

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Гидротехническое и энергетическое строительство»

Н.Н. Линкевич

ОСУШИТЕЛЬНО-УВЛАЖНИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Учебно-методическое пособие
по курсовому и дипломному проектированию
по дисциплине «Инженерная мелиорация»
для студентов специальности 1-70 04 01
«Водохозяйственное строительство»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
высших учебных заведений Республики Беларусь
по образованию в области строительства и архитектуры*

Минск
БНТУ
2011

УДК 631.6:378.147.091.313 (075.8)

ББК 40.63я7

Л 59

Рецензенты:
В.И. Бохонко, В.Н. Ануфриев

Линкевич, Н.Н.

Л 59 Осушительно-увлажнительная система: учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию по дисциплине «Инженерная мелиорация» для студентов специальности 1-70 04 01 «Водохозяйственное строительство» / Н.Н. Линкевич. – Минск: БНТУ, 2011. – 134 с.

ISBN 978-985-525-419-6.

В учебно-методическом пособии приведены основные принципы проектирования и расчетов осушительных систем с закрытым дренажем при мелиорации земель для сельскохозяйственного использования.

Дается методика гидрологических и гидравлических расчетов открытых проводящих каналов и закрытых коллекторов. Показывается необходимость схематизации расчетных схем для определения расстояний между дренами. Приводится методика фильтрационных расчетов закрытого дренажа, использующая метод фильтрационных сопротивлений при установившейся и неуставившейся фильтрации для различных конструкций дренажных труб с защитными фильтрами и без них, а также методика проектирования в плане и в вертикальной плоскости открытых каналов и закрытых дренажных систем. Излагаются принципы проектирования дорог, сооружений на мелиоративных системах и мероприятия по регулированию водного режима осушаемых почв и охране окружающей среды.

УДК 631.6:378.147.091.313 (075.8)

ББК 40.63я7

ISBN 978-985-525-419-6

© Линкевич Н.Н., 2011

© БНТУ, 2011

ВВЕДЕНИЕ

Задачей курсового и дипломного проектирования является углубление и обобщение полученных студентами знаний при изучении соответствующих разделов дисциплины «Инженерная мелиорация», приобретение практических навыков проектирования и расчетов осушительных систем, а также самостоятельной работы со справочной и специальной литературой.

Курсовое и дипломное проектирование выполняется в соответствии с индивидуальным заданием, выдаваемым студенту.

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И СОСТАВ ПРОЕКТА

В задании по проектированию приводятся следующие исходные данные:

- 1) план участка мелиорации с эпюрами глубин торфа;
- 2) тип водного питания;
- 3) мощность подстилающих торф грунтов до залегания водоупора;
- 4) коэффициенты фильтрации торфа и подстилающих грунтов;
- 5) первоначальный уровень грунтовых вод от поверхности земли;
- 6) площадь водосбора до расчетного сечения, длина основного водотока, район строительства и бассейн основной реки;
- 7) осадки и испарение за расчетный период, запас воды в слое снега и слой воды на поверхности почвы;
- 8) содержание закисного железа в грунтовых водах.

При необходимости руководитель проекта корректирует задание, а также согласовывает принятые студентом отсутствующие исходные данные.

Курсовой проект состоит из *расчетно-пояснительной записки* и *графического материала*.

В расчетно-пояснительной записке должны быть освещены следующие вопросы:

1. Введение.
2. Характеристика природных условий объекта (рельеф, почвы, подстилающие грунты, причины переувлажнения); подходящие для данных условий методы и способы осушения.
3. Расчет расстояний между элементами регулирующей сети (фильтр-рационные расчеты дренажа).
4. Гидрологические расчеты проводящей сети мелиоративных систем.
5. Проектирование мелиоративной сети в плане и в вертикальной плоскости.
6. Гидравлические расчеты закрытых коллекторов и каналов.
7. Дороги на мелиоративных системах.
8. Сооружения на мелиоративных системах.
9. Мероприятия по регулированию водного режима осушаемых земель.
10. Мероприятия по охране окружающей среды.
11. Список использованных источников.

Представляется следующий графический материал:

- 1) план осушаемого участка с запроектированными сооружениями и элементами сети (М 1:2000);
- 2) продольные и поперечные профили магистрального канала (М_в 1:100, М_г 1:10000) и двух впадающих в него коллекторов (М_в 1:100, М_г 1:2000), вычерченные на миллиметровой бумаге с показом поперечных сечений, расчетных уровней, диаметров труб и их протяженности;
- 3) продольные профили дрен (по две дрены, впадающие в каждый запроектированный коллектор) (М_в 1:100, М_г 1:2000).

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ОБЪЕКТА И ВЫБОР МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ОСУШЕНИЯ

На основании задания по курсовому проекту, анализа рельефа местности и справочной литературы дается описание природных условий объекта: климатических (среднегодовые значения атмосферных осадков, температура воздуха, испарение, продолжительность безморозного и вегетационного периодов, глубины промерзания почвы); гидрогеологических (глубины залегания грунтовых вод, наличие напорных вод, значения их пьезометрических уровней относительно поверхности участка); геологического строения (мощность и коэффициенты фильтрации слагаемых пород); физико-географической характеристики реки и ее водосбора (площадь водосбора, район строительства, длина основного водотока, залесенность, заболоченность, озерность и т.д.).

На основании анализа природных условий устанавливаются причины переувлажнения территории и исходя из них – **типы водного питания** (ТВП) участка:

– *атмосферный* (переувлажнение вызывают выпадающие на территорию атмосферные осадки, превышающие испарение и сток);

– *грунтовый* (переувлажнение происходит за счет высокого залегания уровня грунтовых вод (УГВ), притока грунтовых вод со смежных площадей, водохранилищ и рек или формирующихся в пределах объекта);

– *грунтово-напорный* (переувлажнение происходит за счет выклинивания или подпитывания грунтовых напорных вод);

– *склоновый* (переувлажнение происходит за счет стекания поверхностной воды, сформировавшейся на вышележащих склонах);

- *намывной* (переувлажнение происходит в результате периодического затопления земель паводковыми и другими водами, выходящими из берегов рек, озер и др.);
- *смешанный* (сочетание любых из вышеприведенных ТВП, например, питание грунтовыми водами и атмосферными осадками).

В зависимости от типа водного питания, причин переувлажнения земель и характера их использования принимают следующие **методы осушения**:

- при атмосферном ТВП – ускорение и регулирование поверхностных вод собственного водосбора; повышение инфильтрационной и аккумулирующей способности почв;
- при грунтовом ТВП – ускорение стока грунтовых вод, понижение и регулирование их уровня, регулирование (уменьшение или недопущение) притока на данную площадь грунтовых или фильтрационных вод;
- при грунтово-напорном ТВП – понижение уровней подземных вод (пьезометрические уровни) на объекте и (или) за его пределами;
- при склоновом ТВП – перехватывание на границе объекта склонового поверхностного стока; уменьшение притока поверхностных вод со стороны;
- при намывном ТВП – ускорение или задержка паводкового руслового или озерного стока; защита территории от затопления; разгрузка реки (озера) регулированием и перераспределением стока.

При смешанном типе водного питания при назначении методов осушения исходят из основного, наиболее сложного типа водного питания.

Способ осушения назначают в соответствии с типом водного питания, выбранным методом, использованием земель и с учетом технических возможностей осуществления данного способа.

К основным способам осушения относят:

– при атмосферном ТВП – устройство открытых и закрытых собирателей, искусственных ложбин стока, кротового и щелевого дренажа, проведение агроулучшающих мероприятий (глубокое рыхление, глубокая вспашка, внесение удобрений);

– при грунтовом и грунтово-напорном ТВП – устройство осушительной (открытой или закрытой) сети, глубокого горизонтального (открытого и закрытого) дренажа, разгрузочных скважин, вертикального дренажа, водозаборов подземных вод, ловчих каналов или дрен, берегового дренажа, противодиффузионных завес;

– при склоновом ТВП – устройство нагорных каналов и ложбин стока, перехватывающих дрен, оградительных дамб, проведение комплекса противоэрозионных мероприятий на склонах;

– при намывном ТВП – регулирование русел рек, речного стока, обвалование, системы с механическим водоподъемом, устройство водохранилищ на реке и ее притоках, перехват притоков и т.д.;

– при совместном действии нескольких источников водного питания соответствующие способы осушения объединяются между собой. Наиболее часто эта комбинация состоит из закрытого дренажа, оградительной сети, других сооружений (колодцы-поглотители, ложбины стока и др.), повышающих эффект осушения.

Осушение должно сочетаться с введением правильных (главным образом травопольных) севооборотов на осушаемых землях и соответствующей агротехникой, обеспечивающими прочную комковатую структуру почвы (это когда масса ее сложена из отдельных комочков диаметром 3–4 мм, с колебаниями от 1 до 10 мм).

3. РАСЧЕТ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ДРЕНАМИ

При расчете расстояний между дренами принята методика, разработанная А.И. Мурашко, – метод фильтрационных сопротивлений. Расчетные схемы и зависимости применимы при коэффициентах фильтрации грунтов $k > 0,2$ м/сут и проводимости зоны фильтрации $T = mk > 0,5$ м²/сут при атмосферном, грунтовом безнапорном, склоновом, намывном типах водного питания, а также при различных сочетаниях этих ТВП.

Действительная природная среда мелиорируемого объекта довольно сложна и для инженерных расчетов представляет значительные трудности. Поэтому для выполнения необходимых расчетов геологическое строение характерных участков объекта схематизируют и представляют приемлемой расчетной схемой, которая является основой для определения расстояний между дренами (прил. 1).

Расчетная схема определяется геометрической формой пласта, т.е. мощностями слоев грунта, фильтрационными характеристиками водоносных горизонтов. Верхней границей схемы является поверхность почвы, нижней – водоупор или кровля напорного горизонта. На схеме водоупор принимается в виде горизонтальной плоскости, проходящей через среднюю на данном участке отметку; волнистые и наклонные границы между слоями также заменяют горизонтальными линиями. Схематизация геологического строения сводится к тому, что многослойный пласт приводится к расчетным схемам – однослойной, двухслойной и трехслойной. Внутренней их границей является плоскость раздела двух слоев с существенно разной проницаемостью.

В курсовом проекте выбираются три характерные расчетные схемы, и для них определяются расстояния между дренами для установившейся и неустановившейся фильтрации с гончарными и пластмассовыми дренами без защитных фильтров и с защитой дрен от заиления.

Расчетные схемы, выбранные для определения расстояний между дренами, должны быть представлены:

1) двухслойными грунтами с расположением дрены в верхнем слое – глубоководным торфом, подстилаемым минеральными грунтами с глубины не менее 1,6 м;

2) двухслойными грунтами с расположением дрены в нижнем слое – мелкозалежным торфяником с глубиной торфа 0,5–0,7 м, под-стилаемым минеральными грунтами;

3) однородными грунтами с расположением дрены в водоносном слое – однородным минеральным грунтом.

Глубина залегания водоупора складывается из мощности торфяной залежи в выбранном створе, определяемой в соответствии с ближайшей от створа эпюрой торфа, и мощности подстилающего торф минерального грунта.

Расчетные схемы для определения расстояний между дренами, основные зависимости, способы защиты дрен от заилиения и формулы для определения фильтрационных сопротивлений по характеру вскрытия пласта (влияние конструкций дрен и фильтров на приток воды к дренам) приведены в прил. 1.

Основной задачей фильтрационных расчетов дренажа является определение максимально допустимых расстояний между дренами, необходимых для снижения уровня грунтовых вод до степени, позволяющей вести на осушаемых землях сельскохозяйственные работы в весенний период либо сохранять оптимальный водный режим почв для сельскохозяйственных растений в периоды их вегетации, т.е. обеспечивающей норму осушения. Поэтому периодами для фильтрационных расчетов являются весенний и летне-осенний. Пер-вый длительностью $t = 10\text{--}15$ сут после окончания снеготаяния является основным, второй – проверочным. В весенний период возможны два варианта:

1) отсутствие затопления поверхности почвы при расположении уровней грунтовых вод к началу расчетного периода на глубине a_1 ;

2) полное насыщение почвы водой и затопление поверхности участка водой слоем H_b .

Проверочные расчеты на случай интенсивных дождей в летний период, как правило, не выполняются, так как почва в это время обладает большой аккумулялирующей емкостью, значительным испарением и транспирацией, уровень грунтовых вод незначительный. В осенний период положение УГВ

к началу затяжных дождей в расчетах принимается на уровне заложения дрен, почва не обладает аккумулярующей емкостью, норма осушения $a = 0,6-0,8$ м, испарение $e = 0-0,5$ мм/сут.

Последовательность фильтрационных расчетов следующая:

1. Составляют расчетную фильтрационную схему.
2. Принимают расчетные периоды, устанавливают расчетные сроки и вычисляют исходные параметры (H_p, μ, q) по формулам, приведенным в табл. П1.1.
3. Вычисляют по известным параметрам дренажных труб и фильтров фильтрационные сопротивления Φ_i по характеру вскрытия пласта по формулам, приведенным в табл. П1.2.
4. Рассчитывают расстояния между дренажными линиями по формулам, приведенным в табл. П1.3 (двухслойная толща), табл. П1.4 (однородный грунт).

Время стабилизации \bar{t} при расчетах по допустимому подъему определяется по рис. П1.1, при расчетах по заданному понижению – по рис. П1.2, поправочные коэффициенты β_i – по табл. П1.5.

В расчетных зависимостях и на схемах приняты следующие обозначения:

- a_0 – мощность пахотного слоя почвы, м;
- a_1 – глубина залегания УГВ к началу расчетного периода, м;
- a – глубина залегания УГВ к концу расчетного периода, м;
- m – общая мощность зоны фильтрации под дренажной в многослойных грунтах (расстояние от оси дрены до водоупора), м;
- m_v – мощность зоны фильтрации верхнего слоя под дренажной, м;
- m_d – мощность зоны фильтрации под дренажной в однородных грунтах, м;
- m_n – мощность нижнего слоя в двухслойных грунтах, м;
- m_i – мощность i -го слоя, м;
- m_0, m'_0, m''_0 – расчетная мощность зоны фильтрации над дренажной, м;

H_0 – превышение УГВ в междренье над осями дрен в начале расчетного периода, м;
 h_t – то же в конце расчетного периода, м;
 $H_{п}$ – гидростатический напор в дрене (подпор от уровня воды в канале, в курсовом проекте принимается равным нулю), м;
 H_g – гидродинамический напор в дрене (в курсовом проекте принимается равным нулю), м;
 H_p – расчетный напор, м;
 B – расстояние между осями соседних дрен, м;
 b – глубина заложения дрены (расстояние от оси дрены до поверхности земли), м;
 μ_t, μ_m – коэффициенты водоотдачи соответственно торфяников (по А.И. Ивицкому) и минеральных грунтов (по Г.Д. Эркину);
 k – расчетный коэффициент фильтрации грунта (осредненный), м/сут;
 k_v, k_n – коэффициенты фильтрации соответственно верхнего и нижнего слоев осушаемых грунтов, м/сут;
 k_i – коэффициент фильтрации i -го слоя грунта, м/сут;
 T – проводимость пласта (зоны фильтрации), м²/сут;
 $k_{\phi}, k_{\text{тф}}$ – коэффициенты фильтрации соответственно фильтра и трубофильтра, м/сут;
 $k_{\phi i}$ – коэффициент фильтрации i -го слоя многослойного фильтра, м/сут;
 X – интенсивность осадков, м/сут;
 ΣX – сумма осадков за расчетный период, м;
 E – интенсивность испарения, м/сут;
 $H_{\text{сн}}$ – запас воды в слое снега к началу таяния, м;
 $H_{\text{в}}$ – слой воды на поверхности почвы, м;
 σ – коэффициент стока талых вод;

i – уклон поверхности земли;
 W – толщина слоя воды, подлежащего отведению дренажем за расчетный период, м;
 q – интенсивность инфильтрационного питания (среднесуточный приток воды к дренам за расчетный период), м/сут;
 t – продолжительность расчетного периода, сут;
 τ – время стабилизации, сут;
 $L_{нд}$ – общие фильтрационные сопротивления (по степени и характеру вскрытия пласта), м;
 Φ_i – фильтрационные сопротивления из-за несовершенства дренажа по характеру вскрытия пласта, зависящие от конструкции дренажных труб, параметров защитных фильтров и схем их укладки (безразмерная величина);
 C_i – фильтрационные сопротивления дренажных труб, уложенных без фильтра (безразмерная величина);

Ψ_ϕ – приращения (положительные или отрицательные) фильтрационных сопротивлений, обусловленные влиянием фильтра (безразмерная величина);

D, D_0 – диаметры дренажных труб (наружный и внутренний соответственно), м;

S_1 – длина керамических дренажных труб, м;

τ_1 – ширина стыкового зазора между керамическими дренажными трубами, м;

δ – толщина фильтра, стенок трубофильтра, м;

δ_i – толщина i -го слоя многослойных фильтров, м;

l_1 – ширина полосы фильтра, укладываемого на стыках керамических дренажных труб, м;

S – шаг перфорации дренажных труб, м;

d_0 – диаметр перфорационных отверстий, см;

n – число рядов перфорации.

Исходные данные для фильтрационных расчетов регулирующей сети определяются в соответствии с принятыми расчетными схемами, режимами работы сети (осушения – для осушительных систем и (или) осушения и увлажнения – для осушительно-увлажнительных систем) и расчетными вариантами:

1) при работе в режиме осушения:

– расчет по необходимому понижению УГВ (предпосевно-посевной период) для установившейся и неустановившейся фильтрации;

– расчет по допустимому подъему УГВ (летне-осенний период);

2) при работе в режиме увлажнения:

– расчет по необходимому подъему УГВ для установившейся и неустановившейся фильтрации;

– расчет при поддержании постоянного УГВ.

Исходные данные записываются на специальных бланках (прил. 2, 3).

Параметры дренажных фильтров для расчета фильтрационных сопротивлений дренажа принимаются:

а) для керамических труб – по прил. 4;

б) для полиэтиленовых гофрированных труб с круглой перфорацией – по прил. 5;

в) для защитных фильтрующих материалов – по прил. 6.

При проектировании осушительно-увлажнительных систем с гарантированным увлажнением диаметр дрен-увлажнителей необходимо принимать:

а) для керамических труб $D/D_0 = 0,101/0,075$ м;

б) для полиэтиленовых труб $D/D_0 = 0,075/0,063$ м.

Ввиду связи между водно-воздушным режимом почвы и глубиной грунтовых вод требования сельскохозяйственных культур к водному режиму почвы при осушении принято выражать так называемой **нормой осушения**, под которой понимается определенный для данной культуры режим глубины грунтовых вод, какой надо поддерживать на осушаемой площади в различные фазы развития культуры в течение вегетации, а также и в невегетационный период. Таким образом, *норма осушения не стабильная величина, она изменяется во времени*. Норма осушения должна обеспечивать, с одной стороны, необходимую аэрацию почвы и связанные с этим пищевой и тепловой режимы, а с другой – достаточную для растений влажность почвы (особенно в сухие периоды). Глубины залегания грунтовых вод (или нормы осушения) для торфяных почв следует принимать по табл. 3.1, для минеральных почв – по табл. 3.2.

