропуска максимальных расходов с использованием полного сечения труб (при полном заполнении их водой) и обеспечения оптимального скоростного режима в пределах 0,3-1,5 м/с. Гидравлический режим работы труб принимается безнапорный [8] при равномерном установившемся движении воды, что позволяет использовать в основе расчета формулу Шези (8.1)  $Q = \omega \cdot c \cdot \sqrt{R \cdot I}$ , где основные параметры для трубчатой сети определяется по формулам:

$$\omega = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \text{ м}^2/\text{с} \quad (8.7)$$

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}, \quad M^{0,5}/c \quad (8.8)$$

$$R = 0,25 \cdot d, \quad M \quad (8.9)$$

В этих формулах и формуле Шези:

$d$  – диаметр трубы, м;

$n$  – коэф. шероховатости труб (для гончарных дренажных труб  $n=0,017$ ).

$I$  – проектный уклон трубопровода (коллектора);

$Q=Q_k$  – расчетный расход коллектора, м<sup>3</sup>/с.

Расчетные расходы воды коллектора в любом его сечении, определяется по зависимостям:

$$Q_k = q \cdot A_k, \quad л/с \quad (8.10)$$

$$Q_k = \sum Q_{op}, \quad л/с \quad (8.11)$$

$q$  – максимальный модуль дренажного стока, определяемый по водно-балансовой формуле (см. п.5.3), л/с·га;

$A_k$  – площадь внутреннего водосбора коллектора, тяготеющая к расчетному створу (сечению), га;

$Q_{др}$  – расчетный расход дрены, л/с;

$\sum Q_{op}$  – сумма расходов дрен, впадающих в коллектор выше по течению от расчетного створа (сечения), л/с.

Расчетный расход в устье дрены определяется по зависимости:

$$Q_{op} = q \cdot A_{op}, \quad л/с \quad (8.12)$$

где:  $A_{др}$  – площадь внутреннего водосбора дрены, определяемая по формуле (см. рис. 8.3а):

$$A_{op} = B \cdot l \cdot 10^{-4}, \quad га \quad (8.13)$$

$B$  – расстояние между дренами, м;

$l$  – длина дрены, м.

Расчетная скорость движения воды в трубах определяется на основе формулы неразрывности потока:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}, \quad м/с \quad (8.14)$$

где  $d$  – диаметр трубы на расчетном участке, м;

$Q$  – расчетный расход на соответствующем участке коллектора, м<sup>3</sup>/с.

Наименее трудоемким является графический способ расчета закрытых коллекторов (см. рис. 8.3). Основная его суть заключается в графическом опре-

делении длин участков коллектора с соответствующими диаметрами на основе использования данных по пропускной способности труб ( $Q$ ). Пропускная способность труб определяется либо расчетным путем на основе вышеуказанной формулы (8.1), либо с использованием специальных таблиц (см. прилож.4). Форма графического представления расчета показана на рис. 8.3б. Рекомендуется следующий порядок выполнения расчета:

1. Строится график изменения расхода по длине коллектора  $Q_k=f(L_k)$ .
2. Задаются минимальным стандартным диаметром трубы коллектора (следующим после дрены). Например, для гончарного дренажа диаметром 50мм -  $d_k=75$ мм.
3. По формулам или по расчетным таблицам определяется пропускная способность трубы ( $Q_{d=75}$ ), и в масштабе графика проводится линия, параллельная оси абсцисс (см. рис.8.3б). Точка пересечения с графиком отсекает на оси абсцисс (справа) отрезок, длина которого будет соответствовать участку коллектора  $d=75$ мм.
4. Задаются следующими по стандарту диаметрами труб и вышеуказанные действия в пунктах 2 и 3 повторяются. Расчет заканчивается по мере выхода за пределы графика.

При построении графика  $Q_k=f(L_k)$  следует иметь ввиду, что характер изменения расхода по длине коллектора принято считать прямолинейным. Это позволяет для простых коллекторных систем строить график по двум характерным точкам:

а) в устье коллектора ( $Q_y=q \cdot A$  или  $Q_y=\sum Q_{op}$ );

б) в истоке коллектора (при одностороннем впадении дрен –  $Q_u=Q_{op}$ , при двухстороннем впадении дрен -  $Q_u=Q_{op1}+ Q_{op2}$ ).

В случае сложной коллекторно-дренажной системы (см. рис. 8.3), при построении графика следует брать дополнительные расчетные точки (створы). Они обычно представляют собой места резких изменений системы (переход с двустороннего характера впадения дрен на односторонний, впадение коллектора другого порядка и пр.), в которых график  $Q_k=f(L_k)$  может иметь резкие скачки или изломы прямой.

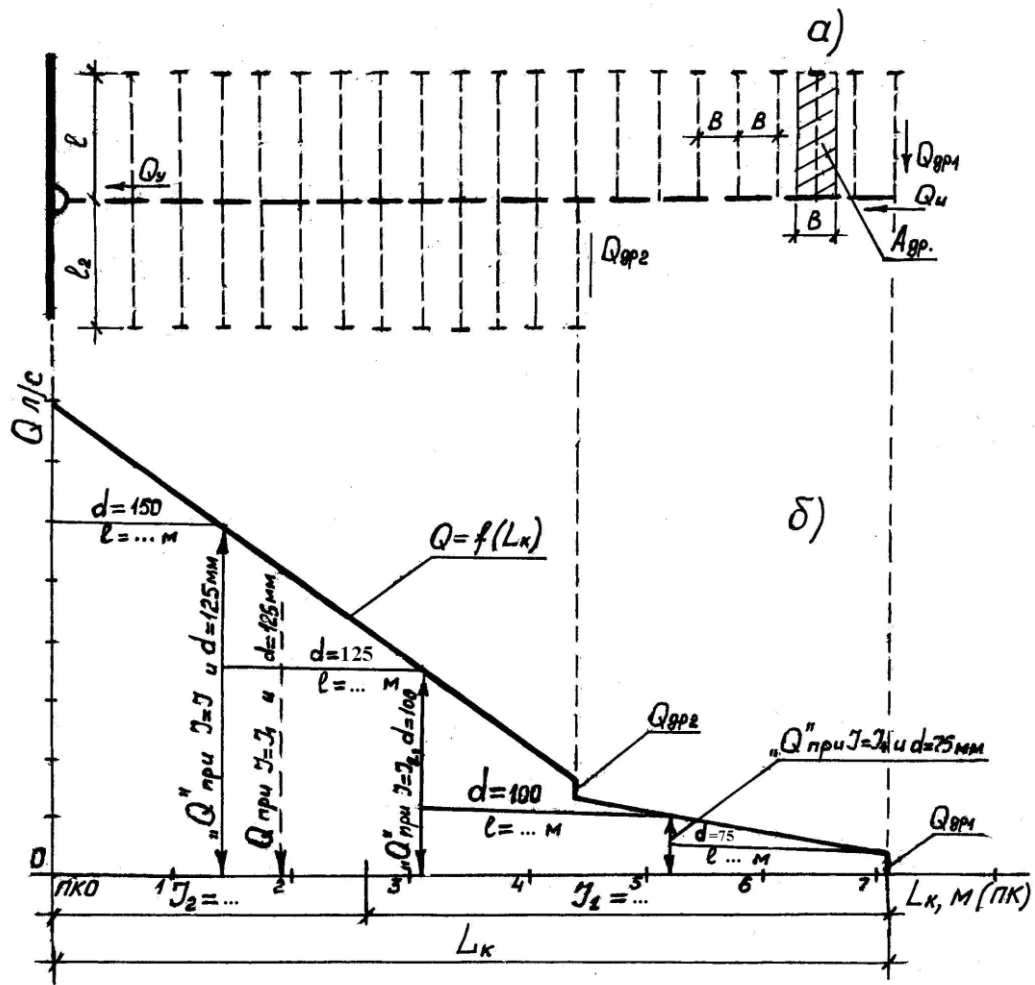


Рис. 8.3. Схема к гидравлическому расчету закрытого коллектора  
а – плановое изображение системы коллектора; б – график подбора диаметров  
труб коллектора

## 9. Проектирование осушительной сети в вертикальной плоскости

### 9.1. Нормативные положения вертикальной увязки

#### 9.1.1. Сопряжение открытой осушительной сети

а) сопряжение гидравлически рассчитываемых каналов (рис. 9.1а).

Сопряжение называется «горизонт в горизонт». Сопрягаются бытовые горизонты воды, рекомендуемый перепад между горизонтами воды  $\delta_1 = 0,0 - 0,2 м$ .

б) впадение гидравлически нерассчитываемого канала в гидравлически рассчитываемый (рис. 9.1б).

Сопряжение называется «дно в горизонт». Сопрягается дно впадающего канала с бытовым горизонтом воды принимающего канала. Рекомендуемый перепад между дном и горизонтом воды  $\delta \geq 0$ ;

в) сопряжение гидравлически нерассчитываемых каналов (рис. 9.1в).

Сопряжение называется «дно в дно». Сопрягается дно впадающего канала с дном принимающего канала. Минимальный допустимый перепад между вышеуказанными отметками  $\delta_3 = 0,2 - 0,3 м$  (большее значение относится к торфяникам);

г) сопряжение магистрального канала с водоприемником (рис. 9.1г).

Сопрягаются бытовые горизонты воды. Минимальный перепад между горизонтами воды рекомендуется принимать  $\delta = 0,10 - 0,15 м$ .

#### 9.1.2. Сопряжение закрытой осушительной сети с открытыми каналами

а) сопряжение закрытого коллектора с гидравлически рассчитываемым каналом (рис. 9.2а).

Сопрягается нижняя шельга трубы с бытовым горизонтом воды канала. Минимальный допустимый перепад между шельгой и горизонтом воды  $\delta_4 = 0,2 - 0,3 м$  (большее значение относится к торфяникам);

б) сопряжение закрытого коллектора с гидравлически нерассчитываемым каналом (рис. 9.2б).

Сопрягается нижняя шельга трубы с дном канала. Минимальный допустимый перепад между шельгой трубы и дном канала  $\delta_5 = 0,4 м$ ;

в) впадение дрен в открытые каналы (рис. 9.2 а,б).

Сопрягается нижняя шельга трубы с дном канала независимо от вида канала по гидравлическому статусу. Минимальный допустимый перепад между трубой и дном канала  $\delta_6 = 0,5 м$ .

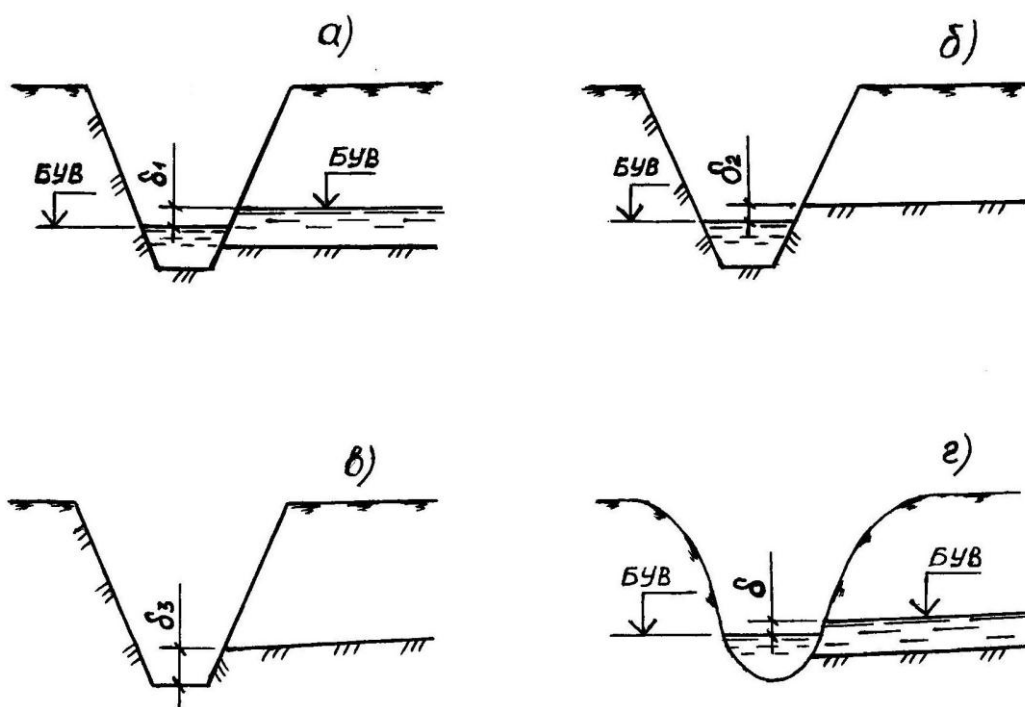


Рис. 9.1. Вертикальное сопряжение открытых осушительных каналов

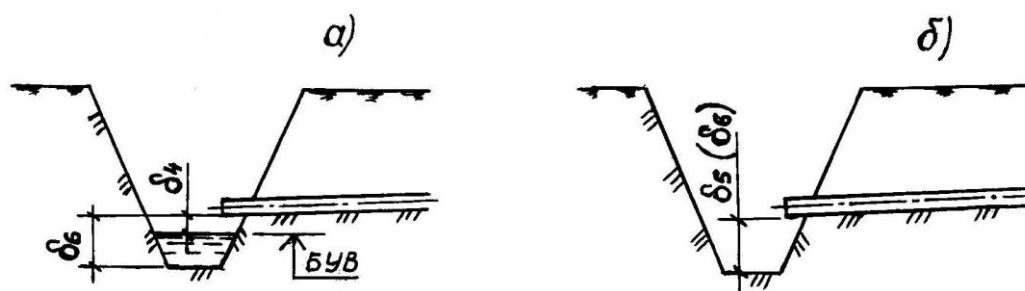


Рис. 9.2. Вертикальное сопряжение закрытой осушительной сети с открытыми каналами

## 9.2. Определение глубины осушительной сети

Глубина осушительной сети определяется по последовательной цепочке сверху вниз – от дренажа до водоприемника. Глубина увеличивается с каждой ступенью, как минимум, на величину командования ( $\delta_i$ ). Схема, поясняющая суть и принцип расчета, приводится на рис. 9.3.