Таблица 3.1

Нормы осушения для сельскохозяйственных культур,
возделываемых на торфяных почвах, м

| Сельскохозяйственное использование осушаемых земель | Норма осушения (а) | | | | | |
|---|-----------------------|------------|---|------------|-------------------|------------|
| | в предпосевной период | | в середине вегетационного периода | | | |
| | | | для торфянисто-глеевых и торфяно-глеевых почв | | для торфяных почв | |
| | Расчетная | Допустимая | Расчетная | Допустимая | Расчетная | Допустимая |
| Сенокосные земли | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 1,0 | 0,8 | 1,2 |
| Пастбищные земли | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 1,0 | 0,9 | 1,2 |
| Зерно-травяной сево-оборот с преобладанием зерновых | 0,5 | 0,8 | 0,8 | 1,2 | 1,0 | 1,4 |

| | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Зерно-травяной сево-оборот с преобладанием трав | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 1,1 | 0,8 | 1,3 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Таблица 3.2

Нормы осушения для сельскохозяйственных культур,
возделываемых на минеральных почвах, м

| Сельскохозяйственное использование осушаемых земель | Норма осушения (<i>a</i>) | | | | | |
|---|-----------------------------|------------|-----------------------------------|------------|----------------------------------|------------|
| | в предпосевной период | | в середине вегетационного периода | | | |
| | | | для песчаных и супесчаных почв | | для глинистых и суглинистых почв | |
| | Расчетная | Допустимая | Расчетная | Допустимая | Расчетная | Допустимая |
| Сенокосные земли | 0,3 | 0,7 | 0,6 | 0,9 | 0,7 | 1,1 |
| Пастбищные земли | 0,4 | 0,7 | 0,7 | 1,0 | 0,8 | 1,1 |
| Кормовые севообороты с преобладанием про-пашных | 0,5 | 0,8 | 0,8 | 1,2 | 0,9 | 1,3 |
| Кормовые севообороты с преобладанием трав | 0,4 | 0,7 | 0,7 | 1,1 | 0,8 | 1,2 |
| Полевые севообороты | 0,4 | 0,8 | 0,7 | 1,2 | 0,8 | 1,4 |

При расчете расстояний между дренами норму осушения следует принимать:

- в начале расчетного периода:
 - а) предпосевного – на уровне поверхности земли;
 - б) летне-осеннего – на 0,2 м меньше глубины заложения дрен;

– в конце расчетного периода – на расчетном уровне залегания грунтовых вод в предпосевной или вегетационный период с учетом типов почв и сельскохозяйственного использования осушаемых земель (см. табл. 3.1 и 3.2).

При проектировании дренажной сети принимается меньшее значение расстояний из полученных по расчетам.

Сроки, в течение которых уровень грунтовых вод опускается до нормы осушения, следует принимать, сут:

- в весенний период:
 - а) под пахотные и пастбищные земли – 10;
 - б) под сенокосные земли – 15;
- в летне-осенний период – по табл. 3.3.

Таблица 3.3

Сроки отвода избыточных вод в вегетационный период, сут

| Сельскохозяйственное использование осушаемых земель (севообороты) | Сроки отвода избыточных вод | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| | с поверхности почвы | из пахотного слоя (до 0,25 м) | из корнеобитаемого слоя (до 0,5 м) | до нормы осушения |
| Полевые с озимыми | 0,5 | 1,0 | 4,0 | 10 |
| Полевые без озимых, кормовые, овощные | 0,8 | 1,5 | 5,0 | 10 |
| Пастбищные земли | 1,0 | 2,0 | 5,0 | 10 |
| Сенокосные земли | 1,5 | 3,0 | 8,0 | 15 |

На основании накопленного опыта гидромелиоративного строительства в Республике Беларусь расстояния между закрытыми дренами и собирателями ориентировочно можно принимать в зависимости от механического состава грунтов по табл. 3.4 и 3.5.

Таблица 3.4

Расстояние между закрытыми дренами, м

| Грунты | Содержание частиц грунта диаметром менее 0,01 мм, % | При осушении | |
|---|---|--|---|
| | | для полевых, овощных, прифермерских севооборотов и пастбищ | для лугопастбищных севооборотов и лугов длительного пользования |
| Глина тяжелая | 80 | 9–11 | 14–16 |
| Глина средняя | 80–65 | 11–13 | 16–18 |
| Глина легкая | 65–50 | 13–15 | 18–20 |
| Суглинок тяжелый | 50–40 | 14–16 | 20–24 |
| Суглинок средний | 40–30 | 16–20 | 24–28 |
| Суглинок легкий | 30–20 | 20–25 | 28–35 |
| Супесь | 20–10 | 25–30 | 35–40 |
| Песок | 10 | 30–50 | 40–60 |
| Торф, содержащий древесные и тростниковые остатки | – | 25–30 | 30–40 |
| Торф, не содержащий древесные и тростни-ковые остатки | – | 20–30 | 25–30 |

Таблица 3.5

Расстояние между закрытыми собирателями при осушении
тяжелых минеральных почв атмосферного питания, м

| Использование земель | Грунты | Уклон поверхности | | | |
|---|-------------------------|-------------------|--------------|------------|--------|
| | | до 0,0005 | 0,0005–0,002 | 0,002–0,01 | > 0,01 |
| Полевые, овощ-ные севообороты, пастбища | Глины, тяжелые суглинки | 20–25 | 25–35 | 35–55 | 55–75 |
| То же | Средние суглинки | 25–30 | 30–40 | 40–60 | 60–80 |

Результаты расчета расстояний между дренами сводят в таблицу следующей формы (табл. 3.6), их анализируют и во избежание оши-бок обязательно сопоставляют с данными, рекомендуемыми науч-ными учреждениями (см. табл. 3.4–3.5), полученными в аналогичных условиях. В случае несоответ-ствия расчетного расстояния между дренами рекомендуемым выше диапазоном **окончательно при-ни-мается ближайшая к расчетной рекомендуемая величина.**

Таблица 3.6

Результаты расчета расстояний между дренами

| Конструкции труб и фильтров и схемы их укладки | Двухслойные грунты, дрена в торфе | | Двухслойные грун-ты, дрена в минеральном грунте | | Однородные грун-ты, дрена в водоносном слое | |
|--|--------------------------------------|---------------------|--|---------------------|--|---------------------|
| | Устан. фильтр. | Неустан. фильтр. | Устан. фильтр. | Неустан. фильтр. | Устан. фильтр. | Неустан. фильтр. |
| 1. Керамические трубы без защит-ного фильтра | | | | | | |
| 2. Керамические трубы. Сплошная обертка стеклохолстом | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|
| 3. Керамические трубы. Обертка стыков труб полосками | | | | | | |
| 4. Трубы полиэтиленовые с круглой перфорацией без защитного фильтра | | | | | | |
| 5. Трубы полиэтиленовые с круглой перфорацией. Сплошная обертка стеклохолстом | | | | | | |

4. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРОВОДЯЩЕЙ СЕТИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Целью гидрологических расчетов является определение расчетных расходов для проектирования параметров проводящих каналов и рек-водоприемников осушительных и осушительно-увлажнительных систем и сооружений на них.

Открытая проводящая и ограждающая сеть принимает поверхностную и грунтовую воду с осушаемой территории, а также со смежных участков водосбора. Объемы отводимой воды зависят от времени года, величины водосборной площади, типа водного питания, способа осушения.

Оценку объема влаги, стекающей по поверхности почвы или по порам грунта, проводят по модулям стока. Под *модулем стока* понимают объем воды, стекающий в единицу времени с единицы площади. В зависимости от условий поступления воды в осушительную сеть различают *модуль поверхностного стока, модуль дренаж-ного стока и модуль внутреннего стока*.

Модуль поверхностного стока характеризует стекание воды по поверхности земли к открытой осушительной сети. *Модуль дренаж-ного стока* – это количество грунтовой воды, поступающей в закрытую или открытую дренажную сеть. *При внутреннем стоке* вода с поверхности почвы через траншейные засыпки или другие устройства поступает в закрытую собирательную сеть. При таком

поступлении поверхностная вода попадает в закрытую сеть не вся. Часть ее уходит на поверхностный сток, испарение и фильтрацию.

В зависимости от интенсивности и объема поступающей воды к мелиоративным системам выделяются следующие периоды:

1. **Весенний период**, когда к мелиоративным системам поступает максимальное количество воды с осушаемой площади и с прилегающих территорий. Проводящая сеть должна обеспечить в это время такой режим, при котором исключается затопление или подтопление мелиорируемых земель после истечения установленного промежутка времени. При наличии в севообороте озимых культур выход воды на поля в год расчетной обеспеченности (10 %) вообще недопустим. Если в севообороте озимые отсутствуют, затопление допустимо, однако на определенный срок. В весенний период кроме того возникает опасность размыва каналов.

2. **Предпосевно-посевной период**. В этот период режим уровней в проводящей сети должен быть таким, чтобы к его завершению обеспечивалась расчетная предпосевная норма осушения.

3. **Летне-осенний период**, в течение которого необходимо предотвратить сверхнормативный подъем грунтовых вод за счет поддержания соответствующих уровней воды в каналах.

4. **Бытовой (меженный)**. Здесь наблюдается минимальный сток воды, при котором возможно затопление каналов. Среднемеженный сток определяет условия сопряжения элементов регулирующей и проводящей сети и мелиоративных систем в вертикальной плоскости в период летне-осенней межени. Положение уровня бытовых вод в каналах не должно создавать подпора впадающей в них сети.

Расчетные периоды, условия пропуска расчетных расходов в русле и их обеспеченность устанавливаются в зависимости от характера сельскохозяйственного использования осушаемых земель и принимаются по табл. 4.1.

Таблица 4.1

Обеспеченность и условия пропуска расчетных расходов
(при площади водосбора менее 20 км²)

| Сельскохозяйст-венное использование мелиорируемых земель | Расчетный период (расход) | Условия пропуска расчетного расхода в русле | Обеспеченность расчетного расхода, % |
|--|---------------------------|---|--------------------------------------|
| Полевые севообороты и пастбищные угодья | Весенний паводок | В бровках | 10 |
| | Предпосевной | Ниже бровок на 0,5–0,7 м | 10 |
| | Летне-осенний паводок | Ниже бровок на 0,5–0,7 м | 10 |
| Сенокосные земли | Предпосевной | Ниже бровок на 0,5–0,7 м | 10 |
| | Летне-осенний паводок | В бровках | 10 |
| Для всех видов использования земель | Среднемеженный | Без подпора впадающей сети | 50 |

Примечания.

1. Большие значения уровней воды в каналах принимаются на малоуклонных территориях ($i < 0,0005$).
2. Меньшие значения величины запаса принимаются для легких минеральных грунтов, большие – для тяжелых минеральных грунтов.

Для осушительных систем с площадью водосбора 20 км² (2 тыс. га) и более в качестве расчетного следует принимать расход весеннего половодья обеспеченностью 25 % с обязательной проверкой на пропуск расхода летне-осеннего паводка обеспеченностью 10 %, при условии соблюдения требований, перечисленных в табл. 4.1.

Для подготовки материалов к гидрологическим расчетам на план мелиорируемого объекта наносят расположение мелиоративной сети, предназначенной для приема воды с полей и прилегающих территорий. Эту схему переносят на карту водосборной площади относительно сечений, для которых прово-

дятся гидрологические расчеты. Составляют описание водосборной площади с указанием ее особенностей и характеристик основных водотоков (залесенность, заболоченность, озерность, коэффициент формы водосбора и т.д.).

Затем в зависимости от предполагаемого сельскохозяйственного использования земель устанавливают расчетные периоды, определяют условия пропуска расчетных расходов в русле водотока, рассчитывают модули поверхностного стока и их обеспеченность, а также расходы воды в водотоках.

Кроме того, гидрологическими расчетами устанавливается внутригодовое распределение стока, по которому оцениваются возможности его аккумуляирования и использования для увлажнения осушаемых земель, а также для бытовых, технических и других нужд.

Методы и примеры расчета основных гидрологических характеристик при проектировании мелиоративных систем приведены в П1–98 к СНиП 2.01.14–83 [9].

Расчетные расходы для проводящих каналов определяются для следующих створов:

- 1) в устье канала;
- 2) в местах изменения уклона дна (для обоих уклонов);
- 3) выше и ниже впадения каждого гидравлически рассчитываемого канала;
- 4) на участках с постоянными уклонами при изменении площади водосбора более чем на 20 % по отношению к вышерасположенному расчетному створу.

4.1. Расчет максимального расхода воды весеннего половодья

За расчетный расход весеннего половодья принимается мгновенный максимальный расход при прохождении пика половодья. Продолжительность прохода пика длится от нескольких часов на малых водотоках до нескольких суток на больших.

1. Метод аналогии.

При отсутствии данных гидрометрических наблюдений расчетный максимальный расход воды весеннего половодья Q_p , м³/с, заданный ежегодной вероятностью превышения P в процентах определяется по формуле

$$Q_p = \frac{K_0 \cdot h_p \cdot \mu \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2}{(A + 1)^{0,2}} \cdot A, \quad (4.1)$$

где K_0 – параметр, характеризующий дружность весеннего половодья;

h_p – расчетный слой суммарного (с учетом грунтового питания) стока, мм, ежегодной вероятностью превышения P ;

μ – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров слоя стока и максимальных расходов воды;

δ – коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и проточных озер;

δ_1, δ_2 – коэффициенты, учитывающие снижение максимального расхода воды соответственно в зеленых и заболоченных водосборах;

A – площадь водосбора до расчетного створа, км².

Расчет максимальных расходов воды по формуле (4.1) производится на основе метода аналогии путем подбора водосбора с наличием данных наблюдений по стоку и сравнительно однообразных физико-географических условий формирования весеннего половодья.

При этом значение параметра K_0 приравнивается к соответствующей величине, определенной для реки-аналога ($K_0 = K_{0a}$) по формуле

$$K_{0a} = \frac{Q_{1\%a} \cdot (A_a + 1)^{0,2}}{h_{1\%a} \cdot \mu_a \cdot A_a \cdot \delta_a \cdot \delta_{1a} \cdot \delta_{2a}}. \quad (4.2)$$

Для получения наиболее достоверного значения параметра K_{0a} , определяемого по формуле (4.2), рекомендуется произвести расчет по нескольким смежным бассейнам-аналогам и принять среднее или наибольшее из них (в зависимости от важности решаемой задачи) значение K_{0a} .

Расчетный слой стока h_p , мм, определяется по данным рек-аналогов или по соотношению $h_p = \lambda_p \cdot h_{1\%}$, в котором величина слоя стока весеннего половодья обеспеченностью 1 % ($h_{1\%}$) определяется по карте изолиний прил. 7, поправочный коэффициент λ_p для перехода к слою стока другой обеспеченности определяется по табл. 4.2.

Таблица 4.2

Переходный коэффициент λ_p от слоя стока обеспеченности 1 %
к слою стока другой обеспеченности

| | | | | | | |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Переходный коэффициент λ_p | 1,00 | 0,91 | 0,83 | 0,75 | 0,66 | 0,48 |
| Обеспеченности P , % | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 | 25 |

Средний многолетний слой весеннего стока h_0 , мм, и коэффициент вариации слоя стока C_v определяются по данным рек-аналогов или по картам изолиний прил. 8, 9. В основу построения карт изолиний положены данные по стоку весеннего половодья изученных рек с площадями водосбора $A < 20000 \text{ км}^2$. При больших площадях значения h_0 и C_v принимаются по аналогии со створами в данном бассейне, имеющем многолетние наблюдения.

Для рек с площадями водосбора менее 200 км^2 в значения C_v , полученные по карте изолиний (прил. 9), следует вводить поправочный коэффициент K_{cv} , учитывающий величину площади водосбора и определяемый по формуле

$$K_{cv} = 1,30 - 0,0014 \cdot A. \quad (4.3)$$

Следовательно, $C_{v \text{ испр}} = K_{cv} \cdot C_v$,

где C_v – коэффициент вариации, полученный по карте изолиний (прил. 9).

Коэффициент μ , учитывающий неравенство статистических параметров слоя стока и максимальных расходов воды, определяется по табл. 4.3.

Таблица 4.3

Значения коэффициента μ , учитывающего неравенство параметров слоя стока и максимальных расходов воды

| Водосбор | Обеспеченность P , % | | | | | | | |
|----------|------------------------|---|---|---|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 | 25 | 50 | 70 |
| | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|------|------|------|------|------|-------|------|
| Правобережные притоки р. Припять | 1 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,87 | 0,81 | 0,74 | 0,66 |
| Остальные реки Беларуси | 1 | 0,96 | 0,93 | 0,9 | 0,84 | 0,75 | 0,651 | 0,55 |

Коэффициент δ , учитывающий снижение максимального стока рек, зарегулированными проточными озерами, определяется по формуле

$$\delta = \frac{1}{1 + c \cdot A_{03}}, \quad (4.4)$$

где c – коэффициент, принимаемый в зависимости от среднего многолетнего слоя весеннего стока h_0 .
 При $h_0 \geq 100$ мм, $c = 0,2$; при $h_0 = 50$ мм, $c = 0,3$; при h_0 , изменяющемся от 100 до 50 мм, c находят интерполяцией, т.е. $c = 0,2-0,3$;
 A_{03} – средневзвешенная озерность водосбора в процентах, определяемая по формуле

$$A_{03} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot A_i}{A^2} \cdot 100, \quad (4.5)$$

где S_i – площади зеркал водной поверхности озер, км²;
 A_i – площади водосборов этих озер, км²;
 A – площадь водосбора до расчетного створа реки, км²;
 n – количество озер.

Если река и ее притоки вытекают из озер, водосборы которых занимают значительную часть площади водосбора реки ($A'_{оз} > 50 \%$), то средневзвешенная озерность $A_{оз}$ вычисляется по формуле

$$A_{оз} = \frac{(A'_{оз} - 2)}{0,92}, \quad (4.6)$$

где $A'_{оз}$ – относительная озерность в процентах, определяемая по формуле

$$A'_{оз} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot 100}{A}. \quad (4.7)$$

Если озера расположены на водосборе вне главного русла и основных притоков, значение δ следует принимать равным 0,8 независимо от степени озерности.

Влияние (наличие в бассейне реки) прудов, регулирующих меженный сток, при расчете максимальных расходов воды вероятностью превышения $P < 5 \%$ не учитывается, а при $P > 5 \%$ допускается уменьшение расчетного значения расхода воды до 10 %.

Коэффициент δ_1 , учитывающий снижение максимальных расходов воды в залесенных бассейнах, определяется по формуле

$$\delta_1 = \frac{\alpha_1}{(A_{л} + 1)^{0,22}}, \quad (4.8)$$

где α_1 – параметр, который зависит от расположения леса на водосборе и залесенности, принимается по табл. 4.4;

$A_{л}$ – залесенность водосбора (относительная площадь лесов в бассейне) в процентах от общей площади водосбора.

Таблица 4.4

Значения параметра α_1 в формуле (4.8)

| Расположение леса на водосборе | Залесенность, % | | |
|--|-----------------|-------|-------|
| | 3–9 | 10–19 | 20–30 |
| Равномерное | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| В верхней части водосбора | 0,85 | 0,80 | 0,75 |
| В нижней и прирусловой части водосбора | 1,20 | 1,25 | 1,30 |

При относительной залесенности $A_{л}$ менее 3 % или при проточной озерности $A_{оз}$ более 20 %, коэффициент δ_1 принимается равным единице, при $A_{л} > 30$ %, $\alpha_1 = 1,0$.

Коэффициент δ_2 , учитывающий снижение максимального расхода воды заболоченных водосборов, определяется по формуле

$$\delta_2 = 1 - \beta \cdot \lg(0,1 \cdot A_6 + 1), \quad (4.9)$$

где β – коэффициент, учитывающий тип болот и преобладающий механический состав почв (грунтов) вокруг болота и заболоченных земель; принимается по табл. 4.5;

A_6 – заболоченность водосбора (относительная площадь болот и заболоченных территорий в бассейне) в процентах от общей площади водосбора.

Таблица 4.5

Значение коэффициента β в формуле (4.9)

| Типы болот и почв (грунтов) на их водосборах | β |
|--|---------|
| Низинные болота и заболоченные леса и луга на водосборах, сложенных супесчаными и легкосуглинистыми почвами (грунтами) | 0,8 |
| Болота разных типов на водосборе | 0,7 |
| Верховые болота на водосборах, сложенных супесчаными и легкосуглинистыми почвами (грунтами) | 0,5 |
| Верховые болота на водосборах, сложенных среднесуглинистыми и глинистыми почвами (грунтами) | 0,3 |

При заболоченности менее 3 % или проточной средневзвешенной озерности более 6 % коэффициент δ_2 принимается равным единице.

2. При отсутствии аналога.

При невозможности подобрать реку-аналог расчетные максимальные мгновенные расходы воды Q_p заданной ежегодной вероятности превышения P допускается определять по формуле

$$Q_p = \frac{K'_0 \cdot h_p \cdot \mu \cdot \delta}{1000 \cdot (A+1)^{0,2}} \cdot A, \quad (4.10)$$

где обозначения параметров h_p , μ , δ , A – те же, что и в формуле (4.1), а параметр K'_0 определяется по формуле

$$K'_0 = \frac{9,15}{e^{0,02 \cdot A_d} \cdot [1 + 0,07 \cdot (A_6 + A_{\text{мел.з}})]} + \frac{1,18}{10^{\frac{0,14}{i}}} + 0,77, \quad (4.11)$$

где e – основание натурального логарифма;

A_d – относительная залесенность водосбора в процентах, вычисленная с учетом площадей, занимаемых лесом заболоченным и лесом по суходолу;

$A_6 + A_{\text{мел.з}}$ – относительная заболоченность водосбора в процентах, включающая болота, заболоченные земли и мелиорированные земли на осушенных болотах;

i – уклон водотока, ‰.

Площади мелиорированных земель на водосборе определяются по данным водохозяйственных организаций. Если собрать такие сведения не представляется возможным, допускается площади мелиорированных земель $A_{\text{мел.з}}$, км², определять по зависимости от длины Σl , км, открытой мелиоративной сети по формуле

$$A_{\text{мел.з}} = 0,21 \cdot \Sigma l. \quad (4.12)$$

Значение $A_{\text{мел.з.}}$, вычисленное по формуле (4.12), следует перевести в проценты путем его деления на площадь водосбора A .

Слой стока расчетной обеспеченности h_p , мм, определяется по формуле

$$h_p = h_0 \cdot K_p, \quad (4.13)$$

где h_0 – средний многолетний слой стока весеннего половодья, мм, определяется по картам изолиний (прил. 8);

K_p – модульный коэффициент расчетной обеспеченности, определяемый по прил. 10 для трехпараметрического гамма-распределения по значениям коэффициентов вариации C_v (или $C_{v \text{ испр}}$) и асимметрии C_s , или по зависимости $K_p = \Phi_p \cdot C_v + 1$, в которой число Фостера Φ_p принимается по прил. К для биномиального распределения [9].

Примеры расчета максимальных расходов воды весеннего половодья при отсутствии данных наблюдений приведены в [9, с. 137–138].

4.2. Расчет максимального расхода воды летне-осенних дождевых паводков

В качестве расчетного расхода летне-осеннего паводка принимается расчетный расход, наблюдаемый в промежутке от конца спада весеннего половодья до начала ледостава осенью.

Максимальные расходы воды дождевых паводков Q_p , м³/с, при площадях водосборов более 50 км² и наличии рек-аналогов следует определять по редуцированной формуле [9, с. 27–28].

Максимальные мгновенные расходы воды дождевых паводков Q_p , м³/с, обеспеченностью 10 % любых по величине водосборов при отсутствии рек-аналогов определяется по [9, с. 29, 139].

Максимальные мгновенные расходы воды дождевых паводков Q'_p , м³/с, для водосборов с площадями менее 50 км² и средними уклонами водосбора более 5 ‰ при отсутствии рек-аналогов следует находить по формуле предельной интенсивности стока [9, с. 29–32, 140–141].

Максимальные расходы воды дождевых паводков $Q'_{p\%}$, м³/с, ежегодной вероятностью P для расчета сооружений осушительных и осушительно-увлажнительных систем при площади водосбора менее 50 км² и отсутствии рек-аналогов определяются по формуле

$$Q_{p\%} = \bar{q}_{д.п} \cdot A \cdot K_p \cdot 10^{-3}, \quad (4.14)$$

где $\bar{q}_{д.п}$ – средний многолетний модуль стока дождевых паводков, л/(с·км²);

A – площадь водосбора, км²;

K_p – модульный коэффициент расчетной ежегодной вероятности превышения (обеспеченности), определяемый по прил. 10 по значениям C_v и C_s .

Средний многолетний модуль стока дождевых паводков определяется по формуле

$$\bar{q}_{д.п} = a \cdot \frac{B_{ср}^{0,25} \cdot i_b^{0,143} \cdot (1 + 0,5 \cdot \rho)}{(A + 1)^{0,25} \cdot (1 + 0,2 \cdot A_{03}) \cdot (1 + 0,02 \cdot A_6) \cdot (1 + 0,02 \cdot A_{л.3}) \cdot (1 + 0,01 \cdot A_{л.с})}, \quad (4.15)$$

где a – физико-географический параметр, определяемый по прил. 11;

$B_{ср}$ – средняя ширина водосбора (бассейна), т.е. отношение площади водосбора к длине водотока $B_{ср} = A/L$, км;

i_b – средний уклон основного водотока, ‰;

ρ – густота речной сети, т.е. отношение суммарной длины всех водотоков на водосборе длиной свыше 2 км к общей площади водосбора, км/км²;

$A_{\text{оз}}$ – средневзвешенная озерность водосбора, %;

$A_{\text{б}}$ – относительная заболоченность водосбора, %;

$A_{\text{л.з}}$ – относительная площадь заболоченного леса на водосборе, %;

$A_{\text{л.с}}$ – относительная площадь сухого леса на водосборе, %.

Коэффициент вариации средних многолетних модулей стока воды дождевых паводков определяется по формуле

$$C_v = \frac{a'}{(A + 10)^{0,05} (\bar{q}_{\text{д.п}} + 1)^{0,1}}, \quad (4.16)$$

где a' – физико-географический параметр, определяемый по прил. 12;

A , $\bar{q}_{\text{д.п}}$ – то же, что и в формуле (4.14).

Примеры расчета максимальных расходов воды дождевых паводков при отсутствии данных наблюдений приведены в [9, с. 139–141].

4.3. Расчет расхода воды предпосевного периода

Предпосевной сток соответствует времени наступления оптимального срока весеннего сева сельскохозяйственных культур. Одним из наиболее распространенных является метод определения даты

сева по сумме положительных среднесуточных температур воздуха Σt . Установлено, что предпосев-ной сток *на торфяных почвах* и оптимальные сроки весеннего сева наступают:

– для ранних яровых зерновых культур при сумме среднесуточных положительных температур воздуха ($\Sigma t > 0$), равной $50\text{ }^\circ\text{C}$ (температур, накопившихся от даты схода устойчивого снежного покрова, а при отсутствии его – от даты устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха из отрицательной в положительную);

– для луговых трав – при $\Sigma t = 130\text{ }^\circ\text{C}$.

В севообороте с наличием яровых зерновых этот сток находится технико-экономическим расчетом.

На минеральных почвах оптималь-ные сроки сева яровых зерновых культур и предпосевной сток наступают: на легких почвах при $\Sigma t = 130\text{ }^\circ\text{C}$, на средних при $\Sigma t = 170\text{ }^\circ\text{C}$, на тяжелых – при $\Sigma t = 200\text{ }^\circ\text{C}$.

За расчетный принимается максимальный среднесуточный расход за весь предпосевной период, продолжительность которого равна одному месяцу.

Расчетные расходы воды предпосевного периода $Q_{10\%}$, $\text{м}^3/\text{с}$, оп-ределяются по формуле

$$Q_{10\%} = q_{10\%}^{\text{пп}} \cdot A \cdot \delta_A \cdot \delta_{(A_6 + A_n)} \cdot \delta_{\text{оз}} \cdot \delta_{\Delta T} \cdot 10^{-3}, \quad (4.17)$$

где $q_{10\%}^{\text{пп}}$ – модуль предпосевного стока с единицы площади водосбора, $\text{л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$;

A – площадь водосбора, км^2 ;

δ_A – коэффициент, отражающий возрастание модуля предпосев-ного стока с увеличением площа-ди водосбора;

$\delta_{(A_6+A_n)}$ – коэффициент учета влияния заболоченности и лесистости;

$\delta_{оз}$ – коэффициент учета влияния озерности;

$\delta_{\Delta T}$ – коэффициент, учитывающий неодновременность схода сне-га по водосбору.

Параметр $q_{10\%}^{пп}$ определяется одним из двух способов:

– **при наличии реки-аналога** – по формуле

$$q_{10\%}^{пп} = \frac{\bar{q}_{10\%}^{пп} \cdot (2 + 0,08 \cdot h_0)}{\delta_{Aa} \cdot \delta_{(A_6+A_n)} \cdot \delta_{оз.а} \cdot \delta_{\Delta Ta} \cdot (2 + 0,08 \cdot h_{0a})}, \quad (4.18)$$

где $\bar{q}_{10\%}^{пп}$ – модуль предпосевого стока аналога 10 % обеспеченности, л/(с·км²);

h_0, h_{0a} – соответственно средний многолетний слой стока весеннего половодья расчетного водосбора и водосбора реки-аналога, мм;

$\delta_{Aa}, \delta_{(A_6+A_n)}, \delta_{оз.а}, \delta_{\Delta Ta}$ – коэффициенты, используемые для учета влияния на предпосевной сток площади водосбора, заболоченности и лесистости, озерности, неодновременности схода снега (по реке-аналогу);

– **при отсутствии реки-аналога** – по прил. 13.

Коэффициент δ_A , отражающий влияние площади водосбора, определяется по формуле

$$\delta_A = \left(\frac{A_p}{200} \right)^{0,16}, \quad (4.19)$$

где $A_p = A$ при $A < A_{кр}^{пос}$ или $A_p = A_{кр}^{пос}$ при $A > A_{кр}^{пос}$;

A – общая площадь водосбора, км²;

A_p – расчетная площадь водосбора, км², в пределах которой модули предпосевного стока возрастают;

$A_{кр}^{пос}$ – критическая площадь водосбора, км², определяется по табл. 4.6.

Таблица 4.6

Величина $A_{кр}^{пос}$ в зависимости от заболоченности
и залесенности водосбора ($A_б + A_л$)

| | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|
| $(A_б + A_л), \%$ | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 |
| $A_{кр}^{пос}, \text{км}^2$ | 200 | 1000 | 1800 | 2600 | 3400 | 4200 | 5000 |

Коэффициент, учитывающий влияние заболоченности и залесенности, определяется по формуле

$$\delta_{(A_6 + A_n)} = 1 + 0,0003 \cdot h_0 \cdot (A_6 + A_n), \quad (4.20)$$

где h_0 – средний многолетний слой стока весеннего половодья, мм, определяется по картам изолиний (прил. 8);

A_6, A_n – заболоченность и залесенность, %.

Коэффициент учета влияния озерности определяется в зависимости от величины средневзвешенной озерности $A_{оз}$:

а) при средневзвешенной озерности $A_{оз} \leq 5$ % – по формуле

$$\delta_{оз} = 1 + 0,01 \cdot A_{оз}; \quad (4.21)$$

б) при средневзвешенной озерности $A_{оз} > 5$ % – по формуле

$$\delta_{оз} = 1,5 - 0,02 \cdot (A_{оз} - 5). \quad (4.22)$$

Расчеты по формулам (4.21), (4.22) производятся при суммарной заболоченности и залесенности ($A_6 + A_n$) меньше 30 %. При суммарной заболоченности и залесенности более 50 % принимается $\delta_{оз} = 1,0$. Если общая заболоченность и залесенность ($30 \% < (A_6 + A_n) < 50 \%$), то величина $\delta_{оз}$ определяется интерполяцией между значением, вычисленным по формулам, и $\delta_{оз} = 1,0$.

Коэффициент одновременности схода снега по водосбору $\delta_{\Delta T}$ определяется по табл. 4.7 в зависимости от ΔT – числа дней фактического отклонения средних дат схода снежного покрова в расчетном створе и в центре тяжести водосбора (даты принимаются по прил. 14) с учетом совпадения ($+\Delta T$) или несовпадения ($-\Delta T$) средних дат схода снега.

Таблица 4.7

Коэффициент неодновременности схода снега $\delta_{\Delta T}$

| | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Отклонение средних дат схода снега в центре водосбора и в рас-четном створе $\pm\Delta T$, дней | -5 | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | +1 | +2 |
| Коэффициент $\delta_{\Delta T}$ | 2,00 | 1,70 | 1,45 | 1,20 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,90 |

Пример расчета расхода воды предпосевого периода при отсутствии данных наблюдений приведен в [9, с. 141].

4.4. Расчет среднемеженного расхода воды

Расчетным расходом бытового периода считается наиболее часто повторяющийся среднесуточный расход низкой межени.

Расчетные расходы среднемеженного стока $Q_{\text{ср.м}}$, м³/с, определяются по формуле

$$Q_{50\%}^{\text{ср.м}} = q_{50\%}^{\text{ср.м}} \cdot A \cdot 10^{-3}, \quad (4.23)$$

где $q_{50\%}^{\text{ср.м}}$ – модуль среднемеженного стока, л/(с·км²), принимаемый по данным рек-аналогов;

A – расчетная площадь водосбора, км².

Величины среднемеженного модуля стока ежегодной вероятностью превышения 50 % при отсутствии рек-аналогов принимаются по карте изолиний (прил. 15).

Пример расчета среднемеженного расхода воды приведен в [9, с. 141].

Определение расчетных расходов ведется в следующем порядке:

1. Входящие в расчетные зависимости физико-географические характеристики реки и ее водосбора (площадь водосбора, район строительства, длина основного водотока, залесенность, заболоченность, озерность и др.) задаются в качестве исходных данных к проекту, принимаются по справочной литературе либо определяются планиметрированием по новейшим топографическим картам масштаба 1:10 000 для площадей водосбора до 10 км²; для площадей от 10 до 50 км² – 1:25 000; для площадей от 50 до 200 км² – 1:50 000; для площадей более 200 км² – 1:100 000 (см. прил. 16).

2. Уклон русла реки (i) в промилле рассчитывается как средний или средневзвешенный. При относительно равномерном падении реки, что характерно для равнинных рек, уклон русла определяется как средний по формуле

$$i = \frac{H_1 - H_2}{L_p}, \quad (4.24)$$

где H_1 – отметка истока или тальвега в начале исследуемого участка реки, м;

H_2 – отметка русла в расчетном створе, м;

L_p – длина реки или рассматриваемого участка до расчетного створа, км.

Средневзвешенный уклон рассчитывается при наличии на продольном профиле участков с резкой сменой уклонов русла и представляет собой условно выравненный уклон ломаного профиля, эквива-

лентный сумме частных средних уклонов профиля водотока. Средневзвешенный уклон (i_p) определяется из уравнения

$$\lg i_p = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{l_i}{L_p} \right) \cdot \lg i_i \right], \quad (4.25)$$

где l_i – длина частных участков продольного профиля между точка-ми перегиба, км²;

i_i – частный средний уклон отдельных участков продольного профиля водотока, ‰.

3. При определении модульного коэффициента K_p (прил. 10) коэффициент асимметрии принимается равным:

– для максимумов весеннего половодья $C_s = 2C_v$;

– для максимумов летне-осенних дождевых паводков:

$C_s = 4C_v$ – для рек бассейнов Днепра, Березины, Сожа и правобережных притоков Припяти;

$C_s = 3C_v$ – для рек бассейнов Немана и левобережных притоков Припяти;

$C_s = 2C_v$ – для рек бассейна Западной Двины.

5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕЛИОРАТИВНОЙ СЕТИ В ПЛАНЕ И В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

5.1. Мелиоративная система и ее элементы

Осушительная система включает следующие основные элементы:

1) *осушаемые площади*, водно-воздушный и питательный режимы почв которых регулируются путем комплекса мелиоративных и агротехнических мероприятий, с целью выращивания сельскохозяйственных культур или возведения различных зданий и сооружений;

2) *регулирующую сеть* (осушительные каналы, борозды, дрены, ложбины стока и др.), предназначенную для регулирования водно-воздушного режима на данной площади путем удаления избыточной поверхностной или грунтовой воды, сообразно потребностям хозяйственного использования этой площади;

3) *проводящую сеть* (магистральный и другие каналы, транспортирующие собиратели, закрытые коллекторы), предназначенную для приема воды из регулирующих каналов или дрен и отвода ее кратчайшим путем в соответствующий водоприемник;

4) *ограждающую сеть* (нагорные, ловчие, береговые каналы или дрены), защищающую осушаемую площадь от притока поверхностных и грунтовых вод со смежных территорий;

5) *водоприемник* (река, ручей, озеро и т.д.), который принимает все удаляемые с осушаемой площади воды из магистральных осушительных каналов и отводит их в более крупную гидрографическую сеть;

6) *гидротехнические сооружения* (регуляторы уровней и расходов воды, быстротоки, перепады, шлюзы, дюкеры, акведуки, устье-вые сооружения, трубы-переезды, трубы-регуляторы, мосты, колодцы смотровые, колодцы-регуляторы и др.), служащие для поддержания заданного режима работы осушительной системы;

7) *дорожную сеть*, служащую для беспрепятственного въезда и выезда транспорта и сельскохозяйственной техники на осушаемые земли;

8) *полезащитные лесные полосы*, необходимые для защиты полей от водной и ветровой эрозии, а также для улучшения среды обитания животных, создания благоприятного микроклимата;

9) *эксплуатационную сеть* (гидрологические створы, посты и станции, береговая обстановка, полосы отчуждения, противопожарные устройства, производственные, жилые и культурно-бытовые здания и постройки, средства управления и связи, створы наблюдательных колодцев, гидрометрические посты), обеспечивающую контроль и надзор за работой всех звеньев осушительной системы и безупречную ее работу.

Осушительно-увлажнительная система может быть дополнена следующими частями:

- а) водоподводящей сетью – магистральными, распределительными, увлажнительными каналами и трубопроводами и сооружениями на них;
- б) специальными регулирующими сооружениями на открытой и закрытой сети;
- в) водоисточниками – реками, озерами, прудами, водохранилищами и др., с водозаборными, водовыпускными и прочими сооружениями на них;
- г) оросительными насосными станциями – стационарными и передвижными;
- д) дождевальными машинами и установками – передвижными или стационарными.

5.2. Требования, предъявляемые к водоприемнику условиями осушения, и мероприятия по их улучшению

В качестве водоприемников осушительных и осушительно-увлажнительных систем служат реки, ручьи, существующие каналы. В некоторых случаях водоприемниками могут быть озера, водохранилища, балки, овраги и даже водоносные пласты, способные вместить в себя воду.

Как бы хорошо ни была устроена осушительная сеть на заболоченной площади, если водоприемник оказывается неудовлетворительным, надлежащее осушение не может быть достигнуто. Часто сама заболоченность и потребность в осушении обуславливаются неблагоприятным состоянием во-

доприемника, который вместо удаления избыточных вод с данной площади, наоборот, создает условия ее заболачивания.

Поэтому при проектировании и производстве осушительных работ самое серьезное внимание должно быть обращено на характер и состояние водоприемника.

Водоприемник должен иметь такое состояние русла и такой режим стока, которые позволяли бы поддерживать на мелиорируемых землях нужный по условиям их использования водный режим.

Основные требования, предъявляемые к водоприемнику, следующие:

1. Уровень воды в водоприемнике не должен создавать подпора и подтопления впадающих в него осушительных каналов и осушительной сети, т.е. должен быть (в бытовой период) ниже или одинаковым с уровнем впадающих в него каналов.