### 9.2.1. Закрытые коллекторы

Глубина закрытого трубчатого коллектора определяется исходя из двух условий:

- а) на основе практических рекомендаций  $h_{3,k} = 1,4 - 1,6$  м, в среднем 1,5 м;
- б) из условия вертикального сопряжения с дренами. При сопряжении по конструкции внахлестку:

$$h_{3,k} = h_{op} + d_k, \text{ м} \quad (9.1)$$

Где:  $h_{op}$  - расчетная глубина закрытого дренажа (см. п. 5.2), м;

$d_k$  - диаметр трубы коллектора (при использовании гончарных дренажных труб в расчете рекомендуется принимать  $d_k = 0,20 - 0,25$  м).

Исходя из двух условий, окончательно принимается наибольшее значение.

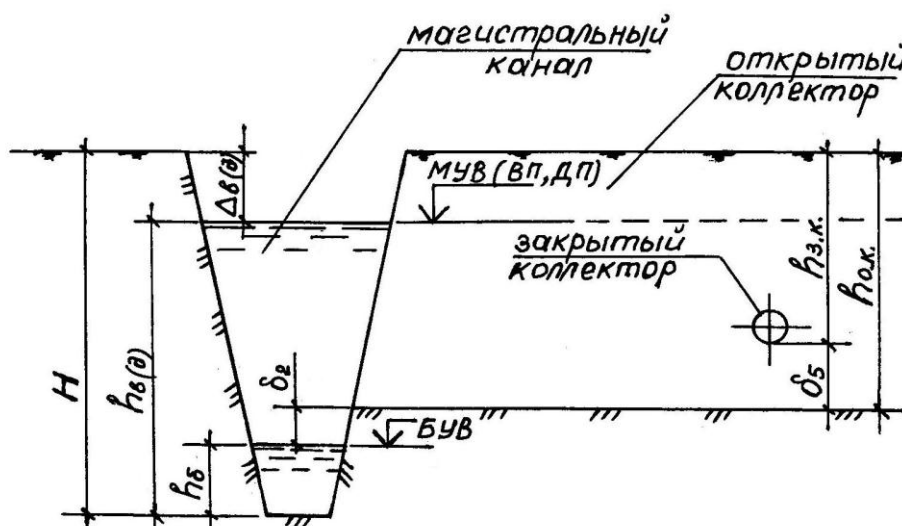


Рис. 9.3. Схема к определению глубины проводящей осушительной сети

### 9.2.2. Открытые коллекторы

В данном случае, при проектировании небольших осушительных систем, когда открытые коллекторы являются гидравлически нерассчитываемыми каналами, а все коллекторы проектируются в основном только одного порядка, то глубина открытого коллектора может быть определена из условия вертикального сопряжения его с закрытыми коллекторами (см. рис. 9.2б, 9.3):

$$h_{ok} = h_{3k} + \delta_5, \text{ м} \quad (9.2)$$

где  $\delta_5$  - минимальный допустимый перепад (командование) между сопрягающимися отметками (см. рис. 9.3), м.



### 9.2.3. Магистральный канал

Глубина магистрального канала определяется исходя из двух условий:

а) из условия пропускания максимальных расчетных расходов воды:

$$H = h_g + \Delta_g, \text{ м} \quad (9.3)$$

$$H = h_o + \Delta_o, \text{ м} \quad (9.4)$$

где  $h_g, h_o$  - расчетные глубины воды при пропуске соответствующих расходов (весеннего половодья, дождевых паводков), м;

$\Delta_g, \Delta_o$  - запасы от бровок при пропуске соответствующих расходов (см. табл. 7.1), м.

б) из условия вертикального сопряжения с впадающим в канал элементами осушительной сети (в данном случае – с открытыми коллекторами):

$$H = h_{ок} + \delta_2 + h_g, \text{ м} \quad (9.5)$$

где  $h_{ок}$  - расчетная глубина открытого коллектора (см. п. 9.2.2), м;

$\delta_2$  - перепад между сопрягающими отметками (см. рис. 9.1б, 9.3), м;

$h_g$  - расчетная глубина воды при пропуске бытовых расходов, м.

Величину  $\delta_2$  рекомендуется принимать в пределах 0,1-0,2 м и лишь в крайних случаях равной нулю.

Исходя из двух условий, окончательно к проектированию принимается наибольшее значение глубины.

## 9.3. Проектирование продольных профилей

Основным вопросом, который решается при разработке продольных профилей, является проектирование глубины и уклонов с оптимальным учетом ряда условий и факторов, наиболее существенными из которых являются:

- природные условия строительства (рельеф, геологические условия, гидрологический режим);
- способы производства механизированных строительных работ (типы применяемых машин и их параметры);
- нормативные требования по обеспечению нормальной работы осушительной сети (к вертикальной увязке, гидравлическому режиму).

### 9.3.1. Общие принципы и рекомендации по проектированию

Основными принципами проектирования продольных профилей являются:

- максимальное соответствие уклонов поверхности земли и проектного дна (параллельность);
- обеспечение постоянства и равномерности уклона проектного дна (проектирование по возможности минимального количества участков с различными уклонами);

- проектирование строительной глубины каналов, коллекторов в минимально необходимых пределах (близких к расчетным, см. п. 9.2);
- обеспечение минимального объема земляных работ по выемке грунта.

Минимальные размеры уклонов рекомендуется назначать [8, гл.3]:

- гидравлически рассчитываемые каналы – 0,0002-0,0003;
- гидравлически нерасчитываемые каналы – 0,0005;
- закрытые трубчатые коллекторы – 0,002.

Минимальные уклоны проектируются в случаях слабоуклонности или отсутствия уклона поверхности земли.

При проектировании строительной глубины по трассе рекомендуется максимально придерживаться минимально необходимых размеров (расчетных) и не превышать максимально допустимых значений, а именно:

- для каналов трапецеидальной формы глубина должна быть не более 3м;
- глубина закрытых коллекторов должна находиться в пределах глубины копания трубоукладчика (при использовании дреноукладчиков серии ЭТЦ – не более 2,2 м).

В отдельных случаях, при соответствующем обосновании (сложный рельеф, сопряжение с водоприемником и пр.), максимальная глубина может быть превышена. Это касается отдельных небольших участков каналов и закрытых коллекторов, где проектом можно предусматривать срезку излишнего слоя грунта по трассе.

### 9.3.2. Требования и порядок построения продольных профилей

При проектировании продольных профилей необходимо соблюдать ряд нормативных требований и правил, и проектирование рекомендуется производить в определенном порядке, а именно:

1. Вычерчивается форма продольного профиля (см. прилож. 5) и производится разбивка пикетажа на плане и на профиле по правилу – снизу вверх (от устья).

2. По материалам плановой компоновки осушительной системы изображается план трассы.

3. Строится линия поверхности земли по точкам пересечения горизонталей с трассой (изображается прямыми отрезками виде ломанной линии), для чего разбивается шкала высот, по которой определяются высотные отметки поверхности земли в пикетных и других точках (с точностью  $\pm 5\text{см}$  при  $M_g 1:100$ ).

4. На основе анализа рельефа по трассе предварительно проектируются уклоны проектного дна, которые являются исходным материалом для гидравлических расчетов. Уклоны необходимо определять с точностью  $\pm 0,0001$ .

5. Учитывая величину расчетной строительной глубины (см. п. 9.2), фиксируется линия проектного дна и определяются ее отметки. Высотные отметки проектного дна (соотв. и проектные глубины), начиная с ПК1, определяются аналитически с точностью  $\pm 1\text{см}$ . В основе расчета отметок используется зависимость по определению превышения между двумя точками:  $\Delta h = I \cdot l$ , где  $I, l$  -

соотв. уклон и расстояние. Высотная отметка на ПКО (исходная) устанавливается графически, к которой последовательно прибавляются величины  $\Delta h$  на соответствующих пикетах.

6. Показываются расчетные уровни воды (на профилях каналов) на основе расчетных глубин воды (см. гл.8).

7. На основе плана трассы фиксируются места впадающих элементов осушительной сети (пикетаж) и определяются их сопрягающие отметки (на основе нормативных положений вертикальной увязки, см. п. 9.1).

8. Выполняются остальные расчетные и оформительные части профиля: изображение узла сопряжения с водоприемником, расчет площадей сечения и земляных работ, вычерчивание типового сечения и пр. (см. прилож. 6 и 7).

На продольных профилях, кроме пикетных, дополнительно приводятся проектные показатели в других точках трассы, а именно:

- в местах резких изменений уклонов поверхности земли;
- в местах изменения уклонов проектного дна;
- на поворотах в плане;
- в местах впадения притоков и расположения сооружений и пр..

В целях упрощения чертежа рекомендуется сокращать количество вышеуказанных дополнительных точек путем их возможного совмещения.

## **10. Дорожная сеть и сооружения на осушительной системе**

### **10.1. Дорожная сеть**

Дороги играют важную роль для обеспечения нормального с/х использования осушаемых земель, а также для эксплуатации осушительной системы. Дороги необходимы для проезда с/х машин, подвоза семян, удобрений, горюче-смазочных материалов, вывоза урожая и проведения эксплуатационных мероприятий на осушительной системе.

На осушаемом участке проектируются следующие внутрихозяйственные дороги:

а) для связи осушаемого участка с хозцентром и существующей дорожной сетью – дороги с твердым (гравийно-щебеночным) покрытием. Трассы этих дорог рекомендуется проектировать вдоль крупных каналов проводящей осушительной сети (магистральный канал, открытые коллекторы первого порядка);

б) для заезда на поля севооборота – грунтовые профилированные дороги, проходящие по границам с/х угодий;

в) для технического обслуживания мелиоративной системы – эксплуатационные грунтовые дороги, проектируемые к местам расположения сооружений, вдоль каналов (с обеих сторон) и вдоль водоприемников.

### **10.2. Сооружения и устройства на системе**

В целях обеспечения нормальной эксплуатации, а также для обеспечения проезда через каналы, на осушительной системе устраивается ряд сооружений и устройств.

Для обеспечения проезда через осушительные каналы устраиваются трубопереезды и мостовые переезды. Они устраиваются в местах пересечения дорожной сети с руслами водотоков. Мостовые переезды устраиваются, как правило, на крупных каналах (магистральных) и водоприемниках.

Для проведения увлажнительных мероприятий на осушаемых землях, а также в противопожарных целях, на торфяниках проектируются регуляторы-переезды трубчатые. Наиболее характерными местами их размещения являются устья крупных каналов (магистральных каналов и открытых коллекторов).

При сопряжении закрытых коллекторов с открытыми каналами предусматриваются устьевые сооружения. Они устраиваются в концевой части коллектора (устье).

В целях контроля за работой закрытой осушительной сети, а также для обслуживания коллекторов, устраиваются смотровые колодцы. Смотровые колодцы предусматриваются в следующих случаях:

- а) на коллекторах большой длины (более 700-800 м) через каждые 300-400 м;
- б) в местах соединения коллекторов разного порядка;
- в) в местах резких изменений уклонов (с большего на меньший).

Возможно устройство смотровых колодцев и в других случаях (при соответствующем обосновании): при перепадах глубины, в местах угрозы быстрого заиления и пр.

На закрытых коллекторах, устраиваемых из гончарных дренажных труб, рекомендуется проектировать такие устройства, как переходы коллекторов под дорогами. Располагаются они в местах пересечения коллекторов с дорогами и предназначены для защиты коллекторов от воздействия дорожных нагрузок.

В целях борьбы с поверхностным стоком, при осушении замкнутых понижений (для ускорения поверхностного стока), проектируются следующие сооружения:

- поглотительные колодцы, предусматриваемые в понижениях с большими водосборными площадями. Поглотительные колодцы подключаются к ближайшим элементам осушительной сети, либо непосредственно располагаются на дренах и коллекторах;

- колонки-поглотители, используемые для осушения небольших понижений (блюдец) и располагаемые непосредственно на дренах и коллекторах.

Сопряжение поверхностного стока с каналами рекомендуется осуществлять при помощи водосбросных воронок, основное назначение которых заключается в предотвращении деформаций каналов (размыва откосов и заиления). Предусматриваются водосбросные воронки в местах примыкания тальвегов к каналам.

В качестве сооружений и устройств, выполняющих чисто эксплуатационные функции, можно выделить следующие:

- гидрометрические посты, устраиваемые в устьевых створах каналов и на водотоках-водоприемниках;

- створы режимных скважин (колодцев), предназначенные для наблюдения за режимом грунтовых вод;

- знаки береговой обстановки.

Все сооружения на осушительных системах проектируются в основном в виде типовых конструкций, состоящих из унифицированных элементов. Их проектирование будет заключаться в следующем:

- выбор оптимального варианта конструкции;

- определение основных типоразмеров;

- привязка к местным условиям;

- высотная увязка основных элементов.

## **11. Мероприятия по проекту мелиорации земель**

### **11.1. Культуртехнические мероприятия**

Основной задачей культуртехнических мероприятий является приведение поверхности и почвенного горизонта в состояние, пригодное для нормального с/х использования и агротехнической обработки земель.

Основой для назначения культуртехнических мероприятий является современное состояние земель. Особое внимание следует уделить механизации, технологии и срокам проведения культуртехнических мероприятий.

Перечень культуртехнических мероприятий, рекомендуемых для проведения на данном мелиорируемом участке, следующий [1]:

- а) расчистка земель от древесно-кустарниковой растительности;
- б) корчевание пней;
- в) удаление камней;
- г) удаление кочек и дернины;
- д) планировочные работы.

### **11.2. Мероприятия по с/х освоению земель**

Эти мероприятия предусматривают проведение работ по первичному окультуриванию земель с целью доведения урожайности с/х культур до проектного уровня в течение нормативного периода освоения (обычно 3-5 лет). Первичное окультуривание земель включает систему агротехнических приемов, направленных на доведение мощности пахотного горизонта и запаса в нем питательных веществ до оптимального уровня.

Основные виды работ по первичному окультуриванию земель, рекомендуемые к рассмотрению в данном проекте мелиорации [1;4]:

- а) первичная обработка почвы (подъем и обработка пласта);
- б) выравнивание поверхности и прикатывание почвы;
- в) известкование почв;
- г) внесение удобрений (минеральных, органических);
- д) посев предварительных культур.