2. Водоприемник должен иметь достаточную пропускную способность, позволяющую своевременно удалять всю поступающую в него в расчетный период воду с осушаемой площади.

Пропуск расчетных расходов воды должен обеспечиваться при надлежащих допустимых уровнях воды в водоприемнике.

Эти уровни должны быть таковы, чтобы затопления и подтопления осушаемых земель весенними и летне-осенними паводковыми водами водоприемника не превышали бы допустимых пределов для намечаемых к посевам культур.

В предпосевной и в меженный периоды уровни воды в водоприемнике не должны превышать отметок, при которых на осушаемых полях формировались бы требуемые для возделываемых культур уровни грунтовых вод.

3. Русло водоприемника для наилучшей пропускной способности должно иметь по своей длине, по возможности, постоянное сечение и не испытывать подпоров.

4. Водоприемник не должен вызывать ухудшения водного режима земель, расположенных ниже по течению от массивов осушения, после сброса в них дренажных вод (повышение уровней, затопление и подтопление территорий).

5. Должен иметь устойчивое русло и прочные берега.

Если водоприемники в естественном состоянии не удовлетворяют перечисленным требованиям, то прибегают к мероприятиям по улучшению водоприемника. К существенному вмешательству в естественный режим функционирования водоприемника можно прибегать только в крайних случаях, радикально не вмешиваясь в его гидрологию.

К мероприятиям по мелиорации водоприемников относят следующие:

1) регулирование стока и уровня режима путем устройства водохранилищ, прудов, обводных и разгрузочных каналов, дамб обвалования;

2) увеличение пропускной способности русла за счет его спрямления, углубления и уширения, расчистки от растительности, обвалов и захламления; ликвидации подпоров, создаваемых искусственными сооружениями, впадающими притоками, перекатами и крутыми поворотами;

3) устранение неравномерности движения воды за счет расширения сужений, устройства выправительных сооружений на плесах;

4) закрепление русла с целью придания ему устойчивости в плане и вертикальной плоскости;

5) снижение уровня воды в водоемах с помощью сбросных сооружений или регулирование стока на водосборе.

Наиболее распространенным мероприятием по регулированию водоприемников является их спрямление, углубление и расширение.

Регулирование рек путем спрямления не допускается при ширине поймы до 400 м независимо от ее природных особенностей. При разработке проектов осушения спрямление русел и ручьев применяется для сильно заболоченных пойм с коэффициентом извилистости рек более 1,5, имеющих длину

до 50 км и небольшие размеры поперечного сечения (ширина по верху – до 25 м, глубина – до 2 м), с межнным расходом не более $2,0 \text{ м}^3/\text{с}$ и уклоном свободной поверхности потока $i \leq 0,0001$ в сочетании с комплексом природоохранных мероприятий.

Реки и ручьи, имеющие коэффициент извилистости русла менее 1,5, устойчивые и достаточные параметры русла для пропуска расчетных расходов, следует оставлять в естественном состоянии или спрямлять частично отдельные излучины при соответствующем об-основании.

Руслорегулирующие сооружения (продольные и струенорегулирующие дамбы, перемычки, буны, запруды) предусматриваются на водоприемнике в случаях, когда ширина существующего русла на регулируемых участках в 1,5 раза и более превышает проектную ширину русла. Не следует проектировать руслорегулирующие сооружения на устойчивых широких и глубоких плесах.

Тип, конструкция и плановое положение руслорегулирующих сооружений выбирается и проектируется на основе инженерно-гео-логических и инженерно-гидрологических изысканий и гидравлических расчетов.

Места отдыха населения и места использования рек-водоприемников в бытовых целях необходимо благоустраивать, предусматривая специальные сооружения и мероприятия (шлюзы, пруды, лесонасаждения, уширение русла, уполаживание откосов, отсыпку пляжей, лестничные марши по откосам, переходные мостики, купальни, туа-леты, солнцезащитные устройства и т.п.), сохраняя или улучшая естественный ландшафт.

Места отдыха населения необходимо предусматривать выше по течению от источников возможного загрязнения водоприемников (ферм, мастерских, складов удобрений и ядохимикатов и т.п.).

При использовании в качестве водоприемника реки и озера в естественном состоянии необходимо предусматривать их защиту от заиления и загрязнения путем устройства на впадающих каналах осушительной системы:

– отстойников для очистки вод, загрязненных взвешенными веществами;

– биологических прудов, прудов-отстойников с посадкой высшей водной растительности, биоплато, ботанических площадок для биологической очистки вод, загрязненных биогенными веществами сверх предельно допустимых концентраций.

5.3. Проектирование водоприемников, открытой оградительной и проводящей сети

При проектировании новой трассы водоприемника необходимо руководствоваться следующими положениями:

1. Трасса водоприемника проектируется, как правило, параллельной коренным берегам поймы, по наиболее низким элементам рельефа, наиболее глубокой торфяной залежи, не допускается отклонений более 30 % от основного направления движения весеннего потока по пойме и от существующего русла.

2. Ось нового отрегулированного русла в плане должна представлять собой систему прямых участков, плавно сопрягаемых кривыми. Минимальная длина прямых линий составляет не менее двух ширин русла по урезу воды при пропуске максимальных расчетных расходов.

3. Пересечение проектной трассы водоприемника с существующими и проектируемыми дорогами и подземными коммуникациями следует предусматривать, как правило, под прямым или близким к прямому углом.

Не следует допускать пересечение трассы водоприемника с существующими мелкими озерами. Связь озера с водоприемником следует предусматривать с помощью водоподводящих и водоотводящих каналов и регулирующих сооружений.

Радиусы закруглений поворотов гидравлически нерассчитываемых водоприемников должны быть не менее 20 м, гидравлически рассчитываемых с расходом воды до $5 \text{ м}^3/\text{с}$ – не менее $5B$, где B – ширина русла по урезу воды при максимальном расчетном расходе воды, м.

Глубина водоприемника проектируется в пределах от 2,5 до 3 м из условия сопряжения осушительной сети в вертикальной плоскости и учитывая ожидаемую деформацию глубины в результате осушения (осадки и сработки торфа). Глубина водоприемника свыше 3 м должна быть экономически и экологически обоснована (из-за возрастающего отрицательного влияния на прилегающие территории и понижения уровней грунтовых вод).

Минимально допустимый уклон дна водоприемника принимается равным 0,0002. Допускается уменьшать его до 0,00015 для водоприемников с водосборной площадью более 2000 км^2 , обеспечивая при этом минимально допустимую незаиляющую скорость бытовых расходов не менее 0,25 м/с.

Форма поперечного сечения водоприемника выбирается с учетом свойств грунтов и гидрогеологических условий трассы.

В зависимости от этих условий и расчетных расходов рекомендуется проектировать следующие формы поперечных сечений: трапецеидальное, параболическое и комбинированное. В курсовом проекте рекомендуется принимать трапецеидальную форму с заложением откосов согласно табл. 5.1.

Таблица 5.1

Коэффициент заложения откосов каналов
в зависимости от грунта, слагающего русло

| Грунт | Коэффициент m для откосов | |
|-------|-----------------------------|-----------|
| | подводных | надводных |
| | | |

| | | |
|--|-----------|-----------|
| Галечник и гравий с песком | 1,25–1,50 | 1,00 |
| Глина, суглинок тяжелый и средний, торф с мощностью пласта до 0,7 м, подстилаемый этими грунтами | 1,00–1,50 | 0,50–1,00 |
| Суглинок легкий, супесь или торф с мощностью пласта до 0,7 м, подстилаемый этими грунтами | 1,25–2,00 | 1,00–1,50 |
| Песок мелкий или торф с мощностью пласта до 0,7 м, подстилаемый этими грунтами | 1,50–2,50 | 1,00–2,00 |
| Песок пылеватый | 3,00–3,50 | 2,50 |
| Торф со степенью разложения до 50 % | 1,25–1,75 | 1,25 |
| Торф со степенью разложения более 50 % | 1,50–2,00 | 1,50 |

Примечание. Первое значение коэффициента заложения откосов для каналов с расходом воды менее 0,5 м³/с, второе – для каналов с расходом воды более 10 м³/с.

Оградительная сеть предназначена для защиты осушаемых земель от затопления и подтопления поверхностными и грунтовыми водами, поступающими с прилегающих водосборов.

К оградительной сети относятся нагорные каналы, ловчие каналы и дрены, нагорно-ловчие каналы, береговой и головной дренаж.

Нагорные каналы перехватывают поверхностные воды, стекающие с водосбора во время снеготаяния и дождей. В плане их проектируют по границе осушаемой площади.

Ловчие каналы и дрены перехватывают грунтовые и грунтово-напорные воды. Они прокладываются параллельно гидроизогипсам по местам выклинивания или наиболее высокого стояния грунтовых вод (вблизи подошвы склонов), по возможности в границах грунтов, не подверженных оплыванию.

Ловчие дрены проектируются в тех случаях, когда приток поверхностных и грунтовых вод не большой. На ловчих дренах как правило, должен устраиваться круговой гравийно-песчаный фильтр (обсыпка) толщиной 20–25 см.

Нагорно-ловчие каналы предназначены для перехвата поверхностных и грунтовых вод одновременно.

Глубина оградительных каналов назначается в пределах 1–3 м в зависимости от геологических, топографических и других условий с учетом осадки и сработки торфа.

Минимальную глубину ловчих каналов и дрен для перехвата под-земных вод следует назначать из условия их вреза под уровень грун-товых вод или в напорный водоносный пласт не менее чем на 0,3 м. Максимальная глубина определяется из условия их влияния на прилегающую к осушаемому массиву территорию.

Минимальный уклон оградительных каналов – 0,0003, ловчих дрен – 0,003. На безуклонных территориях соответственно 0,0002 и 0,002.

Поперечное сечение оградительных каналов принимается в фор-ме неравнобокой трапеции. Заложение внутренних откосов принимается по табл. 5.1, внешних – на 0,5 большим. Площадь поперечного сечения определяется на основании гидравлических расчетов (при площади водосбора более 5 км²).

Для гидравлически нерасчитываемых каналов ширина по дну принимается в зависимости от оборудования экскаватора, устраивающего канал:

- а) обратная лопата – 0,4 м;
- б) драглайн – 0,6 м.

Откосы и дно оградительных каналов при необходимости крепятся. Грунт, вынутый при устройстве оградительных каналов, укладывается только на низовую сторону. Разравнивание кавальеров производится слоем 10 см.

При проектировании осушительно-увлажнительных систем в качестве оградительной сети следует назначить открытые нагорные и ловчие каналы с поперечными сечениями, дающими возможность использовать их как водоподводящие. В таких случаях на крупных нагорных и ловчих каналах следует предусматривать устройство подпорных сооружений (шлюзов или труб-регуляторов), позволяющих выключать их осушительное действие.

Проводящая сеть (магистральные каналы, коллекторы) связывает регулируемую и оградительную сети с водоприемником.

При осушении болот проводящие каналы, как правило, трассируют по самым глубоким местам залегания торфа – понижениям минерального дна. При осушении минеральных земель трассы проектируют по наиболее низким отметкам поверхности.

Трассы каналов, по возможности, совмещают с границами землепользователей и севооборотов, учитывая расположение существующих и запроектированных инженерных коммуникаций и сооружений (дорог, трубопроводов, мостов и др.), пересечения с которыми должны осуществляться под прямым или близким к нему углом (от 75° до 90°).

В поймах рек трассы магистральных каналов должны примерно совпадать с направлением движения весеннего паводка.

При осушении равнинных массивов следует, по возможности, обеспечивать двухсторонний выпуск коллекторов, соблюдать прямолинейность и параллельность трасс каналов и коллекторов, сопрягая принимающие и впадающие каналы под прямым или близким к нему углом с закруглением устьевой части впадающего канала.

Уклоны дна проводящих каналов проектируют с таким расчетом, чтобы скорость течения не уменьшалась от истока к устью.

Уклон дна каналов должен, по возможности, соответствовать уклону поверхности земли и быть не менее 0,0003. Минимально допустимый уклон для безуклонных территорий – 0,0002.

Верхним пределом уклона для незакрепленного канала является максимально допустимый на размыв:

$$i_{\max} = \frac{V_{\text{доп}}}{C^2 \cdot R}, \quad (5.1)$$

где $V_{\text{доп}}$ – допустимая неразмывающая скорость, м/с;

R – гидравлический радиус поперечного сечения при пропуске максимального расхода, м;

C – коэффициент Шези.

Увязка водотоков в вертикальной плоскости

Вертикальное сопряжение проводящей сети осуществляется таким образом, чтобы обеспечить бесподпорное движение воды во всех ее элементах, не допуская паводкового затопления на сроки, превышающие расчетные.

Глубина проводящих открытых коллекторов и транспортирующих собирателей принимается на 0,1 м больше глубины регулирующей сети. Такой же перепад принимается и для определения предварительной глубины закрытой проводящей сети, который затем уточняется гидравлическим расчетом (рис. 5.1, а).

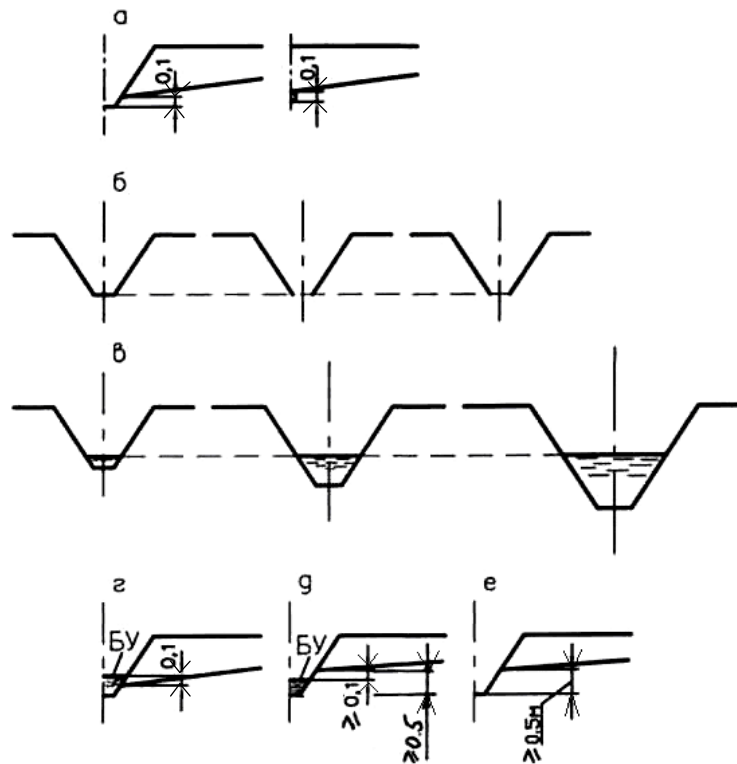


Рис. 5.1. Сопряжение водотоков в вертикальной плоскости:

a – открытой и закрытой регулирующей сети с проводящей; *б* – гидравлически нерассчитываемых открытых каналов; *в* – гидравлически рассчитываемых открытых каналов; *г* – гидравлически нерассчитываемого с гидравлически рассчитываемым каналами; *д* – закрытой проводящей сети с гидравлически рассчитываемым каналом; *е* – закрытой проводящей сети с гидравлически нерассчитываемым каналом

Проводящие каналы между собой и водоприемниками сопрягаются в соответствии со следующими требованиями:

1. Все гидравлически нерассчитываемые каналы сопрягаются дно в дно (рис. 5.1, б).
2. Гидравлически рассчитываемые каналы сопрягаются уровень в уровень бытовых вод (рис. 5.1, в).
3. При впадении гидравлически нерассчитываемого канала в рассчитываемый дно впадающего канала должно быть на 0,1 м ниже расчетного среднемеженного уровня в принимающем (рис. 5.1, г).

Закрытые коллекторы с принимающими каналами и водоприемниками сопрягают по следующим правилам:

1. Низ устьевой трубы коллектора должен быть не менее чем на 0,1 м выше расчетного меженного уровня в принимающем гидравлически *рассчитываемом* канале и водоприемнике, но не менее чем на 0,5 м выше их дна (рис. 5.1, д).
2. Низ устьевой трубы коллектора должен быть выше дна принимающего гидравлически *нерассчитываемого* канала и водоприемника не менее чем на 0,5 м (рис. 5.1, е).

Сопряжение коллекторов между собой необходимо проектировать внахлестку, с применением соединительных деталей, ***колодцев-перепадов*** при разнице в глубинах сопрягаемых коллекторов более чем 0,3 м, ***колодцев-отстойников***, когда скорость воды во впадающем коллекторе превышает скорость воды в принимающем более чем на 30 %, а также в пылеватых грунтах. При угле поворота коллекторов в плане более 60° допускается устройство смотровых колодцев.

Закрытые коллекторы должны быть оборудованы *смотровыми колодцами* или *колодцами-отстойниками*:

- в местах подключения к закрытому коллектору высшего порядка двух или более коллекторов низшего порядка;
- при длине коллектора 1 км и более – через каждые 500 м при уклоне более 0,0006 и через 200–250 м – при уклоне менее 0,0006.

5.4. Проектирование закрытой регулирующей и проводящей сети

5.4.1. Порядок проектирования

Перед непосредственным проектированием закрытой регулирующей сети в плане необходимо выполнить следующее:

- 1) установить площади, не требующие осушения;
- 2) определить площади, где необходимо проектировать специальные виды дренажа либо открытую сеть;
- 3) наметить участки кустарника и мелколесья, которые следует оставить в качестве защитных лесополос и природоохранных мероприятий;
- 4) установить водоразделы и определить, откуда и с какой площади поступает поверхностный сток на осушаемый участок;
- 5) наметить трассы водоприемника, проводящих и ограждающих каналов, а для польдерных систем – трассы ограждающих дамб;
- 6) наметить места водохранилищ, прудов, противопожарных водоемов, насосных станций и других сооружений;

- 7) определить трассы проектируемых внутривозвездных и экс-плуатационных дорог;
- 8) наметить трассы подземных трубопроводов при проектировании осушительно-оросительных систем.

5.4.2. Проектирование закрытой сети в плане

По принципу действия регулирующую сеть следует подразделять:

- на *осушители (дрены)*, понижающие уровень грунтовых вод в требуемые сроки до требуемой нормы осушения;
- *собиратели (открытые и закрытые)*, отводящие в расчетное время избыточные поверхностные воды.

Регулирующая сеть должна быть, как правило, закрытой. *Закрытая регулирующая сеть* является обязательным способом осушения под полевые и овощекормовые севообороты, технические культуры, сады и пастбища. **Открытую сеть допускается применять** в следующих случаях:

- для предварительного осушения массива с близким залеганием УГВ – перед строительством в дальнейшем закрытого дренажа;
- на первом этапе осушения – при зарастании территории более чем на 30 % кустарником и мелколесьем; при контурности более 50 контуров на 100 га сельхозугодий;
- при содержании более 8 мг/л закисного железа в грунтовых водах осушаемого массива;
- при осушении торфовой выработок карьерного типа, рекультивируемых для использования в сельском хозяйстве;
- при осушении территории под сенокосные угодья;
- при осушении территории с интенсивным грунтово-напорным питанием;
- при осушении площадей для заготовки торфа на удобрение;

- при осушении лесов;
- при содержании не менее 2 % камня размером свыше 30 см в верхнем слое грунта толщиной 1 м.

Закрытая регулирующая сеть может быть *выборочной* и *систематической*. Выборочная сеть проектируется в тех случаях, когда необходимо осушить отдельные понижения с помощью нескольких дрен или закрытых собирателей.

Систематической сетью осушается отдельный массив, по которому дрены или закрытые собиратели располагаются на расчетном расстоянии параллельно друг другу.

При уклонах поверхности $i \geq 0,005$ систематическую регулирующую сеть следует проектировать перпендикулярно основному потоку поверхностных или грунтовых вод (*поперечная схема*).

При безуклонной и малоуклонной поверхности ($i < 0,005$) осушаемого участка регулирующая сеть может быть расположена как по *продольной* (параллельно движению поверхностных и грунтовых вод), так и по поперечной схеме.

При *промежуточной* схеме регулирующая сеть располагается под острым углом к горизонталям местности для придания дренам большего уклона, что позволяет избежать большого заглубления устьевой части дрен и уменьшить глубину коллектора.

Закрытые и открытые собиратели следует устраивать только по поперечной схеме.

При реконструкции мелиоративных систем (замене открытой сети на закрытый дренаж) дрены и коллекторы должны быть запроектированы с минимальным количеством пересечений с ликвидируемыми каналами.

Проектирование закрытых коллекторов необходимо выполнять с учетом рельефа поверхности осушаемых земель. Закрытые коллекторы следует прокладывать по кратчайшему пути к принимающему каналу, обеспечивая, по возможности, двухсторонний выпуск дрен и прямолинейность трасс.

При проектировании закрытых коллекторов следует избегать пересечения замкнутых понижений, торфяной (сапрпелевой) залежи мощностью свыше 1,5 м, глубоких западин, существующих каналов и староречий глубиной свыше 1,5 м. При неизбежности такого пересечения необходимо предусматривать предварительное осушение.

Трассы закрытых коллекторов, проходящих по тальвегам с водосборной площадью 15 га и более, следует располагать на 0,2–0,3 м выше дна тальвегов, предусматривая мероприятия по отводу поверхностных вод в канал, минуя коллектор.

Минимальные расстояния от древесных и кустарниковых насаждений при прокладке трассы закрытых коллекторов должны приниматься по табл. 5.2.

Таблица 5.2

Минимальные расстояния от древесных и кустарниковых насаждений до дренажных труб

| Растительность | Минимальное расстояние |
|---------------------------------|------------------------|
| Лиственные деревья | 20 |
| Хвойные деревья | 30 |
| Фруктовые деревья | 7 |
| Ольха, ива, шиповник, смородина | 15 |
| Кустарники других пород | 10 |

При пересечении закрытыми коллекторами древесных и кустарниковых насаждений должна быть предусмотрена глухая изоляция стыков керамических труб или прокладка коллекторов из асбестоцементных, канализационных керамических, железобетонных, бетонных труб. Длину глухих участков

коллекторов следует определять с учетом требований к минимальным расстояниям до древесных и кустарниковых насаждений, указанным в табл. 5.2.

Сопряжение дрен и собирателей с коллекторами рекомендуется осуществлять под углом 60–90° (внахлестку или впритык с использованием соединительной арматуры).

При минимальном диаметре (50 мм) длину дрен и закрытых собирателей следует принимать не более 250 м, а в мелкозернистых водонасыщенных песках и илах – не более 150 м. При осушении краин массива длина дрен принимается не менее 50 м.

Безуклонный ($i = 0$) и малоуклонный дренаж ($0,0001 < i < 0,002$) следует проектировать при осушении и подпочвенном увлажнении равнинных и малоуклонных заболоченных и переувлажненных земель с легкими минеральными почвами и торфяниками и коэффициентом фильтрации $K > 0,1$ м/сут, подстилаемых хорошо водопроницаемыми грунтами.

Для устройства безуклонного и малоуклонного дренажа применяются пластмассовые и керамические трубы, а также фашина.

Предельно допустимую длину безуклонных и малоуклонных дрен при различных диаметрах труб необходимо принимать по табл. 5.3.

Таблица 5.3

Предельно допустимая длина безуклонных
и малоуклонных дрен

| Условия работы дрен | Диаметр труб, мм | | | | |
|---------------------|------------------|-----|-----|-----|------|
| | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| Обычные | 150 | 200 | 500 | 800 | 1000 |

| | | | | | |
|---|---|-----|-----|-----|-----|
| При наличии в грунтовых водах железистых соединений | – | 150 | 400 | 500 | 800 |
|---|---|-----|-----|-----|-----|

На объектах с содержанием в грунтовых водах закисного железа свыше 3 мг/л для защиты от заилиения устьевые части дрен, впадающих в каналы, на участках длиной 10 м следует выполнять с увеличенным уклоном ($0,02 \leq i < 0,03$), а далее – прокладывать их с проектным уклоном. Увеличенные уклоны создают в устьевых частях повышенные скорости течения воды, способные обеспечить гидравлическую самоочистку труб от хлопьевидных форм железистых соединений.

Применение закрытой регулирующей сети из пластмассовых труб допускается:

– на минеральных почвах и предварительно осушенных торфяниках с коэффициентом фильтрации 0,3 м/сут и более;

– в почвах с коэффициентом фильтрации менее 0,3 м/сут с заполнением дренажной щели фильтрующими материалами, обеспечивающими гидравлическую связь дрены с избыточными водами пахотного слоя;

– при содержании в грунтах не более 4 % каменистых включений размерами от 30 до 60 см;

– при содержании пней не более 3 %;

– при содержании 3 % и менее погребенной древесины диаметром не более 10 см.

Длину коллекторов следует принимать не более 500 м.

Расстояния между элементами дренажной системы и открытыми каналами, а также другими сооружениями должны назначаться в соответствии с размерами, указанными на рис. 5.2.

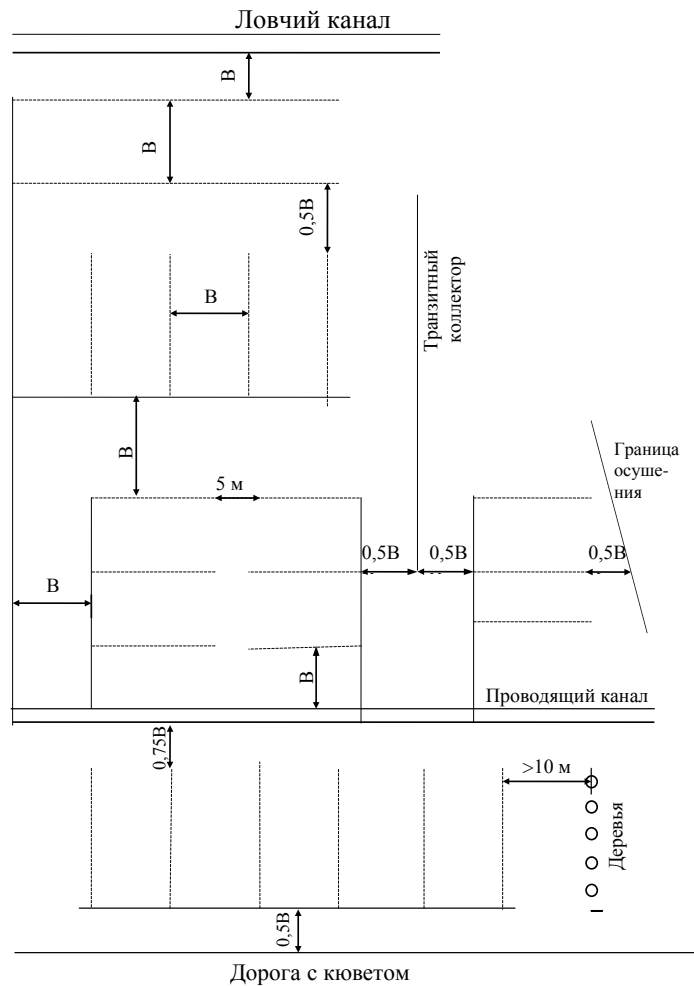


Рис. 5.2. Расстояния между элементами осушительной сети
 5.4.3. Проектирование закрытой сети
 в вертикальной плоскости

Глубину заложения закрытой и открытой регулирующих сетей необходимо определять в зависимости от требуемой нормы осушения с учетом водопроницаемости грунтов по глубине, осадки и сработки торфа.

Минимальную глубину заложения закрытой и открытой регулирующих сетей, как правило, следует принимать в минеральных грунтах 1,1 м, в торфяных (после осадки) – 1,3 м.

Максимальная глубина дрен и собирателей с целью сведения к минимуму отрицательного воздействия осушения на водный режим прилегающей территории не должна превышать 1,4 м.

Увеличение глубины заложения регулирующей сети более 1,5 м должно быть обосновано.

Уклон закрытых дрен и собирателей, по возможности, проектируется единым по всей длине дрены, близким к естественному уклону поверхности. Оптимальные уклоны дрен – 0,008–0,015; минимальные – 0,003; на безуклонных и малоуклонных площадях – 0,002.

Диаметры гидравлически нерассчитываемых дрен (мм) принимаются конструктивно в соответствии с табл. 5.4.

Таблица 5.4

Минимальные диаметры гидравлически нерассчитываемых дрен

| Условия | Виды дренажа |
|---------|--------------|
|---------|--------------|

| применения дренажа | гончарный, диаметр внутренний | пластмассовый, диаметр наружный |
|---|----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Обычные условия | 50 | 50 |
| 2. Мелкозернистые пылеватые пес-ки, содержание закисного железа в грунтовых водах более 5 мг/л, замкнутые понижения, участки грунтово-напорного питания, староречья и каналы засыпаемые, первая дрена у дороги без кювета | 75 | 65 |
| 3. Разреженный дренаж | 75 | 65 |

Проектирование водотоков и их увязка в вертикальной плоскости проводится от водотоков низшего порядка к высшему (от дрен или собирателей к магистральному каналу).

Порядок проектирования следующий:

1. Глубина проводящей сети зависит от сопряжения с ней регулирующей сети и должна обеспечить оптимальную глубину последней. В первом приближении глубину проводящей сети можно принять на 10 см больше глубины регулирующей (см. рис. 5.1, а). После гидравлических расчетов глубина корректируется. Дрены с коллекторами сопрягают *впритык* или *внахлестку*; впритык сопрягают на малоуклонных участках с помощью специальных фасонных деталей. Проводящую сеть разных порядков сопрягают между собой также впритык или внахлестку с помощью крестовин, тройников, колонок, колодцев и т.п. Выбор способа соединения зависит от диаметров труб, рельефа местности, литологии.

2. Для увязки мелиоративной сети в вертикальной плоскости на плане выбирают 2–3 регулирующих водотока (дрена, собиратель), проходящих в сложных условиях (пересечение низин, замкнутых

понижений, безуклонные участки и др.) и *впадающих в один и тот же коллектор*, и по их трассе вычерчивают продольные профили поверхности земли (рис. 5.3, дрены 1 и 2).

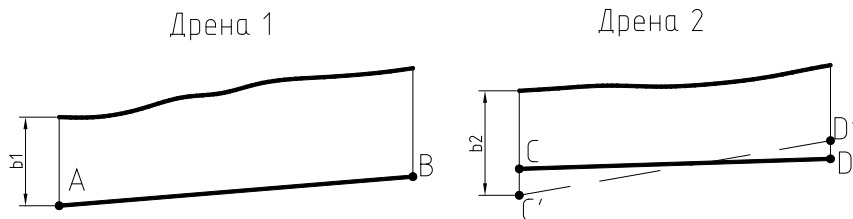


Рис. 5.3. Предварительные продольные профили дрен

3. Принятая расчетная глубина регулирующей сети наносится в устье и истоке. Полученная точка *A* соединяется с точкой *B*, а точка *C* – с точкой *D*. Анализируются глубины в промежутке между этими парами точек.

4. Определяют уклон дна регулирующей сети и сопоставляют с нормативным (см. выше).

Если уклон запроектированного дна больше минимального и глубины по трассе отвечают выше приведенным требованиям, считают, что дно водотоков (дрен, собирателей) запроектировано правильно. При проектировании дна необходимо стремиться к постоянству уклона и глубин по всей длине дрены (собирателя).

5. Если уклон дна водотока меньше минимального, проектируют новое положение линии дна с *минимальным уклоном* (рис. 5.3, дрена 2). Допускается уменьшение глубины регулирующей сети до 0,8–0,9 м в минеральных почвах и до 1,0 м в торфах *при пересечении небольших понижений и в исто-*

ках. В результате такого допущения получают новую точку D' . Из точки D' проводят линию дна $D'C'$ под минимальным уклоном, стремясь сохранить среднюю глубину водотока. В связи с отклонением от первоначального положения получается новая глубина дрены 2 в устье b_2 . У дрены 1 глубина b_1 в устье будет равна принятой расчетной глубине дрены, так как она откладывалась в устье, а линия дна запроектирована с уклоном не менее минимального.

6. По трассе проводящего водотока (например, коллектора 1), в который впадают дрены 1 и 2, строят продольный профиль поверхности земли.

7. На профиль коллектора по трассе поверхности земли наносят устьевые глубины b_1 и b_2 дрен 1 и 2 (точки A и C' , рис. 5.4).

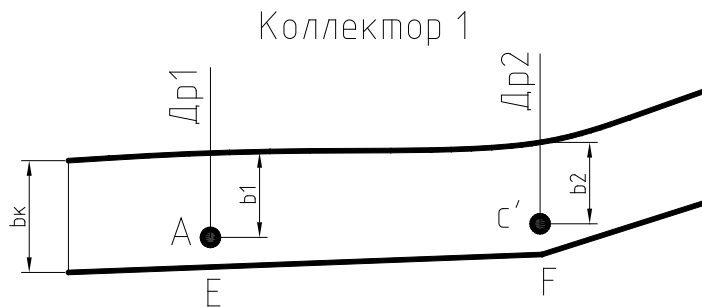


Рис. 5.4. Предварительный продольный профиль коллектора

8. Дно коллектора проектируют глубже дна дрен на 10 см (см. п. 1). Для этого от точек A и C' в соответствующем масштабе откладывают вниз эту величину. Получают точки E и F , которые являются

ориентирами для проектирования линии дна коллектора. При этом следует учитывать уклон и рельеф поверхности земли.

Уклон закрытого коллектора рекомендуется принимать постоянным по всей длине или увеличивающимся от истока к устью. Уменьшение уклона от истока к устью допускается во избежание заглубления открытой сети при достаточном обосновании.

Оптимальными для закрытых коллекторов являются уклоны в пределах от 0,006 до 0,015. Минимально допустимые уклоны, обеспечивающие незаиляющие скорости при безуклонной поверхности, приводятся в табл. 5.5.

Таблица 5.5

Минимальные уклоны закрытой проводящей сети

| Внутренний диаметр коллектора, мм | Минимально допустимый уклон | |
|-----------------------------------|--|--|
| | в плавунах, пылеватых песках и супесях | в остальных минеральных грунтах и торфяниках |
| 75, 100 | 0,0035 | 0,0020 |
| 125 | 0,0030 | 0,0015 |
| 150 | 0,0025 | 0,0010 |
| 175, 200 | 0,0020 | 0,0007 |

Если уклон дна меньше минимального, проектируют новое положение дна коллектора с учетом вышеприведенных требований (см. п. 4 и 5). В результате такого построения получают глубину кол-

лектора в устье b_k . С учетом нового положения дна коллектора корректируют ранее построенные продольные профили дрен, т.е. изменяют устьевые глубины и уклон дна.

Продольные профили дрен и коллектора приведены в прил. 17 и 18.

Порядок построения продольных профилей открытых осушителей и собирателей аналогичен проектированию в вертикальной плоскости закрытой сети (см. п. 2–5).

5.4.4. Защита дренажа от заиления

Под **заилением** закрытой трубчатой сети понимают частичную или полную закупорку полостей труб (минеральными частицами грунта, органическими соединениями, отложениями железистых соединений и минеральных солей, корнями растений), кольматаж стыковых зазоров и водоприемных отверстий в трубах, защитных фильтров и придренной области грунта. В связи с этим различают *механическое, химическое и биологическое* заиления закрытой сети. На практике наиболее часто встречается механическое заиление.

При движении грунтовых вод к дренажным трубам и водоприемным отверстиям дрен происходит сужение фильтрационного потока, увеличение скоростей фильтрации и градиентов фильтрационного напора, в результате чего могут происходить фильтрационные деформации несвязных грунтов в виде выпора через отверстия (размером от 2 до 4 мм) дрен в полости труб. Частицы грунта при практически встречающихся уклонах дрен откладываются в трубах, уменьшая площадь поперечного сечения вплоть до полной закупорки труб. В результате заиления полостей дренажных труб, кольматажа водоприемных отверстий дренаж перестает функционировать, и дренированные площади становятся непригодными для сельскохозяйственного использования.

Для предупреждения заиления дренажа при его проектировании и строительстве необходимо предусматривать специальные мероприятия по защите водоприемных отверстий дрен подходящим

фильтрующим материалом для конкретных грунтовых и гидрогеологических условий осушаемого участка.

Стыки и перфорацию дренажных труб следует защищать рулонными защитно-фильтрующими материалами (ЗФМ) на основе минеральных, синтетических или полимерных волокон и органическими материалами – торфом, соломой.

При проектировании закрытого дренажа *на слабопроницаемых почвах* необходимо предусматривать, как правило, устройство объемных фильтров (обсыпок) толщиной не менее 20 см, поверх рулонного ЗФМ. При проектировании закрытых собирателей объемный фильтр должен быть выполнен до подошвы пахотного горизонта.

В качестве объемного фильтра, как правило, необходимо использовать местные, естественные или искусственные материалы: песчано-гравийную смесь, крупнозернистый песок с содержанием зерен размерами более 0,5 мм не менее 40 % по массе, гравий, щебень, шлак, измельченную древесную и кустарниковую растительность, опилки, керамзит, солому, торф со степенью разложения не более 15 %, оструктуренный почвенный слой. Коэффициент фильтрации объемного фильтра должен быть не менее 1 м/сут.

Трубы и фильтры нельзя укладывать при наличии в траншеях воды, ибо это приводит к быстрому коммутированию фильтров и снижению поступления воды в трубы.

Способы защиты и защитные материалы приведены в табл. 5.6.

Таблица 5.6

Защитно-фильтрующие материалы и способы их укладки

| Характеристики грунтов | Рекомендуемые защитно-фильтрующие материалы и способы их укладки |
|---|---|
| Глины, тяжелые суглинки и тяжелые супеси | Стеклохолст типа ВВ-АМ или другой подходящий рулонный материал сплошной полосой поверх труб шириной 15–17 см. Солома сверху толщиной 10–20 см в неуплотненном состоянии. Поверх фильтра присыпка растительным грунтом слоем 20–30 см |
| Супеси и суглинки, кроме пылеватых | Стеклохолст или другой подходящий рулонный материал сплошным слоем по всему периметру труб. Поверх фильтра присыпка растительным грунтом слоем 20–30 см |
| Пылеватые суглинки, мелко-зернистые пески, пльвуны | Стеклохолст или полиэтиленхолст сплошным слоем по всему периметру труб. Наружные фильтрующие муфты конструкции БелНИИМиВХ (желательно в пльвунах). Поверх фильтра присыпка растительным грунтом слоем 20–30 см. Немедленная засыпка траншей на полную глубину |
| Средне- и крупнозернистые пески | Стеклохолст или другой подходящий фильтрующий материал сплошным слоем по всему периметру труб, в суффозионных грунтах – с проверкой условий не-кольматируемости фильтра суффозионными частицами. Не рекомендуется присыпка растительным грунтом |
| Торф низинный плотный ($> 0,9 \text{ г/см}^3$, степень разложения менее 35 %) | Стеклохолст или другой фильтрующий материал сплошной полосой поверх труб шириной 15–17 см. Присыпка сухим торфом из верхних слоев. Немедленная засыпка траншеи на полную глубину |
| Торф низинный малой плотности ($< 0,9 \text{ г/см}^3$, степень разложения более 35 %) | Солома, фрезерный торф сверху, слой соломы 10–20 см в неуплотненном состоянии, фрезерный торф 5–10 см. Присыпка сухим торфом из верхних слоев. Немедленная засыпка траншей на полную глубину |

Наиболее опасным *химическим заилением закрытой сети* является частичная или полная закупорка полостей, водоприемных от-верстий труб, ЗФМ и придренной зоны железистыми соединения-

ми. Образованию этих соединений содействуют химические и биологические процессы окисления закисных соединений железа, которые происходят при наличии свободного кислорода, высокой кислотности и благоприятной температуре почвенной среды. Процесс значительно ускоряется при участии железобактерий. Наиболее интенсивно процессы заиливания такими соединениями происходят на низинных торфяниках, наименее интенсивно – на верховых.