### **11.3. Мероприятия по технической эксплуатации осушительной системы**

Основное внимание необходимо уделить освещению следующих вопросов [4;9]:

- а) задачи внутрихозяйственной службы эксплуатации осушительной системы;
- б) мероприятия по технической эксплуатации осушительной системы:
  - надзор за осушительной системой;
  - уход за осушительной системой;
  - ремонтные работы на системе.

Требуется указать перечень задач и намечаемых эксплуатационных мероприятий на осушительной системе. Эксплуатационные мероприятия должны быть назначены в соответствии с конструктивными особенностями запроектированной осушительной системы.

#### **11.4. Мероприятия экологического характера**

Эта группа мероприятий носит природоохранный характер и направлена на снижение или полное предотвращение воздействия мелиоративной системы на природные компоненты ландшафта.

Перечень вопросов, рекомендуемых к проработке по данной тематике, следующий [2;5]:

- а) охрана вод реки-водоприемника от загрязнения;
- б) охрана почв;
- в) охрана флоры и фауны;
- г) противопожарные мероприятия на осушаемых торфяниках.

При выполнении этой части работы необходимо:

- установить прогнозный перечень воздействий мелиоративной системы на природные объекты;
- дать рекомендации природоохранного характера по одному из вышеуказанных вопросов (согласно заданию на проектирование).

## 12. Пример выполнения курсовой работы

Ниже приводится пример выполнения расчетно-пояснительной записки, графическую часть работы следует смотреть в прилож. 6;7 и 8. Нумерация глав, подразделов, таблиц и рисунков произведена в рамках рассматриваемой курсовой работы

Вятская государственная с/х академия  
(наименование учебного заведения)

Факультет Энергетики и  
природопользования  
Кафедра природоохранного  
и водопользования  
Студент гр. Е-671 Петров А.И.

### ЗАДАНИЕ

на курсовую работу  
«Осушение переувлажненных с/х земель»

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

1. Варианты: задания – 51, топографического плана – 09
2. Местоположение объекта Вятская область
3. Типы водного питания – грунтовый + наливной деривационный
4. Основной способ осушения – закрытый горизонтальный трубчатый дренаж.
5. Продольный профиль по закр. коллектору, магистральн. каналу
6. Мероприятия по проекту – природоохранные – работельность, фауна
7. Прочие данные  $K_0 = 0,5 \text{ м/сут}$ ,  $K_0 = K_1$

### ТРЕБУЕТСЯ ВЫПОЛНИТЬ:

1. Анализ природных условий объекта и обоснование способов и схемы осушения.
2. Определить основные параметры регулирующей осушительной сети.
3. Разработать плановую компоновку осушительной системы (осушительная сеть, дороги, сооружения).
4. Выполнить необходимые расчеты (гидрологические, гидравлические) по обоснованию параметров проводящей осушительной сети.
5. Разработать продольный профиль по элементу проводящей осушительной сети.
6. Разработать мероприятия по проекту мелиорации земель (по одной группе, согласно заданию).

Дата выдачи задания 7/IX-09г

Подпись преподавателя Алексеев



## Содержание

Введение

1. Природные условия объекта мелиорации

Современное состояние и использование земель

Агроклиматические условия и гидрологические характеристики

Почвенно-геологические условия

Рельеф

Типы водного питания

2. Методы, способы и схема осушения

Методы и способы осушения

Схема осушения

3. Определение параметров закрытого дренажа

Диаметры труб, уклон, глубина

Расчет междреннего расстояния

4. Проектирование осушительной сети в плане

5. Гидрологические расчеты

Определение предпосевного расхода

Максимальный расход дождевых паводков

Бытовой расход

6. Гидравлические расчеты

Гидравлический расчет магистрального канала

Гидравлический расчет закрытого коллектора

7. Проектирование осушительной сети в вертикальной плоскости

Определение глубины проводящей осушительной сети

Проектирование продольных профилей

8. Дорожная сеть и сооружения на осушительной системе

Дорожная сеть

Сооружения и устройства на системе

9. Мероприятия по охране природы

Воздействие осушительной системы на природные объекты

Предотвращение загрязнения вод реки-водоприемника

9.3. Охрана растительности и фауны

9.4. Противопожарные мероприятия на осушаемых торфяниках

Литература

## Введение

Основной задачей осушительных мелиораций является создание оптимального водно-воздушного режима почвы путем удаления избыточной влаги, что может быть достигнуто за счет устранения причин переувлажнения и регулярного дренирования территории.

Осушение земель позволяет не только увеличить земельный фонд, но и потенциально повысить его плодородие, т.к. удаление избыточной влаги приводит вытеснению аэробных и активизации аэробных микробиологических процессов в почве. Аэробная микробиологическая деятельность способствует переводу основных элементов питания растений из закисной формы в окисную, которая растворима в воде и является доступной для питания растений.

Осушительная система проектируется с учетом современных требований с/х производства и интересов землепользователей, должна иметь возможность регулирования влажности почв: как минимум – технические условия для проведения предупредительного шлюзования осушительной сети.

Данный проект мелиорации земель непосредственно связан с решением целевой федеральной программы социально-экономического развития села: «Социальное развитие села до 2010 года».

Реализация данного проекта осушения земель позволит:

- улучшить и увеличить земельный фонд хозяйства за счет малопродуктивных заболоченных земель;
- увеличить производство овощной с/х продукции в рамках программы социально-экономического развития района.

# 1. Природные условия объекта мелиорации

## 1.1. Современное состояние и использование земель

Осушаемый участок общей площадью брутто 239,1га расположен на территории хозяйства «Прогресс» Карачевского района Брянской области. До мелиорации участок использовался под сенокосные угодья, где получали небольшие урожаи сена низкого качества. Половина площади покрыта древесно-кустарниковой растительностью средней густоты заросли, значительная часть площади закочкарена, почвенный горизонт имеет каменистость в пределах 30-50м<sup>3</sup>/га.

После осушения участок намечается использовать под посев с/х культур в составе овощного севооборота: многолетние травы – 28,5%, овощи (капуста, огурцы, томаты) – 42,8%, корнеплоды – 14,3%, картофель – 14,3%.

## 1.2. Агроклиматические условия и гидрологические характеристики

Климат Брянской области умеренно-континентальный, характеризуется умеренно-холодной зимой и теплым продолжительным летом. Среднемноголетняя величина годовых атмосферных осадков составляет 690мм, причем основное количество осадков приходится на теплый период года. Среднемноголетняя величина годового испарения равна 450мм. Продолжительность вегетационного периода с/х культур составляет 130-150 суток. Средняя дата схода снежного покрова – 1-10/IV, среднемноголетний запас воды в снеге 100мм, слой стока весеннего половодья для года 10% обеспеченности - 185мм. Средняя глубина промерзания почвы по многолетним данным составляет 80-110см. Начало весенних полевых работ приходится на вторую декаду апреля.

Основные гидрологические характеристики для устьевого створа магистрального канала:

- внешняя водосборная площадь  $A_{вн} = 3.1 \cdot A_{ос}$  ;
- залесенность, заболоченность, степень зарегулированности стока на водосборе соответственно:  $f_{л} = 27\%$  ,  $f_{б} = 13\%$  ,  $f_{оз} = 0,12\%$  .

## 1.3. Почвенно-геологические и гидрогеологические условия

Участок поверхности имеет следующее геолого-литологическое строение:

- торф – 0-2,0м,  $K_1 = 1,6м/сут$  ( $K_0 = 0,5м/сут$ );
- супесь – 2,0-17,0м,  $K_2 = 0,9м/сут$  ;
- глина – >17,0м (водоупор).

Преобладающий тип почв – болотные торфяно-перегнойные.

Почвенно-геологические условия на территории объекта имеют относительно однородный характер по всей площади.

Уровень грунтовых вод расположен близко к поверхности земли и колеблется в пределах 0-0,5м. Содержание железа в грунтовых водах составляет 1,5мг/л.

#### **1.4. Рельеф**

Рельеф переувлажненного участка равнинного типа, спокойный, представляет собой пологий склон, в западной части участка в направлении север-юг проходит явно выраженный тальвег.

Микрорельеф участка в основном неявно выраженный, имеются в наличии отдельные замкнутые понижения (блюдца) и возвышения глубиной и высотой соответственно до 0,8м.

Прилегающие к объекту склоны характеризуются наличием заметно выраженных следов водной эрозии.

Уклоны поверхности земли мелиорируемого участка составляют:

- максимальные 0,007-0,008;
- минимальные 0,0010-0,0015;
- общий (средний) уклон в направлении потока грунтовых вод 0,003-0,004.

#### **1.5. Типы водного питания**

На основе качественного анализа природных условий и количественной оценки источников переувлажнения было установлено:

а) на переувлажненном участке имеет место смешанный тип водного питания: грунтовый + намывной делювиальный;

б) основным является грунтовый (безнапорный), его подтип - поток грунтовых вод с внешнего водосбора;

в) второстепенный – намывной делювиальный (склоновый).

## **2. Методы, способы и схема осушения**

### **2.1. Методы и способы осушения**

На основе анализа причин переувлажнения и наличия установленных ранее типов водного питания назначаем следующие методы осушения:

- основной: понижение уровня грунтовых вод за счет ускорения внутреннего стока (систематическое дренирование территории);
- дополнительный: перехват поверхностных и грунтовых вод, поступающих с внешнего водосбора.

При выборе способов осушения были учтены следующие условия:

- назначенные методы осушения;
- проектное с/х использование земель;
- почвенно-геологические и гидрогеологические условия;
- местные условия, экономические факторы и пр..

На основе анализа вышеуказанных условий, при использовании мелиорируемого участка под пашню в условиях грунтового типа водного питания, заключаем, что наиболее целесообразным является применение закрытого горизонтального дренажа. Принимаем трубчатую конструкцию из гофрированных полиэтиленовых труб.

Для реализации дополнительного метода осушения проектируем сеть нагорно-ловчих каналов, трассы которых будут проходить вдоль верхних границ участка, откуда поступают извне поверхностные и грунтовые воды.

### **2.2 Схема осушения**

При установлении схемы осушения учитывались следующие условия и факторы:

- принятые к проектированию типы регулирующей сети (способы осушения);
- местоположение водоприемника;
- результаты предварительного размещения в плане элементов проводящей и оградительной осушительной сети с учетом рельефа, размеров и конфигурации участка;
- наличие существующих дорог, коммуникаций, ландшафтно-экологических объектов, не подлежащих изменению и пр..

Учитывая вышеизложенные условия, получаем следующую структуру (состав) схемы осушения:

- закрытый горизонтальный трубчатый дренаж (регулирующая сеть);
- закрытые трубчатые коллекторы до двух порядков (проводящая сеть);
- открытые коллекторы до двух порядков (проводящая сеть);
- нагорно-ловчие каналы (оградительная сеть);
- водоприемник (р.Белая).

### 3. Определение параметров закрытого дренажа

#### 3.1. Диаметры труб, уклон, глубина

Диаметры дренажных труб в обычных условиях строительства назначаются конструктивно – минимального стандартного размера. В данном случае, при отсутствии особых условий строительства, его величина составит  $d=63\text{мм}$  (пластмассовые гофрированные трубы).

Уклон закрытого дренажа будет устанавливаться по месту строительства в зависимости от рельефа по трассе, длины дренажа и глубины коллектора в местах врезки дрен. Проектные рекомендации по назначению уклона:

- максимальное его соответствие уклону поверхности земли по трассе, т.е.  $I_{\text{др}}=I_{\text{земли}}$ ;

- в случаях, когда  $I_{\text{земли}} > [I_{\text{min}}] = 0,003$ , уклон дрены принимается  $I_{\text{др}}=0,003$  (где  $[I_{\text{min}}]$  – минимальный нормативный уклон);

- по всей дренажной трассе уклон должен иметь постоянную величину.

Расчетную глубину дренажа определяем по формуле (см.рис.3.1.):

$$h = a + \Delta h + d/2 + \delta; \text{ м} \quad (3.1)$$

где величина осадки торфа:

$$\delta = (0,10 \dots 0,15) \cdot (a + \Delta h + d/2), \text{ м} \quad (3.2)$$

$a=1,1\text{м}$  – расчетная норма осушения (максимальное значение из всех с/х культур севооборота к концу вегетации);

$\Delta h=0,25\text{м}$  – падение депрессионной кривой от середины междренья до дрены;

$d=0,063\text{м}$  – наружный диаметр дренажной трубы.

После подстановки расчетных показателей получаем:

$$\delta = 0,1 \cdot (1,1 + 0,25 + 0,5 \cdot 0,063) = 0,138 \text{ м}$$

$$h = 1,1 + 0,25 + 0,5 \cdot 0,063 + 0,138 = 1,52 \text{ м}$$

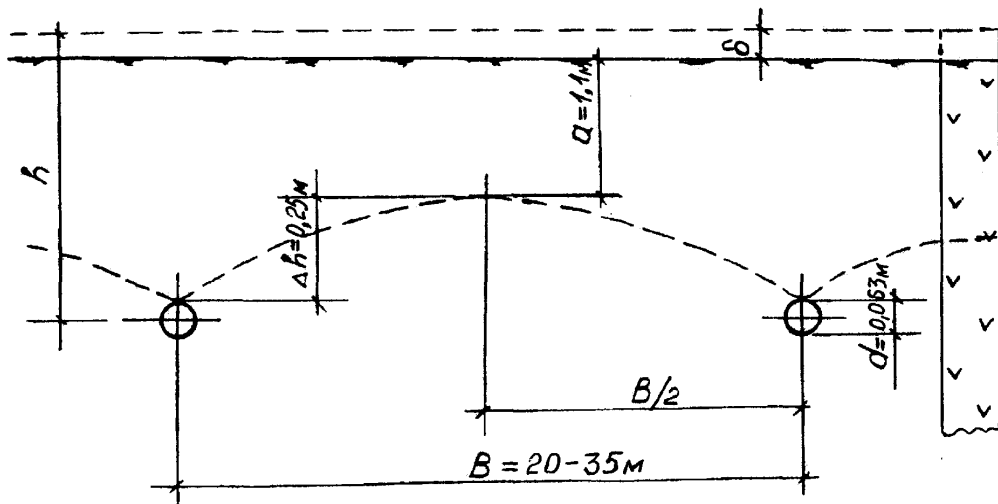


Рис. 3.1. Схема к определению глубины закрытого дренажа

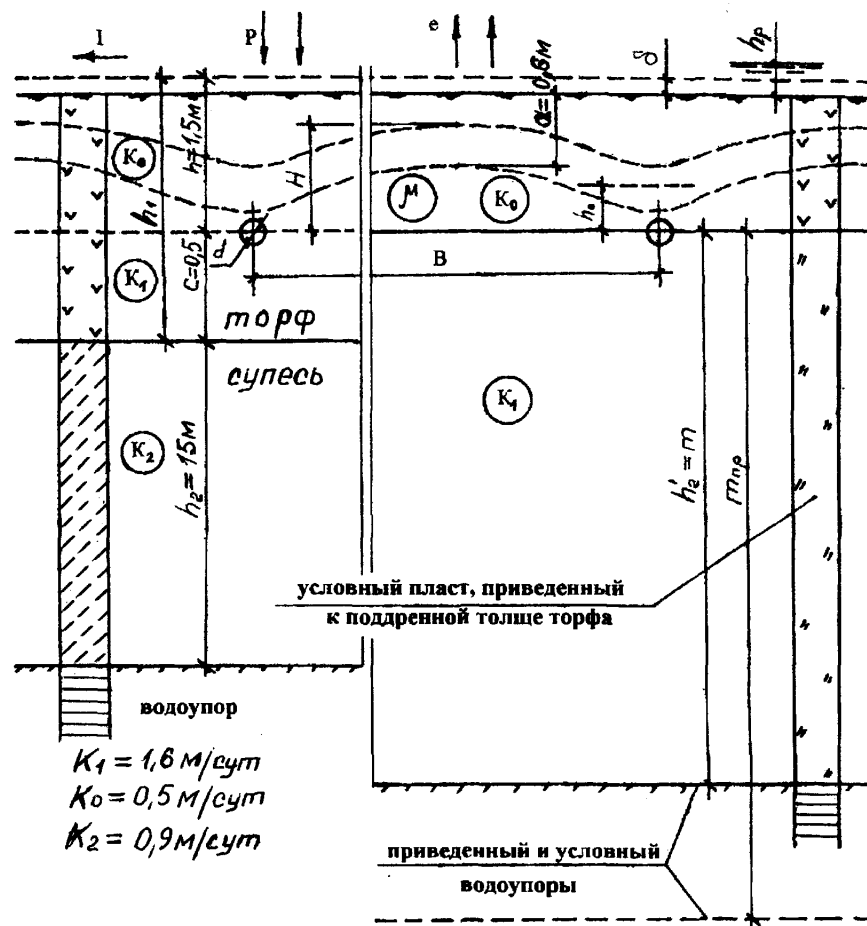


Рис. 3.2. Схема к расчету междреннего расстояния

### 3.2. Расчет междреннего расстояния

Расчетная фильтрационная схема, составленная на основе данных почвенно-геологических изысканий, приводится на отдельном рисунке (см. рис. 3.2.).

Расчет проводим для весеннего периода (время от конца снеготаяния до начала весенних полевых работ: вторая-третья декады апреля), как наиболее экстремального в работе дренажа. Обеспеченность расчетного года по осадкам принята 10% (действующий норматив).

Расчет начинаем с формулы случая глубокого залегания водоупора (при  $m_{np} > B/4$ ):

$$B = \frac{2 \cdot \pi \cdot K_o \cdot H}{q \cdot \left[ \ln \left( \frac{2 \cdot B}{\pi \cdot d} \right) + L_i \right]}, \text{ м} \quad (3.3)$$

$$B = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,5 \cdot 1,14}{0,011 \cdot \left[ \ln \left( \frac{2 \cdot B}{3,14 \cdot 0,063} \right) + 0,5 \right]},$$

Получаем уравнение:  $B = \frac{325,4}{\ln \cdot (1,01 \cdot B) + 0,5}, \text{ м}$

Решая уравнение методом подбора, получаем  $B=48,6\text{м}$

$$\frac{B}{4} = \frac{48,6}{4} = 12,15 \text{ м} < m_{np} = 88,0 \text{ м}, \text{ что подтверждает случай глубокого залегания водоупора и правильность применения расчетной формулы, расчетные показатели которой были определены по формулам:}$$

$$C = h_I - h, \text{ м} \quad (3.4)$$

$$C = 2,0 - 1,5 = 0,5 \text{ м}$$

$$h'_2 = C + \frac{K_2}{K_0} \cdot h_2, \text{ м} \quad (3.5)$$

$$h'_2 = 0,5 + \frac{0,9}{0,5} \cdot 15 = 27,5 \text{ м}$$

$$m_{np} = \frac{K_1}{K_0} \cdot h'_2, \text{ м} \quad (3.6)$$

$$m_{np} = \frac{1,6}{0,5} \cdot 27,5 = 88,0 \text{ м}$$

$$H = h - 0,6 \cdot a, \text{ м} \quad (3.7)$$

$$H = 1,5 - 0,6 \cdot 0,6 = 1,14 \text{ м} \quad (3.8)$$

$$\mu = 0,116 \cdot K^{3/8} \cdot (h - H)^{3/4}$$



$$\mu = 0,116 \cdot 0,5^{3/8} \cdot (1,5 - 1,14)^{3/4} = 0,042$$

$$h_p = H_p \cdot (1 - \sigma), \text{ м} \quad (3.9)$$

$$h_p = 0,185 \cdot (1 - 0,5) = 0,093, \text{ м}$$

$$q = \frac{h_p + \mu \cdot a + (p - e) \cdot t}{t}, \text{ м/сут} \quad (3.10)$$

$$q = \frac{0,093 + 0,042 \cdot 0,6 + (0,025 - 0,0006) \cdot 13}{13} = 0,011 \text{ м/сут} = 1,28 \text{ л/с} \cdot \text{га}$$

$a=0,6\text{м}$  – расчетная норма осушения для весеннего предпосевного периода;

$t=13\text{сут}$  – продолжительность расчетного периода;

$p=2,5\text{м/сут}$ ,  $e=0,6\text{мм/сут}$  – интенсивность осадков и испаряемости соответственно в расчетный период;

$\sigma=0,5$  – коэфф. поверхностного стока;

$K_0=0,5\text{м/сут}$  - коэфф. фильтрации торфа после осушения (прогнозируемый);

$K_1=1,6\text{м/сут}$  - коэфф. фильтрации торфа на период проведения изысканий;

$K_2$  - коэфф. фильтрации супеси (подстилающего его пласта), м/сут;

$L_i = 0,5$  - коэфф. фильтрационных сопротивлений (для гофрированных пластмассовых труб со сплошным укрытием рулонными ЗФМ).

### Выводы

1. Полученное расчетом значение ( $B$ ) отличается от практических рекомендаций в большую сторону. Снижаем результат (в запас расчету) до уровня практических рекомендаций.

2. Окончательно принимаем к проектированию расстояние между дренами  $B=35\text{м}$ .

### 3.3. Длина дренажа

Среднее и минимальное значения длины дрен принимаем на основе практических рекомендаций:

- среднее значение (при использовании труб минимального диаметра) будет составлять 130-160м;

- минимальное значение (в основном на слабоуклонных трассах) 70-80м, в отдельных единичных случаях 50м (на окраинных участках).

Максимальное (предельное) значение длины дрен определяем расчетным путем. Расчетным периодом является весенний, когда водная нагрузка на дренаж максимальная.

Расчет длины дрен при  $I=0,003$ :

$$l = \frac{Q}{q \cdot B \cdot 10^{-4}} = \frac{0,77}{1,28 \cdot 35 \cdot 10^{-4}} = 171,9 \text{ м}$$

где  $q=1,28 \text{ л/с} \cdot \text{га}$ ,  $B=35\text{м}$  (см.п.3.2);

$$Q = K \cdot \sqrt{I} \cdot 10^3 = 0,014 \cdot \sqrt{0,003} \cdot 10^3 = 0,77 \text{ л/с}$$

$$K = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R} = 0,00312 \cdot 35,7 \cdot \sqrt{0,0157} = 0,014 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,063^2}{4} = 0,00321 \text{ м}^2$$

$$R = 0,25 \cdot d = 0,25 \cdot 0,063 = 0,0157 \text{ м}$$

$$C = n^{-1} \cdot R^{1/6} = 0,014^{-1} \cdot 0,0157^{1/6} = 35,7 \text{ м}^{0,5}/\text{с}$$

$n=0,014$  – коэфф. шероховатости пластмассовых труб.

Результаты расчета при других уклонах, возможных в условиях проектируемого объекта, приводятся ниже в табличной форме.

Таблица 3.1. Предельные значения длины дрен

Уклоны (I)	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008
Q, л/с	0,77	0,86	0,99	1,08	1,17	1,25
I, м	172	192	221	241	261	297
Принятая к проектированию длина дрен, м	170	190	220	240	260	290

#### 4. Проектирование осушительной сети в плане

При проектировании осушительной сети в плане были учтены и использованы:

- а) основные требования с/х производства к организации территории;
- б) практические рекомендации и нормативные положения по плановой компоновке и взаимному расположению элементов осушительной сети;
- в) расчетные показатели:  $B=35\text{м}$ ,  $l_{\text{др.макс}}=170-290\text{м}$  (в зависимости от уклона);
- г) нормативно-практические показатели:
  - длина дрен: оптимальная 130-160м, минимальная 70-80 (50)м;
  - длина закрытых коллекторов: в среднем 600-800м, максимальная до 1000-1200м;
  - углы поворотов в плане до  $60^\circ$ ;
  - плановое сопряжение элементов осушительной сети под углом  $60-90^\circ$ ;
  - минимальное расстояние между каналами проводящей сети  $>400\text{м}$ .

Плановое расположение осушительной сети показано на плане осушительной системы М 1:5000 (см. прилож. 8 и 9).

## 5. Гидрологические расчеты

Расчет проводим для устьевых створов магистрального канала. Типы расчетных расходов, их обеспеченность и условия пропуска устанавливаем на основе действующих нормативов в зависимости от проектного с/х использования земель. В данном случае, при использовании земель под овощной севооборот без озимых культур, необходимо определить следующие расходы:

- предпосевной ( $p=10\%$ , пропуск – с запасом от бровок 0,5-0,6м);
- дождевых паводков ( $p=10\%$ , пропуск – в бровках);
- среднемеженный (бытовой)  $p=50\%$ .

### 5.1. Определение предпосевного расхода

Предпосевной расход определяем по зависимости:

$$\begin{aligned} Q_{nn} &= Q_p \cdot K, \text{ м}^3 / \text{с} \\ Q_{nn} &= 3,24 \cdot 0,82 = 2,66 \text{ м}^3 / \text{с} = 2,7 \text{ м}^3 / \text{с} \end{aligned} \quad (5.1)$$

где коэфф. редукиции (по формуле П.А. Дудкина):

$$K = \frac{3,63}{T^{0,2}} - 1,64 \quad (5.2)$$

$$K = \frac{3,63}{7^{0,2}} - 1,64 = 0,82$$

$T=7-10$ сут – допустимая продолжительность весеннего затопления.

Максимальный расход весеннего половодья определяем по формуле Г.А. Алексева:

$$Q_p = \frac{K_0 \cdot h_0 \cdot A}{(A+1)^n} \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \mu, \text{ м}^3 / \text{с} \quad (5.3)$$

$$Q_p = \frac{0,006 \cdot 185 \cdot 9,8}{(9,8+1)^{0,17}} \cdot 0,98 \cdot 0,49 \cdot 0,93 = 3,24 \text{ м}^3 / \text{с}$$

где  $K_0=0,006$ ,  $n=0,17$ ,  $\mu=0,89-0,93$ ;

– общая водосборная площадь:

$$\begin{aligned} A &= A_{oc} + A_{вн}, \text{ км}^2 \\ A &= 2,39 + 7,41 = 9,8 \text{ км}^2 \end{aligned} \quad (5.4)$$

$A_{oc}=239,12a$  – площадь осушаемого массива.

– внешняя водосборная площадь:

$$A_{вн}=3,1 \cdot A_{oc}=3,1 \cdot 239,1=741,22a=7,41 \text{ км}^2$$

– коэффициенты, снижающие расчетный расход:

$$\delta_I = \frac{1}{1+c \cdot f_{оз}} \quad (5.5)$$

$$\delta_I = \frac{1}{1+0,2 \cdot 0,12} = 0,98$$

$$\delta = 1 - 0,8 \cdot \lg(0,05 \cdot f_{\delta} + 0,1 \cdot f_n + 1) \quad (5.6)$$

$$\delta = 1 - 0,8 \cdot \lg(0,05 \cdot 13 + 0,1 \cdot 27 + 1) = 0,49$$

## 5.2. Максимальный расход дождевых паводков

Максимальный расход дождевых летне-осенних паводков в устьевом створе магистрального канала определяем по формуле Д.Л. Соколовского:

$$Q_o = \frac{B \cdot A}{\sqrt{A}} \cdot \delta \cdot \delta' \cdot \delta'' \cdot \delta''', \text{ м}^3 / \text{с} \quad (5.7)$$

$$Q_o = \frac{6 \cdot 9,8}{\sqrt{9,8}} \cdot 0,60 \cdot 0,94 \cdot 0,55 \cdot 0,70 = 4,078 \text{ м}^3 / \text{с} \quad (\text{принято } Q_o = 4,1 \text{ м}^3 / \text{с})$$

где  $B=4-6$  - районный параметр;

$$\delta = 1 - 0,7 \cdot \lg(1 + f_{оз} + 0,2 \cdot f_{\delta}) \quad (5.8)$$

$$\delta = 1 - 0,7 \cdot \lg(1 + 0,12 + 0,2 \cdot 13) = 0,60;$$

$$\delta' = 1 - \nu \cdot \lg(1 + f_{np}) \quad (5.9)$$

$$\delta' = 1 - 0,3 \cdot \lg(1 + 0,6) = 0,94$$

$\delta'' = 0,5-0,6$  – для водосборов со спокойным (плоским) рельефом;

$\delta''' = 0,7-0,8$  – для водосборов с правильной формой.