При содержании в грунтовых водах осушаемой территории **до 3 мг/л закисного железа** специальные мероприятия по защите закрытого дренажа от заполнения железистыми соединениями допускается **не предусматривать**.

При содержании закисного железа **от 3 до 5 мг/л** в грунтовых водах осушаемой территории необходимо предусматривать специальные **мероприятия по защите дрена от заиливания**:

- ловчие каналы для перехвата грунтовых и родниковых вод со сбросом их в проводящую сеть или водоприемник, минуя закрытые коллекторы;
- дренажные системы площадью не более 10 га с прямолинейными закрытыми коллекторами одного порядка, удобными для промывки;
- уклоны дрена не менее 0,004 и коллекторов – не менее 0,003 (не допускается при этом общее заглубление проводящей осушительной сети);
- обеспечение увеличения или неизменности скорости течения воды в дренах и коллекторах от истока к устью;
- увеличение уклонов устьевых участков дрена до 0,01 и более на протяжении 5–10 м;
- защиту водоприемных отверстий и стыков керамических труб рулонными фильтрующими материалами, дополненными ржаной соломой, измельченной древесно-кустарниковой растительностью, опилками, льнокострой и др.;
- засыпку дренажных траншей вслед за укладкой труб после их присыпки растительным грунтом;
- устройство смотровых колодцев потайного типа;

- внесение в почву извести по нормам, определяемым в зависимости от кислотности почв;
- глубокое (до 0,8 м) рыхление слабОВОдопроницаемых подпочвенных слоев с внесением извести по всему профилю почвы;-
- исключение воздуха из полости дрен посредством обеспечения их работы в напорном режиме.

При содержании в грунтовых водах **закисного железа от 5 до 8 мг/л**, помимо выполнения вышеприведенных требований, необходимо предусматривать одно из нижеперечисленных **мероприятий**:

– уклоны дренажных линий (*i*), обеспечивающие скорость течения воды в дренах и коллекторах не менее 0,35 м/с:

– для дрен диаметром 50 мм $- i \geq 0,006;$

– для коллекторов диаметром от 75 до 125 мм $- i \geq 0,003;$

– то же свыше 125 мм $- i \geq 0,002;$

– устройство постоянно затопленных устьев коллекторов;

– устройство дрен, впадающих в открытую проводящую сеть;

– устройство дрен из труб диаметром от 75 до 100 мм в минеральных грунтах и от 100 до 125 мм – в торфах;

– внесение ингибиторов в дренажные траншеи.

Дренажные системы при этом следует проектировать с коллекторами одного порядка и дренами не более 100 м.

При содержании в грунтовых водах **закисного железа более 8 мг/л** необходимо предусматривать первичное осушение открытыми каналами в сочетании с кротовым дренажем (там, где это возможно).

Материальный закрытый дренаж допускается проектировать только после интенсивного осушения открытыми каналами в течение

4–5 лет, назначая при этом защитные мероприятия в зависимости от остаточного содержания закисного железа.

Ингибиторы в качестве одного из мероприятий, предотвращающих заохривание дренажа или снижающих его интенсивность, применяются на участках с атмосферным или грунтовым безнапорным водным питанием.

При грундово-напорном питании применение ингибиторов нецелесообразно.

В качестве ингибиторов рекомендуется применять (из расчета на 1 м дренажной траншеи):

- в слабокислых минеральных грунтах ($5,6 \leq \text{pH} < 6,5$) – не менее 1 кг фосфорной муки;
- в кислых минеральных грунтах ($\text{pH} < 5,6$) с низким содержанием гумуса – не менее 1,5 кг извести;
- в торфяных и высокогумусированных минеральных грунтах, не-зависимо от кислотности, – не менее 1,5 кг смеси гипса с известью в соотношении 2:1.

В качестве ингибиторов допускается применение в кислых грунтах торфяной топочной золы сухого удаления путем ее перемешивания с грунтом обратной засыпки траншеи в соотношении (по массе) от 1:9 до 2:8.

6. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

6.1. Гидравлические расчеты закрытых коллекторов

Закрытые коллекторы проектируют переменного поперечного сечения.

Цель гидравлических расчетов – определение размеров поперечного сечения (диаметра) коллектора и установление точек перехода от одного диаметра к другому в зависимости от нарастания водосборной площади, а также определение скорости движения воды в нем.

Расчетные расходы необходимо определить в следующих сечениях: в устье коллектора, в местах изменения уклона, в местах соединения коллекторов различных порядков, в месте впуска поверхностных вод из поглощающих устройств (фильтров поглотителей).

Расчетный расход дренажных вод в любом створе определяется по формуле

$$Q = q F, \quad (6.1)$$

где q – модуль дренажного стока, л/(с·га), приводится в задании или принимается по [3–5];

F – площадь дренажной системы выше расчетного створа, га.

Гидравлический расчет дренажных гладкостенных труб (пласт-массовых, керамических и асбестоцементных) производится по формулам равномерного движения при работе трубы полным сечением и при безнапорном режиме

$$Q = q F = \omega C \sqrt{RJ}, \quad (6.2)$$

где Q – расход коллектора, л/с;

ω – площадь живого сечения коллектора, м²;

R – гидравлический радиус сечения, м; для круглых труб: $R = D_0/4$;

J – уклон коллектора в долях единицы;

C – скоростной коэффициент (коэффициент Шези), м^{0.5}/с, определяется по формуле

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

где y – показатель степени, для труб круглого сечения принимается равным 1/6;
 n – коэффициент шероховатости.

Гидравлический расчет закрытых коллекторов и дрен из полиэтиленовых гофрированных труб следует выполнять по формулам:

а) для нормальных условий строительства дренажа:

$$Q = 16,4 \cdot J^{0,51} \cdot D_0^{2,62}, \text{ м}^3/\text{с}; \quad (6.3)$$

б) для сложных условий строительства дренажа:

$$Q = 19,9 \cdot J^{0,54} \cdot D_0^{2,70}, \text{ м}^3/\text{с}; \quad (6.4)$$

где D_0 – внутренний диаметр труб, м, принимаемый по прил. 5.

Величина коэффициента шероховатости керамических труб n принимается по табл. 6.1 в зависимости от условий строительства. **При этом к сложным условиям следует относить строительство дренажа:**

а) в торфяных грунтах с плотностью сухого вещества $\gamma_c < 0,14 \text{ г/см}^3$ (при мощности слоя торфа 1,8 м и более);

б) в условиях грунтово-напорного питания;

в) в водонасыщенных слабоустойчивых песках и супесях;

г) в грунтах с недостаточной несущей способностью при укладке труб на стеллажах или водоприемно-соединительных муфтах;

д) в грунтах с внутрипочвенной закаменностью свыше 0,5 % (более 0,03 м³ камней на 10 м траншеи) при наличии камней диаметром 0,2 м и более;

е) в торфяных грунтах с содержанием погребенной древесины свыше 0,5 %;

ж) на участках раскорчевки пней, мелколесья, кустарника (густо-го и средней густоты);

з) при безуклонной или малоуклонной поверхности мелиорируемых земель (при $i < 0,005$).

Таблица 6.1

Коэффициенты шероховатости гладкостенных дренажных труб n

| Виды труб | Условия строительства | |
|--|-----------------------|-------------|
| | нормальные | сложные |
| Керамические | 0,015 | 0,017 |
| Асбестоцементные | 0,012 | 0,014 |
| Пластмассовые гладкостенные | 0,011 | 0,013 |
| Деревянные и дощатые | 0,014 | 0,016 |
| Железобетонные и бетонные без штукатурки | 0,012–0,016 | 0,014–0,018 |

В прил. 19 приведены таблицы для подбора диаметра коллекторов из керамических труб, по которым в зависимости от диаметра коллектора, его уклона и модуля дренажного стока определяется площадь водосбора, с которой коллектор заданного диаметра может принять и отвести избыточную воду.

Гидравлический расчет (подбор диаметров коллекторов) от истока к устью ведется в следующей последовательности:

1. Минимальный диаметр в истоке принимается равным 75 мм.
2. Определяется площадь, которая может быть обслужена данным диаметром коллектора при за-проектированном уклоне:

$$F = \frac{Q}{q}. \quad (6.5)$$

3. Для облегчения расчетов площадь определяют по формуле

$$F = \sum l \cdot B. \quad (6.6)$$

Из формулы (6.6) определяют суммарную длину дрен $\sum l$, которая может быть подключена к коллектору принятого диаметра:

$$\sum l = \frac{F}{B}, \text{ м}, \quad (6.7)$$

где B – расстояние между дренами, м;

F – принимается по прил. 19 или определяется по формуле (6.5), м².

Далее суммируют длины дрен, снимаемые с плана рассчитываемого коллектора, начиная с истока. Равенство этой суммы с суммой, полученной по формуле (6.7), определит место изменения диаметра коллектора D_{75} на следующий стандартный диаметр D_{100} .

Примечание. Дрены подсоединяются к коллектору со смещением 1,5–2 м при двухстороннем впуске их в коллектор.

4. Задаются следующим стандартным диаметром коллектора и повторяют аналогичные расчеты. Для увеличенного диаметра коллектора D_{100} снова определяют суммарную длину дрен по формуле (6.7) и место изменения диаметра. Для этого опять, начиная с истока, суммируют длины дрен, снимаемые с плана рассчитываемого коллектора. Равенство этой суммы с суммой, полученной по формуле (6.7) для диаметра D_{100} , определит место изменения диаметра коллектора D_{100} на следующий стандартный диаметр D_{125} . Длину отрезка коллектора диаметром D_{100} определяем вычитанием из l_2 значения l_1 , т.е. $(l_2 - l_1)$, где l_1 – длина отрезка коллектора с первоначально принятым диаметром D_{75} ; l_2 – длина отрезка коллектора при водосборной площади F_2 , полученной для диаметра D_{100} . Расчеты выполняются последовательно до устья коллектора.

5. Определив площадь обслуживания F , вычисляют расход Q по (6.1), а затем скорость течения воды V в коллекторе принятого диаметра по формуле

$$V = \frac{Q}{\omega}, \text{ м/с}, \quad (6.8)$$

где

$$\omega = \frac{\pi \cdot D_0^2}{4}, \text{ м}^2. \quad (6.9)$$

Скорость течения воды в коллекторе при пропуске расчетных расходов необходимо принимать в пределах:

– *наименьшая* (незаиляющая скорость) – 0,3 м/с;

– *наибольшая* (не допускающая размыв) – 1,5 м/с – в керамических трубах, 3,0 м/с – в пластмассовых.

При скорости течения в закрытом коллекторе, превышающей 1,5–3,0 м/с, необходимо предусматривать одно из нижеперечисленных технических решений:

- круговая обертка дренажных труб рубероидом или полиэтиленовой пленкой;
- применение пластмассовых труб без перфорации;
- использование асбестоцементных труб, соединяемых на муфтах;
- бетонирование стыков керамических труб.

Результаты гидравлических расчетов сводятся в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Гидравлический расчет закрытых коллекторов

| № коллектора | Уклон коллектора, J_k | Наружный диаметр D , мм | Внутренний диаметр D_0 , мм | Площадь возможная к обслуживанию F , га | Возможная суммарная длина дрен $\sum L$, м | Реальное количество обслуживаемых дрен n , шт. | Реальная суммарная длина дрен $\sum L_p$, м | Реальная площадь обслуживания F_p , га | Расход Q , л/с, по (6.1) | Скорость V , м/с | Местоположение изменения диаметра коллектора, м, от истока |
|--------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------------|---|---|--|--|--|----------------------------|--------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | | | | | | | | | |

6.2. Гидравлический расчет открытых каналов

Предварительные параметры каналов – глубина, уклоны, ширина по дну – получают в результате проектирования каналов и их взаимной увязки в вертикальной плоскости.

Гидравлический расчет каналов проводят с целью определения параметров его поперечного и продольного сечений, при которых обеспечивается пропуск расчетных расходов с допустимыми скоростями (на размыв и заиление) и с необходимыми запасами от уровней воды до бровки в зависимости от сельскохозяйственного использования земель (см. табл. 4.1).

Гидравлический расчет проводящих каналов необходимо выполнять при площади водосбора 5 км² и более и расчетном расходе воды более 0,5 м³/с; при меньшей площади водосбора размеры поперечных сечений каналов принимаются конструктивно. Гидравлический расчет проводящих каналов на неразмывающие скорости необходимо выполнять при любой площади водосбора, когда уклон канала превышает 0,0005 для песчаных, 0,003 – для суглинистых и 0,005 – для глинистых грунтов.

Гидравлический расчет открытых водотоков выполняется, как правило, по формулам равномерного движения воды **для следующих створов:**

- 1) в устье водотока;
- 2) выше и ниже каждого впадающего канала, расчетный расход которого составляет 10 % и более от расхода рассчитываемого водотока в данном створе;
- 3) выше и ниже мест изменения уклонов;
- 4) на бесприточных участках – в створах, где площадь водосбора отличается от площади водосбора вышерасположенного расчетного створа более чем на 20 %.

В случае притока воды в проводящие каналы или поступления ее из каналов высшего порядка, что создает подпоры с изменением циркуляции потока или другие явления, влияющие на глубину и рас-

ход воды, гидравлический расчет необходимо производить по формулам неравномерного движения воды [6].

Проектирование открытых проводящих каналов ведется в следующей последовательности:

1. На плане намечают трассу канала в соответствии с вышеприведенными рекомендациями (см. п. 5.3).

2. На миллиметровой бумаге по намеченной на плане трассе строят продольный профиль ее поверхности (см. прил. 20), на нем показывают все впадающие в канал открытые каналы, закрытые коллекторы, отметки их устьев (дна).

3. В соответствии с требованиями вертикального сопряжения открытых каналов с открытыми и закрытыми собирателями и коллекторами (см. рис. 5.1) и, исходя из условий пропускания расчетных расходов (см. табл. 4.1), устанавливают глубину канала H (2,0–2,5 м), которая откладывается на построенном продольном профиле.

4. Придерживаясь принятых глубин, проектируют дно канала. Уклон канала должен соответствовать уклону поверхности его трассы.

При равномерном движении воды в каналах расход следует определять по формуле

$$Q = \omega \cdot V, \quad (6.10)$$

где Q – расчетный расход в створе, м³/с;

ω – площадь живого сечения потока, м²;

V – скорость течения воды, м/с, которая определяется по формуле

$$V = C \sqrt{R \cdot J}, \quad (6.11)$$

где C – коэффициент Шези, $\text{м}^{0.5}/\text{с}$;

R – гидравлический радиус живого сечения потока, м;

J – уклон дна канала в долях единицы.

При трапецеидальной форме сечения русла:

$$\omega = (b + mh) \cdot h; \quad (6.12)$$

$$R = \omega/\chi; \quad (6.13)$$

$$\chi = b + 2h \cdot \sqrt{1 + m^2}; \quad (6.14)$$

где h – глубина потока, м;

b – ширина канала по дну, м;

m – коэффициент заложения откосов;

χ – смоченный периметр сечения, м.

Для каналов с гидравлическим радиусом $R \leq 5$ м коэффициент Шези следует определять, как правило, по формуле

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^y, \quad (6.15)$$

где y – показатель степени, определяется по формуле

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,1); \quad (6.16)$$

где n – коэффициент шероховатости, определяемый по табл. 6.3 и 6.4 или по [6, прил. Л].

Таблица 6.3

Коэффициент шероховатости проводящих каналов,
работающих в нормальных условиях эксплуатации

| Характеристика каналов | Расход | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| | весеннего половодья и предпосевной | летне-осеннего паводка и меженный |
| $Q \geq 25 \text{ м}^3/\text{с}$ | | |
| в песчаных грунтах | 0,025 | 0,028 |
| в глинистых грунтах | 0,022 | 0,026 |
| в торфяных грунтах | 0,024 | 0,030 |
| в песчано-галечниковых грунтах | 0,027 | 0,028 |
| $Q < 25 \text{ м}^3/\text{с}$ | | |
| в песчаных грунтах | 0,026 | 0,032 |

| | | |
|--------------------------------|-------|-------|
| в глинистых грунтах | 0,024 | 0,029 |
| в торфяных грунтах | 0,026 | 0,033 |
| в песчано-галечниковых грунтах | 0,026 | 0,032 |

Таблица 6.4

Коэффициенты шероховатости креплений каналов

| Тип креплений | Коэффициент |
|---|-------------|
| Железобетонные сборные плиты и лотки | 0,003–0,015 |
| Бетонная облицовка с грубо отделанной поверхностью, плиты и блоки из пористого бетона | 0,015–0,018 |
| Одерновка, залужение | 0,030–0,035 |
| Пригрузка (наброска) из гравия и щебня | 0,025–0,032 |
| Фашины, хворостяные канаты и плетневые стенки, тюфяки | 0,027–0,034 |
| Крепления из синтетических и стекловолоконистых материалов | 0,012–0,017 |

Допускается определять коэффициент Шези по формуле

$$C = \frac{1}{n} + (27,5 - 300n) \cdot \lg R . \quad (6.17)$$

Для практических расчетов значение коэффициента Шези в формуле (6.11) допускается принимать по гидравлическим справочникам.

Для приближенных расчетов допускается вычисление коэффициента Шези по формуле

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}. \quad (6.18)$$

Для каналов с гидравлическим радиусом $R > 5$ м коэффициент Шези следует определять по фактическим данным, полученным для каналов, работающих в аналогичных условиях.

Методика расчета каналов параболического сечения приведена в [22, с. 390–391].

Гидравлический расчет ведется методом последовательных приближений.

1. В соответствии с принятым уклоном J , назначив ширину по дну $b = 0,4–0,6$ м в соответствии с параметрами ковша экскаватора, приняв трапецидальную форму поперечного сечения и соответствующее для заданных грунтов заложение откосов (см. табл. 5.1), определяют расходы воды для 3–4 глубин канала (0,5 м; 1,0 м; 1,5 м; 2,0 м). Вычисления рекомендуется выполнять в табличной форме (табл. 6.5).

Таблица 6.5

Гидравлический расчет канала

| Ширина по дну b , м | Глубина воды в канале h , м | Площадь живого сечения потока ω , м ² | Смоченный периметр сечения χ , м | Гидравлический радиус R , м | Коэффициент Шези $C_{\text{вп, ппв}}$, м ^{0,5} /с | Расход $Q_{\text{вп, ппв}}$, м ³ /с | Коэффициент Шези $C_{\text{лоп, бп}}$, м ^{0,5} /с | Расход $Q_{\text{лоп, бп}}$, м ³ /с |
|-----------------------|-------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------------|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

По данным табл. 6.5 строят кривые связи зависимости расхода от глубины воды в канале $Q = f(h)$: их две (рис. 6.1), так как коэффициенты шероховатости в различные расчетные периоды разные (см. табл. 6.3).

По графику (рис. 6.1) определяются значения глубин, которые соответствуют расчетным расходам воды в канале в различные расчетные периоды (см. раздел 4).