### 5.3. Бытовой расход

Бытовой расход в устьевом створе магистрального канала будет равен:

$$Q_{\bar{o}} = Q_{\text{вн}} + Q_{\text{ос}}, \text{ л/с} \quad (5.10)$$
$$Q_{\bar{o}} = 29,64 + 62,14 = 91,78 \text{ л/с} = 0,092 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$Q_{\text{вн}} = q_{\text{вн}} \cdot A_{\text{вн}}, \text{ л/с} \quad (5.11)$$

$$Q_{\text{вн}} = 0,04 \cdot 741 = 29,64 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{ос}} = q_{\text{др}} \cdot A_{\text{ос}}, \text{ л/с} \quad (5.12)$$

$$Q_{\text{ос}} = 0,26 \cdot 239 = 62,14 \text{ л/с}$$

где  $q_{\text{вн}} = 0,03 - 0,04 \text{ л/с} \cdot \text{га}$  - среднемеженный модуль внешнего притока при грунтовом (безнапорном) питании;

$q_{\text{ос}} = 0,2 - 0,3 \text{ л/с} \cdot \text{га}$  - модуль дренажного стока в бытовой период.

## 6. Гидравлические расчеты

### 6.1. Гидравлический расчет магистрального канала

Принятый гидравлический режим работы – равномерное установившееся движение воды в открытых руслах.

Расчет производим на основе формулы Шези:

$$Q = \omega \cdot c \cdot \sqrt{R \cdot I}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (6.1)$$

где:  $Q$  - пропускная способность канала, приравниваемая расчетными расходам:  $Q_{\text{вн}}, Q_0, Q_6$ ;

$\omega$  – площадь живого сечения канала трапецеидальной формы:

$$\omega = (b + m \cdot h) \cdot h, \text{ м}^2 \quad (6.2)$$

$C$  - скоростной коэфф. Шези определяем по формуле Агроскина И.И.:

$$C = \frac{1}{n} + 17,72 \cdot \lg R, \text{ м}^{0,5} / \text{с} \quad (6.3)$$

$R$  – гидравлический радиус потока воды:

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{(b + m \cdot h) \cdot h}{b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + m^2}}, \text{ м} \quad (6.4)$$

$I$  - проектный уклон канала, устанавливаемый на основе продольного профиля (см. прилож.7).

$n = 0,035$  – коэфф. шероховатости русла (канал в земляном русле, крепление одерновкой);

$b = 0,5$  – ширина канала по дну, в первом приближении расчета принимаем минимальной.

$m = 2,0$  – коэфф. заложения откосов, принимаем по нормативам в зависимости от грунта (торф) и  $H \geq 2,0$  м.

Решаем одну из задач гидравлики:

$$\frac{Q, I, b, m, n}{h - ?}$$

где  $h$  – глубина воды при пропуске соответствующего расхода.

Расчет производим в табличной форме, задаваясь значениями глубины воды ( $h$ ).

Таблица 6.1. Расчет пропускной способности магистрального канала

h, м	$\omega, \text{м}^2$	$\chi, \text{м}$	R, м	$\sqrt{R}$	$C_2, \text{м}^{0,5}/\text{с}$	$\omega \cdot c \cdot \sqrt{R}$	I <sub>1</sub> =0,001		I <sub>2</sub> =0,004	
							$\sqrt{I_1}$	Q, м <sup>3</sup> /с	$\sqrt{I_2}$	Q, м <sup>3</sup> /с
0,1	0,07	0,95	0,074	0,27	8,56	0,162	0,032	0,0052	0,063	0,01102
0,2	0,18	1,39	0,13	0,36	12,9	0,836	0,032	0,027	0,063	0,053
0,3	0,33	1,84	0,18	0,42	15,4	2,13	0,032	0,068	0,063	0,134
0,5	0,75	2,74	0,27	0,52	18,5	7,22	0,032	0,23	0,063	0,45
0,8	1,68	4,08	0,41	0,64	21,7	23,33	0,032	0,75	0,063	1,47
1,0	2,50	4,97	0,50	0,71	23,3	41,36	0,032	1,32	0,063	2,60
1,2	3,48	5,86	0,59	0,77	24,5	65,65	0,032	2,10	0,063	4,14
1,6	5,92	7,65	0,77	0,88	26,6	138,57	0,032	4,43	0,063	8,73
2,0	9,00	9,44	0,95	0,97	28,2	246,19	0,032	7,89	0,063	15,51

По данным таблицы 6.1. строим графики  $h=f(Q)$ , по которым определяем расчетные глубины воды при пропуске расчетных расходов  $Q_{\text{пп}}, Q_{\text{д}}, Q_{\text{б}}$ . Найденные графически глубины воды используем для определения расчетных скоростей движения воды в канале (см. табл. 6.2).

Таблица 6.2. Результаты гидравлического расчета магистрального канала

Расчетный участок канала (пикетаж)	Расчетный расход, м <sup>3</sup> /с			Уклон I	Расчетная глубина воды, м			Площадь живого сечения, м <sup>2</sup>			Скорости воды, м/с			Примечания
	Q <sub>в</sub>	Q <sub>д</sub>	Q <sub>б</sub>		h <sub>в</sub>	h <sub>д</sub>	h <sub>б</sub>	$\omega_{\text{в}}$	$\omega_{\text{д}}$	$\omega_{\text{б}}$	v <sub>в</sub>	v <sub>д</sub>	v <sub>б</sub>	
ПК0-ПК17	2,7	4,1	0,092	0,001	1,32	1,55	0,34	4,14	5,58	0,40	0,65	0,73	0,23	v=0,5м m=2,0 n=0,035 $\omega=(v+mh)h$ $v=\frac{Q}{\omega}$
ПК17-ПК21+80	2,7	4,1	0,092	0,004	1,02	1,20	0,26	2,59	3,48	0,26	1,04	1,18	0,35	

### Выводы

1. Условие незаиляемости  $v > v_3$  на всех участках канала выполняется ( $v_3=0,2\text{м/с}$ ).
2. Условие неразрываемости  $v < v_p$  не выполняется (для торфа в данных условиях  $v_p=0,6-0,7\text{м/с}$ ), следовательно необходимо крепить канал.
3. Принимаем конструкцию крепления канала исходя из величины расчетных скоростей  $v=0,65-1,18\text{м/с}$ . Вполне приемлемой будет конструкция крепления одерновкой, выдерживающая скорости  $v_p=1,0-1,5\text{м/с}$ .



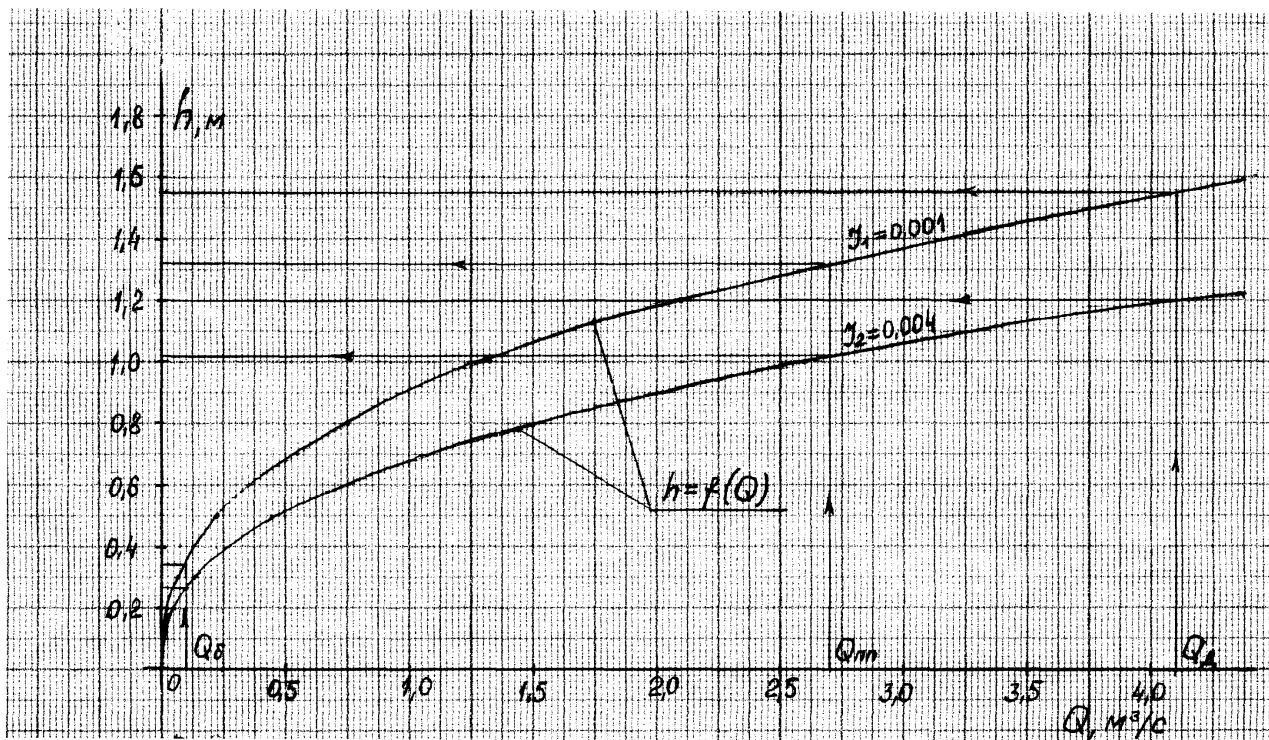


Рис. 6.1. Расходная характеристика магистрального канала ГД.

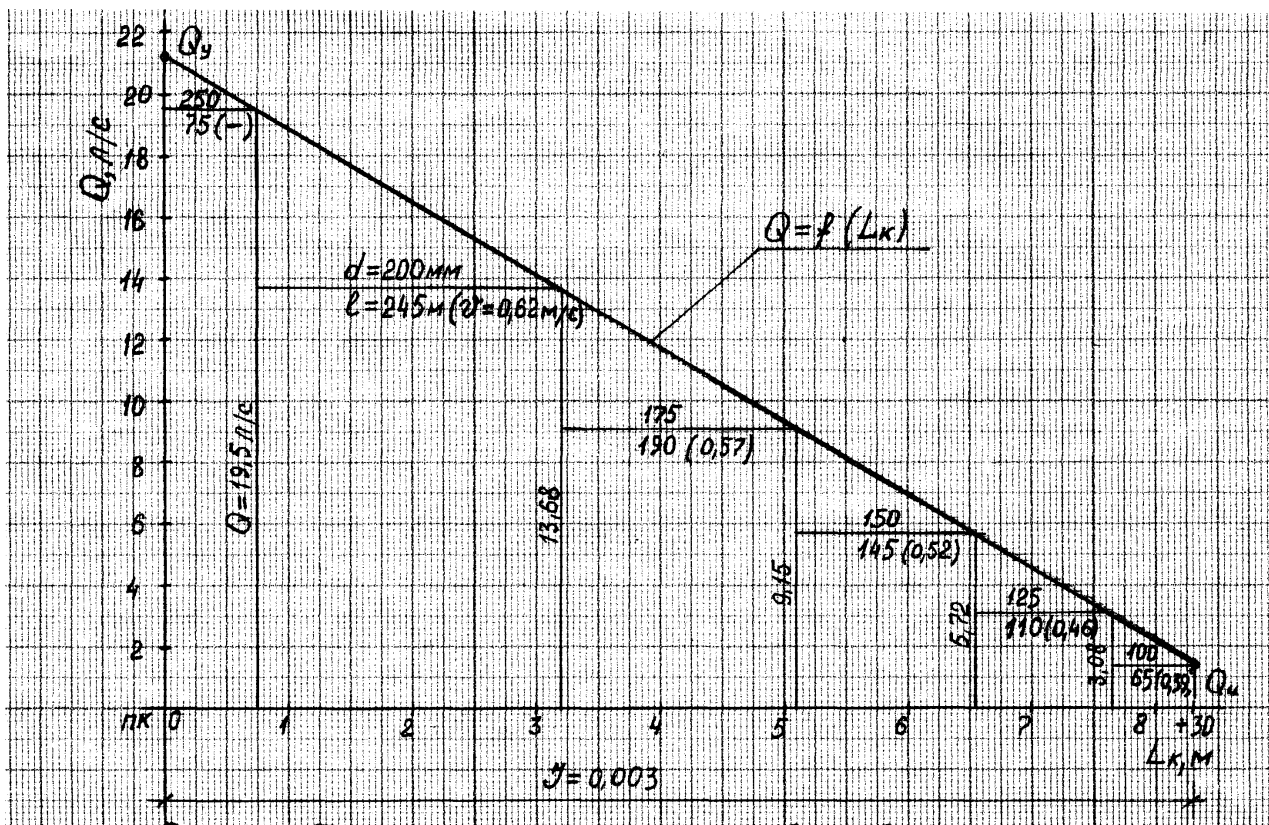


Рис. 6.2. График подбора диаметров труб закрытого коллектора 3-Др.

## 6.2. Гидравлический расчет закрытого коллектора

Коллектор проектируется из гончарных дренажных труб.

Расчет сводится к определению диаметров труб и размеров участков коллектора с соответствующими диаметрами.

Расчет производим на пропуск максимальных расходов (весенний период) при работе труб полным сечением.

Принятый гидравлический режим работы - безнапорный, движение воды равномерное установившееся.

Расчет производим графическим способом (рис.6.1 курсовой работы) с использованием специальных таблиц (см. прилож. 4).

Для построения графика  $h=f(L_k)$  определяем расчетные расходы в характерных его сечениях:

а) расход в истоке коллектора, равный расходу впадающей дрены:

$$Q_u = Q_{op} = q \cdot B \cdot l \cdot 10^{-4}, \text{га} \quad (6.5)$$

$$Q_u = 1,28 \cdot 35 \cdot 310 \cdot 10^{-4} = 1,39 \text{л/с}$$

где  $q = 1,28 \text{л} \cdot \text{с} / \text{га}$  - максимальный модуль дренажного стока;

$B = 35 \text{м}$  – проектное расстояние между дренами;

$l = 130 + 180 = 310 \text{м}$  - длина истоковой дрены коллектора, определяемая по плану (дрена сдвоенная, см. прилож.8, коллектор 3-Др).

б) расход в устье коллектора

$$Q_y = q \cdot A_k, \text{л/с} \quad (6.5)$$

$$Q_y = 1,28 \cdot 16,69 = 21,2 \text{л/с}$$

где  $A_k = 16,69 \text{га}$  - площадь внутреннего водосбора коллектора, определяемая по плану.

Гидравлический расчет закрытого коллектора 3-Др, выполненный графическим способом, представлен на рис. 6.2 курсовой работы.

Расчетные скорости движения воды в трубах определяем из формулы неразрывности (сплошности) потока:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}, \text{м/с} \quad (6.5)$$

Нормативный скоростной режим принят в диапазоне:  $v = 0,3 - 1,5 \text{м/с}$ .

## 7. Проектирование осушительной сети в вертикальной плоскости

### 7.1. Определение глубины проводящей осушительной сети

Глубину трубчатого закрытого коллектора определяем исходя из двух условий:

- а) на основе практических рекомендаций:  $h_{3,k} = 1,4 - 1,6 м$ ;
- б) из условия вертикального сопряжения с дренами (внахлестку):

$$h_{3,k} = h_{op} + d_k, м, \quad (7.1)$$

$$h_{3,k} = 1,5 + 0,25 = 1,75 м$$

где  $h = 1,5 м$  – расчетная глубина дрены (см. п. 3.1);

$d_k = 0,25 м$  - диаметр трубы коллектора на устьевом участке

Глубину открытого коллектора (в данном случае гидравлически нерасчитываемого канала) определяем из условия вертикального сопряжения:

$$h_{ok} = h_{3k} + \delta_5, м \quad (7.2)$$

$$h_{ok} = 1,75 + 0,4 = 2,15 м$$

Глубину магистрального канала определяем исходя из двух условий:

- из условия пропуска максимальных расходов ( $Q_{mn}, Q_d$ ):

$$H = h_{mn} + \Delta_{mn}, м \quad (7.3)$$

$$H = h_o + \Delta_o, м \quad (7.4)$$

- из условия вертикального сопряжения с впадающими в канал элементами осушительной сети (в данном случае с открытыми коллекторами):

$$H = h_{ок} + \delta_2 + h_b, м \quad (7.5)$$

Глубина магистрального канала будет равна:

а) на участке канала ПК0-ПК17:

$$H_1 = 1,32 + 0,55 = 1,87 м;$$

$$H_2 = 1,55 + 0,00 = 1,55 м;$$

$$H_3 = 2,15 + 0,00 + 0,34 = 2,49 м$$

Принимаем по проектированию  $H = 2,5 м$ .

б) аналогично для участка канала ПК17-ПК21+80:

$$H_1 = 1,02 + 0,55 = 1,57 м;$$

$$H_2 = 1,20 + 0,00 = 1,2 м;$$

$$H_3 = 2,15 + 0,00 + 0,26 = 2,41 м$$

Принимаем к проектированию  $H = 2,4 м$ .

## 7.2. Проектирование продольных профилей

При проектировании продольных профилей были учтены:

- нормативные условия вертикальной увязки;
- расчетные показатели по глубине:  $h_{3,k} = 1,75\text{ м}$ ,  $h_{ok} = 2,15\text{ м}$ ,  $H = 2,4 - 2,5\text{ м}$ ;
- нормативно-практические показатели:

а) минимальные уклоны: для гидравлически рассчитываемого канала – 0,0002-0,0003, для закрытого коллектора – 0,003 (0,001-0,002 – при соответствующем обосновании);

б) максимальная строительная глубина: для каналов трапецидальной формы - 3м, для закрытых коллекторов – 2,2м (в пределах глубины копания дренажника).

Продольные профили закрытого коллектора 3-Др и магистрального канала ГД представлены на рис. .... (см. прилож. 7 и 8).

## **8. Дорожная сеть и сооружения на осушительной системе**

### **8.1. Дорожная сеть**

Дороги необходимы для проезда с/х машин, подвоза семян, удобрений, горюче-смазочных материалов, вывоза урожая, а также для проведения эксплуатационных мероприятий на осушительной системе.

На осушаемом массиве запроектированы следующие внутрихозяйственные дороги:

а) для связи осушаемого участка с хозцентром и существующей дорожной сетью – дороги с твердым (гравийно-щебеночным) покрытием. Трассы этих дорог проходят вдоль крупных каналов проводящей осушительной сети (магистральный канал, открытые коллекторы первого порядка);

б) для заезда на поля севооборота – грунтовые профилированные дороги, проходящие по границам с/х угодий;

в) для технического обслуживания мелиоративной системы – эксплуатационные грунтовые дороги, запроектированные к местам расположения сооружений, вдоль каналов (с обеих сторон) и вдоль водоприемника.

### **8.2. Сооружения и устройства на системе**

В целях обеспечения нормального функционирования, а также для обеспечения проезда через каналы, на осушительной системе запроектирован ряд сооружений и устройств.

Для обеспечения проезда через осушительные каналы запроектированы трубопереезды и мостовые переезды. Они устраиваются в местах пересечения дорожной сети с руслами водотоков. Мостовые переезды предусмотрены на магистральном канале и водоприемнике.

Для проведения увлажнительных мероприятий на осушаемых землях, а также в противопожарных целях, на торфяниках проектируются регуляторы-переезды трубчатые. Местами их размещения являются устья крупных каналов (магистральный канал, открытые коллекторы).

При сопряжении закрытых коллекторов с открытыми каналами предусматриваем устьевые сооружения. Они устраиваются в концевой части коллектора (устье).

В целях контроля за работой закрытой осушительной сети, а также для обслуживания коллекторов, устраиваются смотровые колодцы. Смотровые колодцы предусмотрены в следующих случаях:

а) на коллекторах большой длины (более 700-800м) через каждые 300-400м;

б) в местах соединения коллекторов разного порядка;

в) в местах резких изменений уклонов (с большего на меньший).

На закрытых коллекторах, устраиваемых из гончарных дренажных труб, запроектированы такие устройства, как переходы коллекторов под дорогами.

Располагаются они в местах пересечения коллекторов с дорогами и предназначены для защиты коллекторов от воздействия дорожных нагрузок.

В целях борьбы с поверхностным стоком, при осушении замкнутых понижений (для ускорения поверхностного стока), проектируются следующие сооружения:

- поглотительные колодцы, предусматриваемые при осушении понижений с большими водосборными площадями;

- колонки-поглотители, используемые для осушения небольших понижений (блюдец) и располагаемые непосредственно на дренах и коллекторах.

Для сопряжения поверхностного стока с каналами предусматриваются водосбросные воронки, проектируемые в местах примыкания тальвегов к каналам.

В качестве сооружений и устройств, выполняющих чисто эксплуатационные функции, рекомендуются следующие:

- гидрометрические посты, устраиваемые в устьевых створах каналов и на реке-водоприемнике;

- створы режимных скважин (колодцев), предназначенных для наблюдения за режимом грунтовых вод;

- знаки береговой обстановки.

Все сооружения на осушительной системе запроектированы в основном в виде типовых конструкций, состоящих из унифицированных элементов.

Трассировка дорог и расположение сооружений показаны на плане осушительной системы М 1:5000(см. прилож. 8).

## **9. Мероприятия по охране природы**

### **9.1. Воздействие осушительной системы на природные объекты**

Строительство мелиоративной системы и ее функционирование в последующем может вызвать ряд изменений в прилегающих природных ландшафтах, которые могут иметь негативный характер.

Анализ природных условий объекта и запроектированных мелиоративных мероприятий показывает, что строительство и функционирование мелиоративной системы может вызвать следующий ряд возможных изменений и воздействий, как на самом объекте, так и на прилегающих природных ландшафтах:

- изменение природного ландшафта местности;
- нарушение зеленого баланса и вытеснение фауны вследствие сведения древесно-кустарниковой растительности при строительстве мелиоративной системы;
- нарушение почвенного покрова (снижение содержания гумуса) вследствие производства больших объемов земляных мелиоративно-строительных работ;
- увеличение эрозии почв вследствие проведения ряда агромелиоративных мероприятий;
- осадка и сработка торфа при его интенсивном с/х использовании и повышение пожароопасности на осушаемых торфяниках;
- снижение уровня грунтовых вод на прилегающей территории вследствие осушения земель, что может изменить водно-воздушный режим почв (снижение влажности) и привести к нарушению флоры и фауны на прилегающих территориях;
- загрязнение воды реки-водоприемника продуктами химической обработки полей (минеральные удобрения, гербициды, пестициды) вследствие сброса дренажных вод.

### **9.2. Предотвращение загрязнения вод реки-водоприемника**

Поверхностные и подземные воды подлежат охране от истощения, загрязнения и засорения, а также от изменения их режима. В противном случае это может отрицательно сказаться на экологическом режиме окружающей природной среды.

Для предотвращения ухудшения качества воды в водоприемнике, связанного с продуктами химической обработки полей, рекомендуется:

- отказаться от внесения удобрений по снежному покрову;
- ограничить до возможного минимума применение азотных удобрений осенью;
- производить дробное внесение удобрений в вегетационный период;
- производить противоэрозионные мероприятия, направленные против смыва удобрений;
- в целях предотвращения отрицательных воздействий на водоприемник, на мелиоративной системе предусматривается выделение водоохраных зон и

прибрежных полос, где запрещаются многие виды хозяйственной и др. видов деятельности;

В водоохраной зоне запрещается:

- применение ядохимикатов в борьбе вредителями, болезнями растений и сорняка;
- размещение складов для хранения ядохимикатов и минеральных удобрений, площадок для заправки аппаратуры ядохимикатами;
- размещение животноводческой инфраструктуры;
- размещение мест захоронения;
- организация свалок мусора, отходов производства, а также устройство взлетно-посадочных мест для проведения авиационно-химических работ;
- строительство объектов, связанных с с/х производством;
- стоянка, заправка топливом, мойка и ремонт машинно-тракторного парка.

В пределах прибрежной водоохранной полосы запрещается:

- распашка земель;
- организация летних лагерей для скота;
- применение ядохимикатов и удобрений;
- строительство каких-либо объектов;
- организация зон рекреации и пр.

Прибрежная полоса, как правило, должна быть занята древесно-кустарниковой растительностью, где предусматривается установка вдоль реки-водоприемника водоохранных знаков запретительного характера.

### **9.3. Охрана растительности и фауны**

При производстве мелиоративно-строительных работ будет сводиться почти вся древесно-кустарниковая растительность на землях, предназначенных для с/х использования. Кроме того, будет подвергнута воздействию часть растительности на прилегающих землях.

Для восстановления потерь растительности при строительстве мелиоративной системы рекомендуется провести следующие мероприятия:

а) свести к минимуму потери растительности при производстве строительных работ путем применения щадящих технологий строительства и размещения стоянок машин, временных складов и подъездных путей по возможности внутри осушаемого участка;

б) для компенсации зеленого баланса, нарушаемого строительством системы, на прилегающих землях необходимо произвести посадку лесонасаждений и кустарников в количествах, не меньше потерянных.

Животный мир экологически связан с растительностью, т.к. растительность является основной средой обитания и корма для многих видов животных и птиц. Поэтому многие мероприятия по охране растительности являются частью мероприятий по охране фауны.

На объекте мелиорации рекомендуется провести следующие мероприятия по охране животных и птиц:



- культуртехнические мероприятия по удалению древесно-кустарниковой растительности следует производить в зимнее время и во второй половине лета, чтобы исключить периоды гнездования и выкармливания молодняка;
- оставить на окраинах мелиорируемой территории ряд зеленых «островков природы», где могли бы обитать животные и птицы;
- оставить большую часть русла реки в естественном состоянии в интересах сохранения естественных условий для обитания фауны;
- понижения глубиной более 1м, заполняемые грунтовыми водами, оставлять и благоустраивать в виде водоемов с целью улучшения среды обитания для водоплавающих видов фауны;
- устраивать регулярно по краям полей кормовые зоны для диких животных в виде посевов таких культур, как топинамбур, люпин, клевер и др.;
- в местах путей миграции крупных животных необходимо устраивать специальные переходы через каналы.

#### **9.4. Противопожарные мероприятия на осушаемых торфяниках**

На осушаемых торфяниках снижение влажности торфа и интенсивная хозяйственная деятельность способствует резкому повышению пожароопасности. В целях снижения пожароопасности и повышения возможностей пожаротушения на мелиорируемых торфяниках рекомендуется следующий ряд противопожарных мероприятий:

1. Мелиоративная сеть конструируется с таким расчетом, чтобы она могла быть максимально использована для подачи воды на пожаротушение. В эту систему мероприятий входят:

- а) обоснование, выбор и проектирование водоисточника;
- б) строительство специальных подводящих в каналы от водоисточника в верхние точки мелиоративной системы;
- в) устройство на каналах шлюзов-регуляторов;
- г) устройство противопожарных водоемов.

2. Проведение мероприятий по снижению возгораемости торфа:

- а) минерализация торфа (пескование, глинизация);
- б) проведение увлажнительных мероприятий.

3. Устройство искусственных преград, препятствующих распространению очагов возгорания:

- а) обратная засыпка трубопроводных траншей не торфом, а минеральным (невозгораемым) грунтом;
- б) устройство дополнительных поперечных экранов (стенок) из минеральных грунтов толщиной не менее 0,5м, что разделит торфяник на отдельные изолированные секции, способствующие локализации очагов возгорания.

4. Организация регулярного контроля за соблюдением общих правил пожарной безопасности.