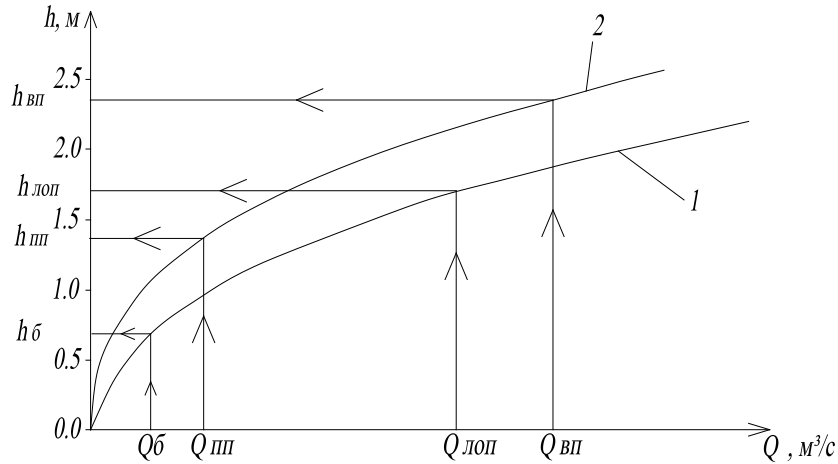


Рис. 6.1. График связи $Q = f(h)$:

1 – для летне-осеннего паводка и меженного периода;
 2 – для весеннего половодья и предпосевного периода

2. Проверяют, насколько принятые параметры отвечают условиям пропуска расчетных расходов:

$$H = h + a, \text{ м}, \quad (6.19)$$

где H – глубина канала в расчетном створе, м;

h – глубина воды в канале при пропуске расчетных расходов, м;

a – запас от бровки канала до расчетного уровня, м, принимается в соответствии с табл. 4.1.

3. В случаях, когда принятые параметры удовлетворяют условиям пропуска расчетных расходов, их оставляют без изменений; если параметры не обеспечивают требуемого запаса a , необходимо изменять ширину канала по дну, глубину или уклон до получения удовлетворительного результата.

4. Для принятых параметров канала определяют максимальные V_{\max} и минимальные V_{\min} скорости течения воды и сравнивают с допустимыми на размыв и заиление, т.е. должны соблюдаться условия

$$V_{\max} < V_{\text{доп}}^{\text{разм}} \text{ и } V_{\min} \geq V_{\text{доп}}^{\text{заил}},$$

где $V_{\text{доп}}^{\text{разм}}$ – максимально допустимая неразмывающая скорость движения воды в канале, м/с, определяется по табл. 6.6 или по прил. В [6];

$V_{\text{доп}}^{\text{заил}}$ – заиляющая скорость движения воды в канале, равная 0,25 м/с.

Таблица 6.6

Допустимые неразмывающие скорости движения воды
для незакрепленного русла

| Грунты | Неразмывающая скорость $V_{\text{доп}}$, м/с |
|------------------|---|
| Глины | 0,55–1,00 |
| Суглинок тяжелый | 0,50–0,90 |
| Суглинок средний | 0,45–0,75 |
| Суглинок легкий | 0,40–0,70 |
| Пески мелкие | 0,75–0,90 |
| Пески средние | 0,90–1,10 |
| Пески крупные | 1,10–1,30 |
| Илистые грунты | 0,20–0,20 |

| | |
|------|-----------|
| Торф | 0,40–1,50 |
|------|-----------|

При скоростях, превышающих допустимые на размыв, подбирается подходящий тип крепления по табл. 6.7.

Таблица 6.7

Допустимые неразмывающие скорости движения воды
для закрепленного русла

| Грунты | Неразмывающая скорость $V_{\text{доп}}$, м/с |
|--------------------------------------|---|
| Бетонная одежда | 12,5–20,0 |
| Каменная наброска в плетневой клетке | 3,0–4,0 |
| Мощение камнем на слое щебня | 2,4–4,1 |
| Одерновка | 0,9–1,3 |
| Хворостяная выстилка | 2,0–2,5 |
| Фашины | 2,5–3,5 |

Результаты подсчета значений скоростей потока при заданных расходах приведены в табл. 6.8.

Полученные в результате гидравлического расчета уровни воды в канале при пропуске расчетных расходов наносятся на продольные профили и типовые поперечные сечения (прил. 20).

Таблица 6.8

Значение скоростей потока при заданных расходах

| Расчетный расход Q , м ³ /с | Глубина воды в канале h , м | Площадь живого сечения потока ω , м ² | Скорость движения воды V , м/с |
|--|-------------------------------|---|----------------------------------|
| $Q_{вп}$ | | | |
| $Q_{лоп}$ | | | |
| $Q_{ппв}$ | | | |
| $Q_{бп}$ | | | |

При неравномерном движении воды в каналах, а также при нестационарном движении воды, параметры водотоков следует определять по методике, изложенной в прил. А [6].

7. ДОРОГИ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ

При проектировании мелиоративных систем должны быть предусмотрены дороги для вывоза с полей сельскохозяйственной продукции к местам ее хранения и переработки, перемещения сельскохозяйственных машин, доставки удобрений, семян, перегона скота и др. В зависимости от конкретных условий могут быть запроектированы следующие виды дорог:

- *межхозяйственные*, связывающие отдельные хозяйства с магистральными путями сообщения, районными центрами, железнодорожными станциями, пристанями и между собой;
- *внутрихозяйственные*, связывающие хозяйственный центр данного сельскохозяйственного предприятия с межхозяйственными дорогами, отделениями, бригадами, фермами и другими объектами в хозяйстве;
- *эксплуатационные*, обеспечивающие осмотр, обслуживание и ремонт всех сооружений мелиоративной системы;

– **полевые**, связывающие отдельные поля севооборота и сельскохозяйственные угодья с хозяйственными центрами данного сельскохозяйственного предприятия, магистральными эксплуатационными, внутрихозяйственными и межхозяйственными дорогами.

Протяженность и назначение дорог принимаются на основе технико-экономических расчетов.

При проектировании дорог необходимо:

1) стремиться максимально возможно совмещать дороги различного назначения, например, внутрихозяйственные с эксплуатационными;

2) трассировать дороги вдоль границ хозяйств, полей севооборотов, рек-водоприемников, каналов, по наиболее высоким отметкам и участкам с минимальными глубинами торфа;

3) располагать дороги вдоль проводящих каналов (рис. 7.1) со стороны истоков открытой регулирующей сети (чтобы не мешать стоку поверхностных вод и не пересекать осушители) и вдоль магистрального канала, причем для насыпки полотна дороги следует использовать грунт, вынутый из каналов.

На осушаемых участках с закрытой осушительной сетью дороги проектируют вдоль истоков дрен;

4) стремиться к минимальному количеству пересечений трасс дорог с водотоками и каналами.

Если дорога должна пересекать много боковых открытых каналов 1, то можно, углубив придорожный канал 2, впускать в него эти боковые каналы, тем самым уменьшить число перепусков 3 боковых каналов в главный канал (рис. 7.2) и сократить число мостов или труб;

5) располагать трассы дорог в обход участков с неблагоприятными грунтовыми условиями (по трассе канала, при глубине торфа 2 м, наличии сапропелей, илов). Не рекомендуется прокладывать дороги по глубоким торфяникам, и вообще, где только можно, дороги лучше устраивать на минеральных землях. Не следует также занимать под дороги ценные угодья;

6) с обеих сторон дороги устраивать кюветы шириной по дну 0,4 м и глубиной 0,6–1 м (в зависимости от максимального стока воды, который им придется отводить). При размещении дороги вдоль

канала необходимость в одном из кюветов отпадает. Между дорогой (основанием насыпи) и кюветом с каждой стороны оставляют берму шириной не менее 2–3 м.

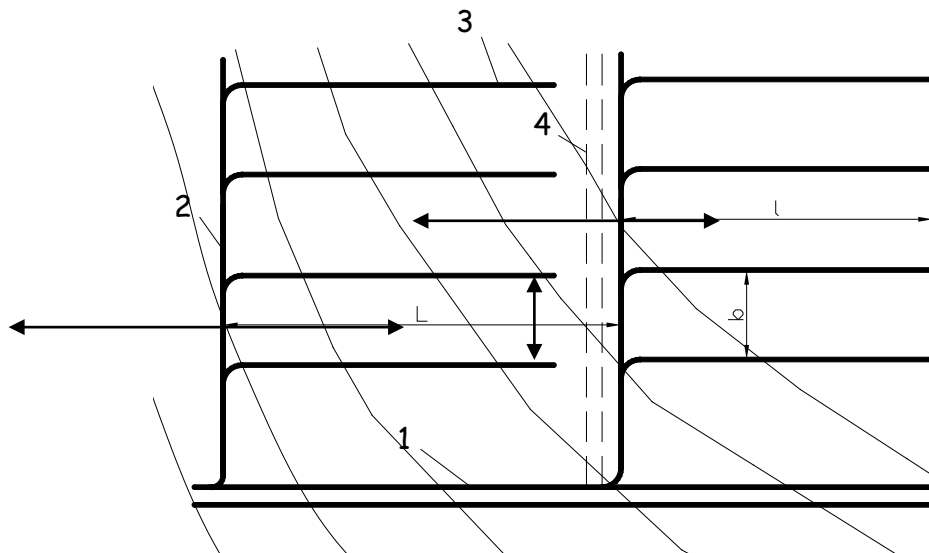


Рис. 7.1. Расположение дороги при одностороннем примыкании каналов:
1 – магистральный канал; 2 – водоотводной канал (коллектор);
3 – осушительный регулирующий канал; 4 – дорога



Рис. 7.2. Схема впуска боковых каналов в главный канал:
 1 – боковой канал; 2 – придорожный канал; 3 – мост или труба

Дороги на мелиоративных системах следует проектировать в соответствии с ТКП 45-3.03-19–2006 «Автомобильные дороги. Нормы проектирования» и СНиП 2.05.11–83 «Внутрихозяйственные автомобильные дороги в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях и организациях».

При проектировании дорог и переездов должны быть использованы типовые сооружения.

8. СООРУЖЕНИЯ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ

Гидротехнические сооружения на осушительной и осушительно-увлажнительной системе необходимы для регулирования водного режима почвы, обеспечения переезда через препятствия, эксплуатации мелиоративной сети. Эти сооружения проектируются в соответствии с требованиями ТКП 45-

3.04-169–2009 (02250) «Гидро-технические сооружения. Строительные нормы проектирования», ТКП 45-3.048–2005 (02250) «Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования», нормативными документами на материалы, отдельные типы сооружений и конструкций, условиями зоны строительства.

Сооружения на мелиоративных системах классифицируются по назначению, сроку эксплуатации, по значимости их в системах и классу капитальности.

Классификация сооружений *по назначению* приводится в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Классификация сооружений по назначению

| Сооружение | Назначение |
|---|--|
| 1. Регулирующее: а) шлюз-регулятор; | Регулирование уровней и расходов воды в каналах |
| б) водосброс, водозабор на прудах и водохранилищах; | Регулирование уровней и расходов воды в водоемах, пропуск паводков, забор и подача воды водопотребителям |
| в) колодец-регулятор | Регулирование уровней воды в закрытых дренажных системах |

| | |
|--|--|
| 2. Сопрягающие: а) перепад, быстроток, щелевой водослив; | Сопряжение дна каналов в местах резкого изменения отметок поверхности или уровня воды |
| б) колодец-перепад, дренажное устье | Сопряжение коллекторов дренажной сети друг с другом и с открытыми каналами |
| 3. Водопроводящие: дюкер, акведук | Сопряжение дна каналов в местах их пересечения с водотоками и путепроводами |
| 4. Переездное: мост, труба-переезд, пешеходный мост | Переход и переезд через водотоки |
| 5. Оградительная дамба | Защита земель от затопления. Могут быть в составе водохранилищ, прудов, польдеров |
| 6. Русловыправительное и руслоукрепительное устройство: струнаправляющая дамба, запруда и полузапруда (буны), крепление откосов и дна канала | Создание условий для плавного подхода воды к отверстиям сооружений, обеспечение устойчивости откосов и дна водотоков |
| 7. Насосная станция | Подача воды на орошение, откачка воды с осушаемых площадей |
| 8. Рыбопропускное сооружение | Обеспечение прохода рыбы из нижнего бьефа в верхний и обратно |

Окончание табл. 8.1

| Сооружение | Назначение |
|---|--|
| 9. Смотровой колодец | Контроль за работой осушительных систем. сопряжение коллекторов |
| 10. Колодец-поглотитель, колодец-фильтр, фильтр-поглотитель | Отвод поверхностных вод из замкнутых понижений глубиной более 0,15 м. Отвод воды из открытых каналов и по-верхностного стока из западин в закрытую сеть |
| 11. Скотоперегон-водопой | Переход скота через водотоки, водопой скота |
| 12. Эксплуатационное: наблюдательный колодец, гидрометрический створ, водомерный пост, береговая обстановка и др. | Обеспечение нормальной эксплуатации и сбор необходимой информации на мелиоративном объекте |

По сроку эксплуатации гидротехнические сооружения на мелиоративных системах подразделяются на *постоянные* и *временные*.

К постоянным относятся сооружения, используемые в процессе эксплуатации мелиоративной системы.

К временным относятся сооружения, используемые только в период строительства или ремонта постоянных сооружений.

В зависимости *от назначения в мелиоративной системе* постоянные сооружения подразделяются на *основные* и *второстепенные*.

К основным относятся сооружения, прекращение работы которых может вызвать последствия катастрофического характера для строительной площадки, населенных пунктов, сооружений и предприятий, нарушение нормальной работы мелиоративной системы.

К второстепенным относятся сооружения, прекращение работы которых не повлечет за собой прекращение работы основных сооружений.

Класс капитальности сооружений на мелиоративных системах принимается в зависимости от площади осушения или орошения, обслуживаемой этой системой (табл. 8.2).

Таблица 8.2

Класс сооружений

| Площадь мелиорируемых земель, обслуживаемая одним сооружением, тыс. га | Класс сооружения | Расчетная обеспеченность максимальных расходов или уровней воды, % | |
|--|------------------|--|-----------------------------|
| | | Основной расчетный случай | Поверочный расчетный случай |
| Более 300 | I | 0,1 | 0,01 |
| Более 100 до 300 включ. | II | 1,0 | 0,1 |
| Более 50 до 100 включ. | III | 3,0 | 0,5 |
| 50 и менее | IV | 5,0 | 1,0 |

Примечание. Сооружение должно нормально функционировать при пропуске расходов воды, соответствующих основному расчетному периоду. При поверочном расчете допускается нарушение нормальной работы сооружения, последствия которого могут быть устранены после пропуска паводка.

Временные сооружения на мелиоративных системах относятся к V классу капитальности.

Расчетную обеспеченность расходов воды необходимо принимать в зависимости от класса каналов по основному расчетному варианту. Класс каналов следует принимать равным классу защищаемого сооружения. Для каналов IV класса расчетную обеспеченность расходов воды следует принимать для систем:

- осушительных – в соответствии с табл. 4.1;
- оросительных – 10 %

При проектировании малых мостов, труб-регуляторов и труб-переездов, расположенных на пересечении осушительных каналов с авто-мобильными дорогами, расчетную обеспеченность расходов воды следует определять согласно СНиП 2.05.03–84 «Мосты и трубы».

Для сооружений на дорогах IV и V категорий расчетная обеспеченность расходов воды P принимается равной 3 %, а для сооружений на внутрихозяйственных дорогах, эксплуатационных и патрульных проездах – 5 %.

Для отдельно стоящих (обтекаемых) труб-регуляторов и труб-переездов расчетную обеспеченность расхода воды P следует принимать равной 10 %.

Расчетные гидравлические характеристики и расчетные расходы воды следует определять в соответствии с требованиями ТКП 45-3.04-168–2010 (02250) «Расчетные гидрологические характеристики. Порядок расчета», а также с учетом положений П1–98 к СНиП 2.01.14–83.

Гидравлические расчеты сооружений выполняются в соответствии с указаниями, которые приведены в типовых проектах и проектах для повторного применения.

Привязка типовых проектов и проектов для повторного применения производится в соответствии с СН 227–82 «Инструкция по типовому проектированию».

Гидравлический расчет дюкера следует производить исходя из обеспечения незаилающих скоростей воды. Окончательно параметры поперечного сечения дюкера следует выбирать с учетом технологии его очистки.

Конструкцию и габариты проездов через каналы (совмещенных и не совмещенных с гидротехническими сооружениями) следует принимать в соответствии с требованиями ТКП 45-3.03-19–2006, СНиП 2.05.03–84, СНиП 2.05.11–83.

Строительство сооружений осуществляется по типовым проектам.

Сооружения, по возможности, следует располагать в местах, где они могут выполнять одновременно несколько функций (например, шлюз-регулятор с трубчатым проездом).

Размеры водовыпускных отверстий всех сооружений должны уста-навливаться на основании гидравлических расчетов в зависимости от расчетной пропускной способности каналов.

Шлюзы-регуляторы на осушительно-увлажнительных каналах проектируются, исходя из условий командования над регулирующей увлажнительной сетью.

Шлюзы-регуляторы должны обеспечивать беспрепятственный про-пуск паводковых вод и иметь переходы или проезды через канал.

При увлажнении земель по трубчатым дренам на каждом осушительно-увлажнительном коллекторе в устье, в истоке и по длине самого коллектора (в зависимости от конструкции системы) устраивают регуляторы, которые располагают в колодцах для подачи воды в закрытую сеть.

Для уменьшения холостых пробегов механизмов и удобства сообщения между отдельными осушаемыми картами на открытой регулирующей сети следует предусматривать проезды через 700 м.

Переходные мосты на каналах необходимо предусматривать не далее 1 км от шлюзов и трубопереедов.

Статический, гидравлический и гидротехнический расчеты сооружений выполняются в соответствии с требованиями строительных норм и правил.

9. МЕРОПРИЯТИЯ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ВОДНОГО РЕЖИМА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Гумидная зона, к которой относится Республика Беларусь, характеризуется преобладанием атмосферных осадков над испарением и транспирацией растений в годовом размере. Однако, анализ метеорологических данных показывает, что осадки распределены неравномерно в течение года. Так, результаты расчетов, проведенных М.Г. Голченко, свидетельствуют, что в летний период сухого года, повторяемостью один раз в пять лет, вся территория республики будет находиться в условиях недостаточного увлажнения. Недостатки осадков составляют в среднем 100–250 мм при наличии неиспользуемых ресурсов тепла в пределах 33,6–37,8 кДж/см². В летние месяцы даже среднего по водности года (50 % обеспеченность суммарных осадков за май–август) наблюдается недостаток осадков для поддержания влажности почв на уровне наименьшей влагоемкости.

В течение вегетационного периода наблюдается 3–4 засушливых периода продолжительностью 5–10 суток. Один раз в два года повторяются засушливые периоды по 10–30 суток, а каждый 3-й год – свыше 30 суток.

Как показала практика, 7–8 из каждых 10 лет в июле–августе при-фермские пастбища выгорают от недостатка влаги, а ежегодные по-тери овощей составляют до 50 %.

Поэтому в засушливые периоды, когда нет осадков, при глубине грунтовых вод ниже 80–90 см – для трав и ниже 1,3 м – для овощных и других культур, для получения стабильных урожаев сельскохозяйственных культур необходимо дополнительное увлажнение почвы.

Осушительные системы одностороннего действия (обеспечивают только отвод избыточных вод) имеют совершенно конкретные параметры, в связи с чем они не могут обеспечить дифференцированную влажность почвы, необходимую для нормального развития растений в разные периоды их вегетации.