## Литература

1. Мелиорация и водное хозяйство. 3. Осушение: справочник/ под ред. Б.С. Маслова– М.: Агропромиздат, 1985.-448 с.
2. Маслов Б.С. Мелиорация и охрана природы / Б.С. Маслов, И.В. Минаев. – М.: Россельхозиздат, 1985.-272 с.
3. Дунаев А.И. Проектирование осушительной системы: учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / А.И. Дунаев. – Брянск: БГСХА, 2009.- 104 с.

**Приложение 1**  
**Оформление титульного листа расчетно-пояснительной записки**

\_\_\_\_\_ (наименование учебного заведения)

Факультет \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

по курсу дисциплины \_\_\_\_\_

на тему: «Осушение переувлажненных с/х земель»

Выполнил: студент гр. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Проверил: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ - 20....г  
(наименование н.п.)

**Приложение 2**  
**Задание на проектирование**

\_\_\_\_\_ (наименование учебного заведения)

Факультет \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_

Студент \_\_\_\_\_

**ЗАДАНИЕ**  
на курсовую работу  
«Осушение переувлажненных с/х земель»

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**

1. Варианты: задания \_\_\_\_\_, топографического плана \_\_\_\_\_
2. Местоположение объекта \_\_\_\_\_ область \_\_\_\_\_
3. Типы водного питания \_\_\_\_\_
4. Основной способ осушения – закрытый горизонтальный трубчатый дренаж.
5. Продольный профиль по \_\_\_\_\_
6. Мероприятия по проекту \_\_\_\_\_
7. Прочие данные \_\_\_\_\_

**ТРЕБУЕТСЯ ВЫПОЛНИТЬ:**

1. Анализ природных условий объекта и обоснование способов и схемы осушения.
2. Определить основные параметры регулирующей осушительной сети.
3. Разработать плановую компоновку осушительной системы (осушительная сеть, дороги, сооружения).
4. Выполнить необходимые расчеты (гидрологические, гидравлические) по обоснованию параметров проводящей осушительной сети.
5. Разработать продольный профиль по элементу проводящей осушительной сети.
6. Разработать мероприятия по проекту мелиорации земель (по одной группе, согласно заданию).

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## Приложение 3

### Варианты исходных данных

№ варианта	Намечаемое с/х использование земель	Гидрологические характеристики				Почвенно-геологические условия		
		Слой стока весеннего половодья для года 10% обеспеченности	Внешняя водосборная площадь для магистрального канала (для устьевоего створа)	$f_{п}, \%$	$f_{б}, \%$	Грунты	Мощность, м	Коэф. фильтрации м/сут
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	полевой севооборот	192	$A_{вн}=2,5A_{ос}$	20	10	раст. слой сугл. легкий глина	0-0,3 0,3-8,0 >8,0	- 0,35 -
2	кормовой севооборот	191	$A_{вн}=2,6A_{ос}$	21	11	раст. слой суглинок глина	0-0,3 0,3-10 >10	- 0,42 -
3	полевой севооборот	190	$A_{вн}=2,7A_{ос}$	22	12	супесь песок глина	0-6,0 6,0-15 >15	0,50 0,96 -
4	овощной севооборот	189	$A_{вн}=2,8A_{ос}$	23	13	торф песок глина	0-0,3 3,0-12 >12	1,50 4,20 -
5	лугопастбищный севооборот	188	$A_{вн}=2,9A_{ос}$	24	14	песок сугл. легкий глина	0-0,3 0,3-9 >9,0	0,95 0,31 -
6	полевой севооборот	187	$A_{вн}=3,0A_{ос}$	25	15	раст. слой супесь глина	0-0,3 0,3-13 >13	- 0,45 -
7	кормовой севооборот	186	$A_{вн}=3,0A_{ос}$	26	14	супесь песок глина	0-0,4 4,0-12 >12	0,65 1,10 -
8	овощной севооборот	185	$A_{вн}=3,1A_{ос}$	27	13	торф супесь глина	0-2,0 2,0-17 >17	1,60 0,90 -
9	лугопастбищный севооборот	184	$F_{вн}=3,3F_{ос}$	28	12	песок сугл. легкий глина	0-0,3 0,3-11 >11	- 0,32 -
10	лугопастбищный севооборот	183	$F_{вн}=3,4F_{ос}$	29	11	песок супесь глина	0-4,5 4,5-8 >8	1,00 0,60 -
11	полевой севооборот	182	$F_{вн}=3,5F_{ос}$	30	10	раст. слой песок глина	0-0,3 0,3-5 >5	- 1,00 0,64

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	овощной севооборот	181	$F_{вн}=3,6F_{ос}$	31	11	торф супесь глина	0-2,5 2,5-17 >17	1,40 0,60 -
13	кормовой севооборот	180	$F_{вн}=3,7F_{ос}$	32	12	супесь сугл. легкий глина	0-5,5 5,5-9,5 >9,5	0,45 0,33 -
14	лугопаст-бищный севооборот	179	$F_{вн}=3,8F_{ос}$	33	13	раст.слой супесь глина	0-0,3 0,3-11 >11	- 0,55 -
15	полевой севооборот	178	$A_{вн}=3,9A_{ос}$	34	14	сугл. легкий песок глина	0-0,5 5,0-13 >13	0,35 1.0 -
16	овощной севооборот	177	$F_{вн}=4,0F_{ос}$	35	15	торф супесь глина	0-0,3 3,0-9 >9	1,30 0,45 -
17	кормовой севооборот	176	$F_{вн}=4,1F_{ос}$	30	14	раст.слой сугл. легкий глина	0-0,3 0,3-16 >16	- 0,34 -
18	овощной севооборот	175	$F_{вн}=4,2F_{ос}$	29	13	сугл. легкий супесь глина	0-2,5 2,5-10 >10	0,30 0,70 -
19	кормовой севооборот	174	$F_{вн}=4,3F_{ос}$	28	12	раст.слой песок глина	0-0,3 0,3-20 >20	- 1,15 -
20	овощной севооборот	173	$F_{вн}=4,4F_{ос}$	27	11	торф песок глина	0-2,3 2,3-13 >13	1,20 2,0 -
21	лугопаст-бищный севооборот	172	$F_{вн}=4,5F_{ос}$	26	10	раст.слой сугл. легкий глина	0-0,3 0,3-9 >9	- 0,30 -
22	полевой севооборот	171	$F_{вн}=4,6F_{ос}$	25	10	песок супесь глина	0-3,0 3,0-14 >14	1,05 0,45 -
23	овощной севооборот	170	$F_{вн}=2,5F_{ос}$	24	11	раст.слой песок глина	0-0,3 0,3-10 >10	- 0,95 -
24	овощной севооборот	169	$F_{вн}=2,6F_{ос}$	23	12	торф супесь глина	0-3,5 3,5-15 >15	1,40 0,50 -
25	полевой севооборот	168	$F_{вн}=2,7F_{ос}$	22	13	супесь сугл. легкий глина	0-6,5 6,5-11,5 >11,5	0,56 0,36 -
26	кормовой севооборот	167	$F_{вн}=2,8F_{ос}$	21	14	раст.слой супесь глина	0-0,3 0,3-10,5 >10,5	- 0,75 -
27	кормовой севооборот	166	$F_{вн}=2,9F_{ос}$	20	15	супесь песок глина	0-7,5 7,5-15,5 >15,5	0,65 1,05 -

1	2	3	4	5	6	7	8	9
28	овощной севооборот	165	$F_{вн}=3,0F_{oc}$	21	15	торф песок глина	0-2,5 2,5-11 >11	1,65 2,30 -
29	полевой севооборот	166	$F_{вн}=3,1F_{oc}$	22	14	раст.слой сугл. легкий глина	0-0,3 0,3-8,5 >8,5	- 0,33 -
30	овощной севооборот	165	$A_{вн}=3,2A_{oc}$	23	14	песок супесь глина	0-2,0 2,0-8,0 >8	0,90 0,56 -
31	кормовой севооборот	164	$F_{вн}=3,3F_{oc}$	24	14	раст.слой песок глина	0-0,3 0,3-14 >14	- 0,90 -
32	овощной севооборот	163	$F_{вн}=3,4F_{oc}$	25	14	торф супесь глина	0-3,3 3,3-12 >12	1,25 0,70 -
33	лугопаст-бищный севооборот	162	$F_{вн}=3,5F_{oc}$	26	13	песок сугл. легкий глина	0-3,0 3,0-7,0 >7	0,95 0,32 -
34	лугопаст-бищный севооборот	161	$F_{вн}=3,6F_{oc}$	27	15	сугл. легкий супесь глина	0-3,0 3,0-11 >11	0,35 0,76 -
35	кормовой севооборот	160	$F_{вн}=3,7F_{oc}$	28	15	раст.слой песок глина	0-0,3 0,3-5,5 >5,5	- 0,95 -
36	овощной севооборот	159	$F_{вн}=3,8F_{oc}$	29	15	торф песок глина	0-2,0 2,0-15 >15	1,35 2,50 -
37	полевой севооборот	158	$F_{вн}=3,9F_{oc}$	30	15	раст.слой сугл. легкий глина	0-0,3 0,3-14 >14	- 0,31 -
38	овощной севооборот	157	$F_{вн}=4,0F_{oc}$	31	10	сугл. легкий супесь глина	0-2,5 2,5-7,5 >7,5	0,32 0,58 -
39	полевой севооборот	156	$F_{вн}=4,1F_{oc}$	32	11	супесь песок глина	0-9,5 9,5-18 >18	0,55 1,10 -
40	овощной севооборот	155	$F_{вн}=4,2F_{oc}$	33	12	торф супесь глина	0-2,5 2,5-9,0 >9	1,55 0,90 -
41	кормовой севооборот	154	$F_{вн}=4,3F_{oc}$	34	14	раст.слой сугл. легкий глина	0-0,3 0,3-16 >16	- 0,35 -
42	лугопаст-бищный севооборот	153	$F_{вн}=4,4F_{oc}$	35	10	раст.слой супесь глина	0-0,3 0,3-6 >6	- 0,70 -
43	кормовой севооборот	152	$F_{вн}=4,5F_{oc}$	34	10	супесь песок глина	0-6,5 6,5-12 >12	0,45 1,06 -

1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	овощной севооборот	151	$A_{вн}=4,6A_{ос}$	33	11	торф супесь глина	0-0,3 3,0-17 >17	1,70 0,40 -
45	полевой севооборот	150	$A_{вн}=4,0A_{ос}$	32	12	раст.слой сугл. легкий глина	0-0,3 0,3-13,5 >13,5	- 0,32 -
46	полевой севооборот	149	$A_{вн}=3,9A_{ос}$	31	13	песок супесь глина	0-6,5 6,5-14,5 >14,5	1,05 0,65 -
47	кормовой севооборот	148	$A_{вн}=3,8A_{ос}$	30	12	супесь песок глина	0-5,5 5,5-12,5 >12,5	0,40 0,98 -
48	овощной севооборот	147	$A_{вн}=3,7A_{ос}$	29	11	торф песок глина	0-3,5 3,5-16,5 >16,5	1,35 2,30 -
49	лугопаст-бищный севооборот	146	$A_{вн}=3,6A_{ос}$	28	10	супесь сугл. легкий глина	0-4,5 4,5-13,5 >13,5	0,65 0,34 -
50	кормовой севооборот	145	$A_{вн}=3,5A_{ос}$	27	15	раст.слой супесь глина	0-0,3 0,3-17,5 >17,5	- 0,75 -

### Примечания

- Почвенный покров представлен двумя типами почв:
  - минеральные – дерново-подзолистые (песчаные, супесчаные, легкосуглинистые);
  - торфяные – болотные торфяно-перегнойные.
- Нижний пласт является водоупорным грунтом.
- Состав с/х культур в севообороте назначается студентом самостоятельно.



**Приложение 4**  
**Таблица к гидравлическому расчету закрытой осушительной сети**

Диаметр коллектора, мм	Расход дрена и коллекторов для тончайших, керамических и бетонных труб при разных уклонах, л/с														
	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015
40	-	-	0,27	0,30	0,34	0,38	0,40	0,43	0,47	0,49	0,52	0,54	0,56	0,58	0,59
50	-	0,39	0,48	0,55	0,62	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88	0,92	0,95	1,00	1,04	1,07
75	0,82	1,16	1,42	1,65	1,88	2,01	2,18	2,33	2,47	2,60	2,73	2,86	2,97	3,07	3,19
100	1,77	2,50	3,08	3,54	3,96	4,33	4,68	5,01	5,31	5,60	5,89	6,10	6,37	6,60	6,83
125	3,30	4,71	5,72	6,59	7,43	8,05	8,78	9,31	9,93	10,5	10,99	11,4	11,9	12,34	12,75
150	5,24	7,45	9,15	14,47	11,77	12,8	14,0	14,8	15,8	16,6	17,49	18,1	19,0	19,64	20,9
175	7,91	11,02	13,68	16,1	17,75	19,7	20,8	22,15	23,0	25,0	26,1	27,4	28,6	29,6	30,1
200	11,24	15,94	19,5	22,6	25,2	27,6	29,8	31,8	33,8	35,6	37,4	38,8	40,6	42,0	43,3
250	20,3	28,9	35,4	40,7	45,6	49,9	53,9	57,7	61,0	64,4	67,6	70,2	73,4	76,0	78,6
300	33,7	47,4	57,9	66,6	75,0	81,4	88,8	94,2	100,5	105,8	111,0	115,4	120,5	124,8	129,0
350	49,9	70,8	86,9	99,6	111,8	122,8	132,2	141,6	150,2	158,2	166,1	172,4	180,3	186,7	193,0
400	71,2	100,9	123,9	142,6	159,5	174,7	188,4	192,0	214,1	225,3	235,6	247,9	255,9	265,8	277,1

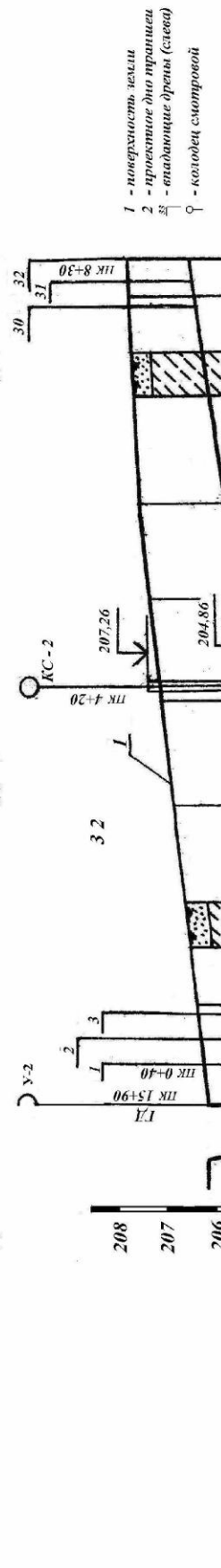
**Приложение 5.  
Стандартные формы продольных профилей**

а)	б)
Отметки поверхности земли	Отметки поверхности земли
Уклон / Длина участка	Уклон / Длина участка
Отметки дна канала	Отметки проектного дна
Глубина выемки	Глубина выемки
Параметры поперечного сечения	Параметры траншеи
Гидравлические элементы	Гидравлические элементы
Площадь поперечного сечения канала	Площадь поперечного сечения траншеи
Объем выемки	Объем выемки
Расстояния	Расстояния
Пикеты	Пикеты
План трассы	План трассы
60	60

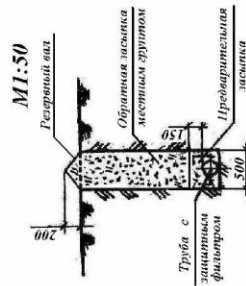
**Масштабы :**  
гориз. 1:5000 (плана)  
вертик. 1:100

а - проектируемый  
канал  
б - закрытый  
коллектор

Приложение 6. Продольный профиль закрытого коллектора (образец)

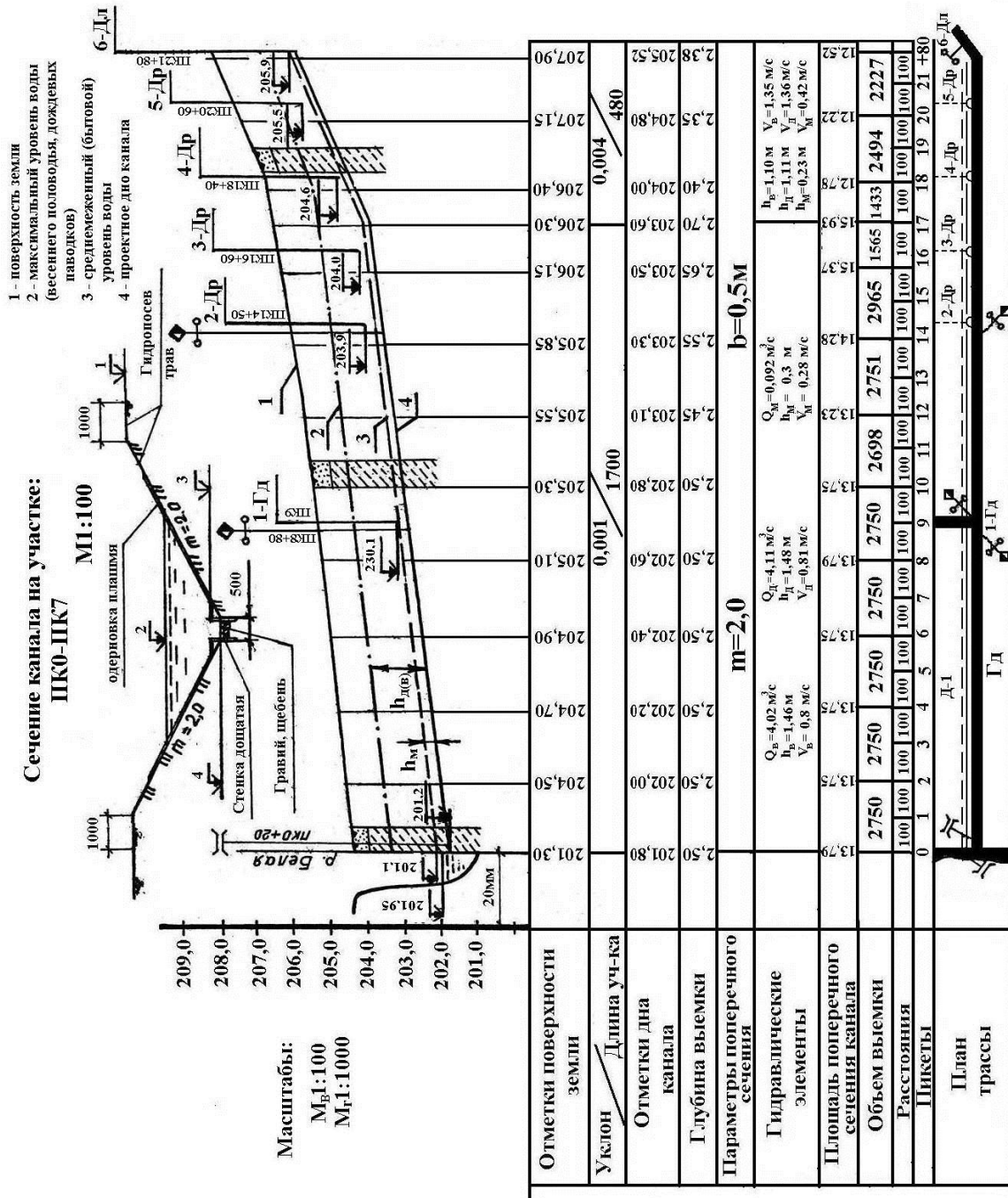


Поперечное сечение закрытого коллектора



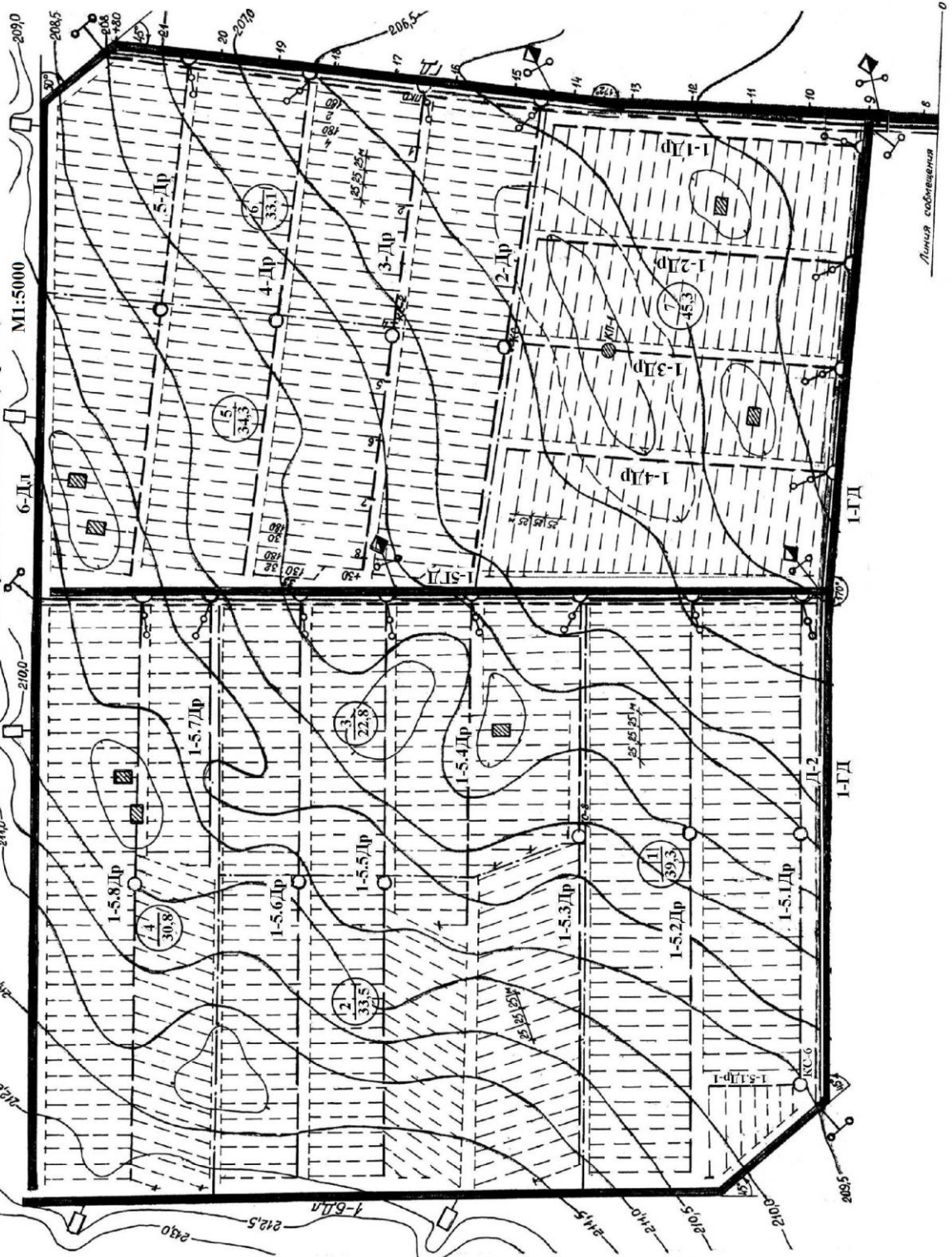
Отметки поверхности земли	206.15	206.40	206.60	206.30	207.00	207.30	207.50	207.60	207.70	207.05	207.30	207.50	207.60	207.70	
Уклон	0.003														
Длина участка	830														
Отметки проектного дна	204.00	204.30	204.60	204.90	205.20	205.50	205.80	206.10	206.40	206.49	206.40	206.10	206.40	206.40	
Глубина выемки	2.15	2.10	2.00	1.90	1.80	1.79	1.70	1.50	1.25	1.21	1.25	1.50	1.25	1.21	
Параметры траншеи	v=0,5 м														
Гидравлические элементы	d=175 мм Q=13,86 м³/с	l=290 м v=0,58 м/с			d=150 Q=9,15	l=210 v=0,52	d=125 Q=5,72	l=165 v=0,47	d=100 Q=3,08	l=100 v=0,39	m=0,0				d=75 l=65 Q=1,48 v=0,34
Площадь поперечного сечения траншеи	1.08	1.05	1.00	0.95	0.90	0.90	0.85	0.75	0.60						0.60
Объем выемки	107	102	98	92	90	88	88	80	88						88
Расстояния	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	30
Пикеты	0	2	3	4	5	6	7	8	+30						8 +30
П л а н															
т р а с с ы	<p>3-10</p> <p>КС-2</p> <p>Дренаж гофрированный d=50 мм через 25 м</p>														

Приложение 7. Продольный профиль магистрального канала

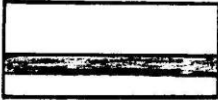
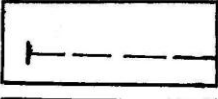
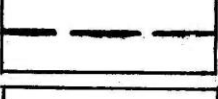
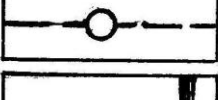
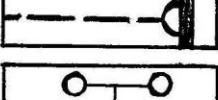
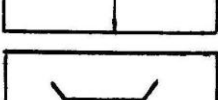
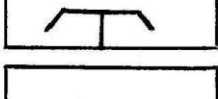
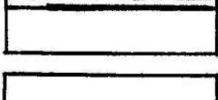

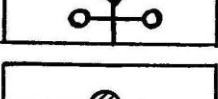

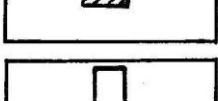
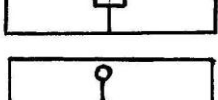
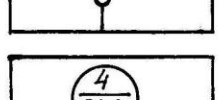
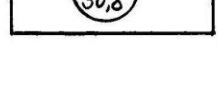


Приложение 8.

План осушительной системы (образец)



Приложение 9                      Условные обозначения  
к плану осушительной системы

	осушительный канал
	закрытая дрена
	закрытый коллектор
	смотровой колодец
	устьевое сооружение
	трубопереезд
	мост
	дорога с покрытием
	граница поля (грунтовая профилированная дорога)
	регулятор-переезд трубчатый
	колодец поглотительный
	колонка-поглотитель
	водосбросная воронка
	переход коллектора под дорогой
	номер поля площадь поля, га

## Литература

1. Анисимов В.А. Справочник мелиоратора. / В.А. Анисимов, К.В. Губер и др. – М.: Россельхозиздат, 1980.- 256 с.
2. Дунаев А.И. Методическое пособие по выполнению практических заданий по курсу дисциплины «Мелиорация». / А.И. Дунаев – Брянск: ФГОУ ВПО «Брянская ГСХА», 2007.- 70 с.
3. Голованов А.И. Природообустройство. / А.И. Голованов, Ф.М. Зимин, Д.В. Козлов и др. – М. : Колос С, 2008.- 552 с.
4. Маслов Б.С. Справочник по мелиорации. / Б.С. Маслов, И.В. Минаев, К.В. Губер. – М.: Росагропромиздат, 1989.- 384 с.
5. Маслов Б.С. Мелиорация и охрана природы. / Б.С. Маслов, И.В. Минаев – М.: Россельхозиздат, 1985.- 272 с.
6. Мелиорация и водное хозяйство. 3. Осушение: Справочник /под редакцией Б.С. Маслова – М.: Агропромиздат, 1985.- 448 с.
7. Руководство по проектированию осушительных и осушительно-увлажнительных систем. – М.: Главнечерноземводстрой, 1976.- 133 с.
8. СНиП 2.06.03 – 85. Мелиоративные системы и сооружения.
9. Чуйко А.Ф. Эколого-техническое переустройство и эксплуатационное обслуживание внутрихозяйственной мелиоративной системы: учебно-методическое пособие для курсового и дипломного проектирования. / А.Ф. Чуйко, Н.В. Каничева. – Брянск: БГСХА, 2002.- 135 с.

Учебное издание

Дунаев Александр Иванович

## **Проектирование осушительной системы**

Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию



Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 15.02.2010 г. Формат 60 x 84 1/16.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 6,04. Тираж 100 экз. Изд. № 1586.

---

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии  
243365, Брянская обл. Выгоничский район, с. Кокино, Брянская ГСХА