Регулировать влажность почвы, а следовательно, и потребность растений в воде в разные периоды их развития, позволяют *осушительно-увлажнительные системы (ОУС)*, т.е. системы двухстороннего действия, обеспечивающие осушение корнеобитаемого слоя почвы во влажные периоды и увлажнение в засушливые периоды. Поэтому в настоящее время уделяется большое внимание строительству осушительно-увлажнительных систем, позволяющих получать более высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур на мелиорируемых землях.

Осушительно-увлажнительная система состоит из двух частей: *осушительной* – для отвода избыточной воды и *увлажнительной* – для подачи воды в корнеобитаемый слой почвы. Однако функции осушения и увлажнения могут выполнять одни и те же элементы системы. Например, магистральные осушительные каналы и водоприемники могут служить водоисточниками и проводящими увлажнительными каналами, нагорные каналы – проводящими увлажнительными каналами, осушители и дрены – увлажнителями и т.д. Чем больше элементов осушительной части системы используется для увлажнения земель, тем дешевле система.

Состав сооружений и конструкция осушительно-увлажнительной системы зависят от метода и способа увлажнения. *Увлажнение земель может быть осуществлено следующими способами:* поверхностным, дождеванием, внутрпочвенным (в т.ч. капельным), подпочвенным и аэрозольным (мелкодис-

персным). Для обоснования рационального метода и способа увлажнения проводят технико-экономический анализ различных вариантов.

В Республике Беларусь большое распространение получило *подпоч-венное увлажнение* и *дождевание* (вода подается на орошаемую площадь в виде искусственного дождя с помощью специальных аппаратов и устройств, увлажняя как почву, так и надземные части растений).

Подпочвенное увлажнение (субирригация, шлюзование) – искусственное повышение уровней грунтовых вод (путем задержки или подачи воды в каналы), от которых по почвенным капиллярам увлажняется корнеобитаемый слой почвы. Для этого на регулирующей и проводящей сети устраивают подпорные сооружения, позволяющие прекращать или замедлять отток воды по каналам и дренам и в результате замедлять опускание УГВ или поднимать его. В Беларуси такие системы построены на площади около 700 тыс. га, или почти на 25 % осушаемой территории.

Осушительно-увлажнительные системы с подпочвенным увлажнением проектируются в грунтах с коэффициентом фильтрации $K \geq 0,5$ м/сут и проводимостью фильтрующего слоя $T \geq 1,0$ м²/сут, при уклонах местности до 0,0005, если в качестве увлажнительной сети используется открытая сеть, и до 0,005, когда предусматривается закрытая сеть с использованием мелиорируемых земель под полевые севообороты и луговые угодья. Увлажнение почвы должно обеспечивать сроки, определенные графиком полива сельскохозяйственных культур.

Подпочвенное увлажнение подразделяется на *гарантированное* и *предупредительное*.

При ***предупредительном шлюзовании*** сток воды в водотоках задерживается закрытием шлюзов на фазе спада весеннего паводка, стабилизируя уровень воды на отметках, позволяющих вести весенние полевые работы. С помощью этого приема создается объем воды, который постепенно используется на увлажнение не только в начале весны, но и насколько возможно в период вегетации растений. При предупредительном шлюзовании используются воды, стекающие с водосбора мелио-

ративного объекта (так называемый местный сток), поэтому оно и целесообразно в случае, когда площадь водосбора осушительной системы превышает площадь шлюзования (увлажнения) в 15 и более раз, а также на участках с интенсивным грунтовым или грунтово-напорным питанием. При меньшей водосборной площади объем воды может оказаться недостаточным.

Летом шлюзы открываются в дождливые или влажные периоды, по мере надобности, чтобы поддерживать нужный режим грунтовых вод, а также для аэрации почвы (на 1–2 дня при достаточном притоке воды в канале).

Гарантированное увлажнение – это поддержание уровня грунтовых вод на заданных отметках с целью регулирования влагозапасов корнеобитаемой зоны в соответствии с требованиями растений в течение всего вегетационного периода независимо от естественного природного хода элементов водного баланса. Оно осуществляется путем аккумуляции стока с собственного водосбора, а также подачи воды из внешних гарантированных водоисточников в открытую или закрытую осушительную сеть.

При гарантированной подаче воды в систему для орошения культур шлюзы закрываются в отдельные периоды, согласно потребностям растений в добавочной влаге.

По способу подачи воды в корнеобитаемый слой гарантированное увлажнение подразделяется на *непрерывное* и *циклическое* (допускаемое только на луговых землях).

При непрерывной подаче воды оптимальный диапазон колебания уровня грунтовых вод обеспечивается в течение вегетационного периода с учетом погодных и почвенных условий, вида и фазы развития растений.

При циклической подаче воды, по мере необходимости, реализуются подъемы уровней грунтовых вод до верхней границы оптимального диапазона с последующей их сработкой до нижней границы оптимального диапазона. Циклическую подачу воды можно проводить при увлажнении земель,

используемых *под сенокосы и пастбища* на водооборотных осушительно-увлажнительных системах, а также на системах, расположенных вблизи наливных водохранилищ.

Время подъема и сброса УГВ обязательно увязывается со сроками проведения агротехнических обработок почвы, временем выпаса скота и уборки урожая.

Уровни в водоотводящих и распределительных каналах, *при непрерывной подаче* воды на увлажнение, должны быть ниже поверхности земли не менее чем *на 0,4 м*; *при циклической подаче* воды и использовании прилегающих к каналам земель под травами допускается подъем уровней *до поверхности земли на период от 3 до 5 сут.*

При разработке мероприятий по подпочвенному увлажнению земель на ОУС *с непрерывной подачей воды* необходимо обеспечивать соответствие УГВ следующим условиям:

– вблизи подпорных сооружений, в приканальных полосах и на пониженных элементах рельефа УГВ могут превышать отметку минимально допустимого уровня не более чем на 20 % площадей полей регулирования при увлажнении трав, на 10 % – при увлажнении пропашных и на 5 % – при увлажнении зерновых;

– в середине межканального пространства и на повышенных элементах рельефа УГВ может опускаться ниже отметки максимально допустимого уровня не более чем на 5 % площадей полей регулирования при увлажнении трав, на 10 % – при увлажнении пропашных и на 20 % – при увлажнении зерновых.

При разработке мероприятий по подпочвенному увлажнению земель на ОУС *с циклической подачей воды* необходимо руководствоваться следующими основными положениями:

– в периоды подачи воды на увлажнение УГВ допускается поднимать до 0,2 м ниже поверхности почвы в понижениях рельефа;

– продолжительность подтопления корнеобитаемого слоя в периоды активной вегетации растений определяется видом трав, в качестве среднего значения рекомендуется принимать срок от 3 до 5 сут;

- подача воды для увлажнения начинается при понижении влажности пахотного слоя до нижнего допустимого предела (при регулировании влажности почвы) либо при снижении УГВ до нижней границы допустимого диапазона (при регулировании УГВ) и прекращается при повышении влажности пахотного горизонта до ее верхнего предела либо при превышении верхней границы допустимого диапазона УГВ;
- после уборки трав рекомендуется производить разовые подъемы УГВ;
- с целью экономии воды после завершения фазы подъема УГВ следует избегать принудительного опорожнения сети, ограничиваясь естественной сработкой запасов воды в каналах (испарение, грунтовый отток, утечки через уплотнения затворов);
- с окончанием расчетного периода увлажнения прекращается подача воды в сеть без опорожнения последней.

Недостатки подпочвенного увлажнения:

- 1) неоперативное управление водным режимом из-за высокой инерционности грунтовых вод (скорость движения УГВ 5–10 см/сут);
- 2) неравномерное увлажнение почв во времени, по длине и в сторону от зашлюзованных каналов и подпертых дрен;
- 3) недостаточное увлажнение верхних слоев почвы;
- 4) нарушение устойчивости открытых каналов.

Уровни и режим грунтовых вод и объемы подачи воды для увлажнения следует определять расчетом для типичных лет с обеспеченностью осадков 75 % и 90 %.

При подпочвенном увлажнении на ОУС применяют шлюзование одиночного канала, сети открытых каналов, закрытых дрен, каналов или дрен с кротованием или другими агрономелиоративными мероприятиями, повышающими водопроницаемость грунтов.

Наиболее экономичным способом увлажнения является осушительно-увлажнительная система с инфильтрацией воды из каналов и дрен посредством поднятия уровней воды в каналах и создания

напора воды в закрытых дренах при шлюзовании. Этот способ применяется на малоуклонных выровненных участках с хорошо фильтрующими грунтами (мелко- и среднезалежные торфяники, подстилаемые песками). Для ускорения цикла увлажнения при глубине торфа более 1,0 м дополнительно к каналам и дренам устраивают кротовый дренаж, прокладываемый от открытых каналов.

Хорошо зарекомендовали себя осушительно-увлажнительные системы, в которых вода к растениям подается через истоки регулирующей сети с помощью специальных увлажнительных распределителей (коллекторов). Такая система приведена на рис. 9.1. Другие конструкции и условия применения осушительно-увлажнительных систем можно найти в работах [4, 5, 18].

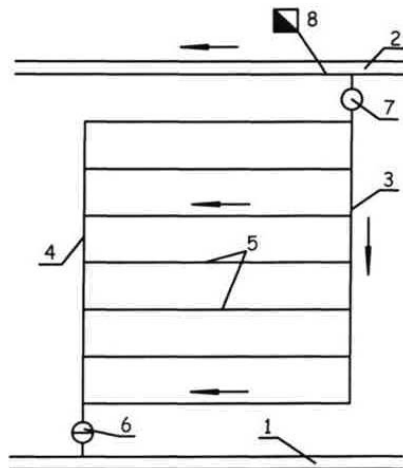


Рис. 9.1. Осушительно-увлажнительная система с подачей воды в истоки закрытой регулирующей сети:

1 – магистральный канал; 2 – водоподводящий канал; 3 – увлажнительный коллектор; 4 – осушительный коллектор; 5 – регулирующая сеть (дрены-увлажнители);
6 – смотровой колодец с подпорным устройством; 7 – водоприемный колодец;
8 – подпорное сооружение

Осушительно-увлажнительные системы с подачей воды по дренам нельзя проектировать, если в профиле грунта до глубины закладки дрен имеются слои пылеватой и лессовидной супесей и суглинков мощностью свыше 20 см.

При значительных уклонах коллектора по его трассе могут устанавливаться дополнительные колодцы-регуляторы с задвижками.

Для оперативного управления водным режимом коллекторы и дрены-увлажнители объединяют в отдельные группы и увлажнение осуществляют по группам коллекторов и дрен.

Площадь участка и количество дрен, обслуживающих этот участок, определяют в зависимости от гидрогеологических условий, размеров полей севооборота и рельефа местности.

На закрытой сети в качестве подпорного сооружения применяются смотровые колодцы с установкой в них регулирующих устройств (шандоры, автоматические регуляторы уровней воды, другие приспособления для задержания стока воды в закрытой проводящей сети). Если вода в сеть подается из вышерасположенного водотока, в верховье коллектора устанавливают водоприемный колодец (рис. 9.2).

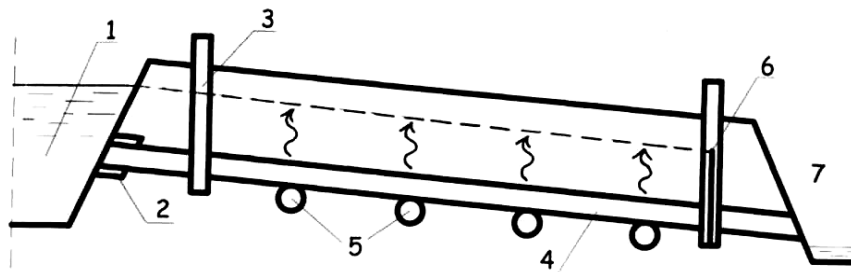


Рис. 9.2. Схема подачи воды на увлажнение:
 1 – водоподводящий канал; 2 – входной оголовок; 3 – водоприемный колодец;
 4 – увлажнительный коллектор; 5 – дрены-увлажнители; 6 – смотровой
 (водоприемный) колодец; 7 – магистральный канал

Во избежание попадания в закрытую сеть мусора и твердых частиц из канала входной оголовок располагают выше дна канала не менее чем на 0,2 м и устраивают сорозадерживающую решетку. В целях избежания повреждения дрен-увлажнителей в зимний период увлажнительный коллектор может соединяться с дренами-увлажнителями сверху, в одной плоскости или иметь самостоятельный сброс при консервации системы на зиму.

Параметры сечений каналов осушительно-увлажнительных систем, работающих как в режиме осушения, так и в режиме увлажнения, необходимо определять по расчетным расходам каждого режима, принимая в качестве расчетного большее значение. Гидравлические расчеты каналов осушительно-увлажнительных систем в режиме увлажнения выполняются по той же методике, что и в режиме осушения.

Параметры проводящих каналов осушительно-увлажнительных систем необходимо принимать, как для проводящих каналов осушительных систем.

Водорегулирующие сооружения на водопроводящих и водоподводящих каналах осушительно-увлажнительных систем необходимо располагать с таким расчетом, чтобы их минимальным количеством обеспечить в необходимом объеме подачу воды для увлажнения в подкомандную распределительную сеть.

На водораспределительной сети сооружения располагаются так, чтобы нормальный подпорный уровень на всем протяжении участка шлюзования не опускался ниже бровок более чем на 0,5 м в песчаных грунтах и на 0,75 м – в остальных.

Расстояние между водозадерживающими устройствами (при шлюзовании одиночного канала) определяют по формуле

$$l = \frac{\Delta h'}{i},$$

где l – расстояние между водоподпорными устройствами, м;

$\Delta h'$ – наиболее безопасный диапазон УГВ;

i – уклон поверхности земли (рис. 9.3).

Регулирующая сеть осушительно-увлажнительных систем может выполняться из открытых каналов и из закрытого дренажа (керамического, пластмассового), кротового дренажа или их комбинаций. Выбор конструкции производится по тем же требованиям, как и для осушительной сети.

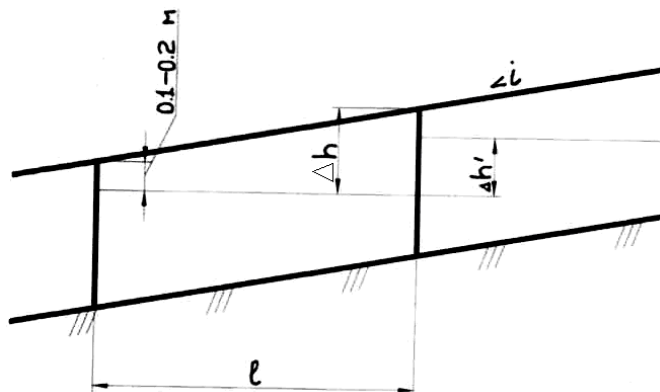


Рис. 9.3. Схема к расчету расстояния между водоподпорными устройствами

Расстояние между элементами регулирующей сети определяется:

- при предупредительном увлажнении – по формулам для расчета регулирующей сети в режиме осушения;
- при гарантированном увлажнении – по формулам для расчета регулирующей сети как в режиме осушения, так и в режиме увлажнения; из полученных значений принимается меньшее расстояние между элементами.

При проектировании осушительно-увлажнительных систем следует учитывать, что эффективность их действия тем выше, чем меньше уклоны местности, при которых они запроектированы, так как при минимальных уклонах регулирующей сети легче создавать подпор воды в ней на большие расстояния,

требуется меньше подпорных сооружений, увеличивается длина дрен и каналов-увлажнителей, а следовательно, и расстояния между элементами проводящей сети.

Осушительно-увлажнительные системы *с увлажнением дождеванием* (орошением) допускается проектировать при различной водопроницаемости почв и разных уклонах поверхности, позволяющих применять дождевальную технику. При этом параметры осушительной сети должны согласовываться с параметрами принимаемой дождевальной техники. Подземные коммуникации дождевальных систем прокладывают после устройства закрытой сети, т.е. после проведения осушения почв. Этот способ значительно дороже и применяется для увлажнения высокорентабельных культур.

10. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Проектируя мелиоративные мероприятия, необходимо уделить максимальное внимание сохранению окружающей среды и принять меры к наименьшему воздействию на природную среду.

С целью уменьшения отрицательного воздействия мелиоративных мероприятий на окружающую среду, предохранения почв от ветровой и водной эрозии, вод – от загрязнения, сохранения фауны *при проектировании осушительных систем необходимо:*

1. Принимать глубину водоприемников не более 3,0 м, проводящих каналов – 2,5 м, дрен – 1,5 м, коллекторов – 1,7 м, нагорных каналов – 1,3 м, ловчих дрен – 2,0 м.

2. Предусматривать создание водоохраных зон и прибрежных полос вдоль водоприемников, крупных каналов проводящей сети, защитных дамб по берегам водохранилищ, вокруг многолетних насаждений и пастбищ, а также залесение участков, не пригодных для сельского хозяйства.

Размещение лесополос вдоль каналов следует осуществлять с учетом обеспечения возможности проведения эксплуатационных и ремонтных работ.

Расстояние между рядами деревьев при посадке лесных полос делается 1,5–2 или 3 м, а расстояние в ряду – 0,7–1 м.

Защитные лесные насаждения вокруг прудов и водоемов следует проектировать из одного, двух и трех поясов (шириной 10–20 м). Первый пояс (берегоукрепительный) необходимо располагать в зоне расчетного подпорного уровня из двух и более рядов кустарников. Второй пояс посадок из тополей и древовидных ив следует размещать между отметками расчетного и форсированного подпорных уровней. Третий противозрозионный пояс следует предусматривать выше форсированного уровня из устойчивых к дефициту влаги пород деревьев.

На обвалованных площадях в поймах рек следует предусматривать создание защитных лесополос комплексного назначения из двух–четырёх рядов древесных пород, размещаемых по границам участков, а также каналов проводящей осушительной сети.

Русла рек нельзя регулировать путем спрямления при ширине поймы до 400 м независимо от ее природных особенностей.

Необходимо сохранение вдоль магистральных каналов нераспаханных полос шириной не менее 1,0 м; устройство пахотных угодий рекомендуется при малых уклонах поверхности (менее 0,0005) не ближе 30 м от уреза среднегодового горизонта воды в реке или водоеме, а при больших уклонах (более 0,002) – не ближе 100 м; предусматривать, при прохождении регулируемого водоприемника по землям сельскохозяйственного использования, благоустройство прирусловых полос (берм) шириной 2,0 м, прилегающих к обеим бровкам.

3. Оставлять леса, а также отдельно стоящие группы деревьев в естественном состоянии, проектировать полезащитные лесные полосы, экологические коридоры, связывающие отдельные лесные массивы, другие места обитания животных и птиц.

Расстояние между полезащитными лесополосами (их располагают в двух взаимно перпендикулярных направлениях) необходимо принимать в зависимости:

- от типа грунта и гранулометрического состава почв, а также степени подверженности их эрозии;
- расчетной высоты древесных пород H и дальности их влияния ($30H$) на ветровой режим.

Для водопоя и выхода попавших в каналы животных необходимо проектировать на трассах магистральных каналов через каждые 800 м уполуженные участки.

Не допускается уничтожение древесной и кустарниковой растительности, особенно химическими способами, в местах повышенной концентрации птиц.

4. Сохранение пахотной почвы (гумусового слоя). Для этого необходимо планировать удаление верхнего слоя почвы по трассам будущих каналов, котлованов, из мест засыпки понижений и срезки бугров.

Все осушенные подтопляемые пойменные земли с торфяными почвами необходимо исключить из пахотных и использовать только под кормовые угодья длительного пользования.

Антропогенно преобразованные органоминеральные почвы (содержание органического вещества – от 15 % до 30 %) следует использовать в системе зернотравяных севооборотов.

Антропогенно преобразованные почвы с содержанием органического вещества менее 15 % необходимо использовать, как зональные дерново-подзолистые песчаные почвы, с обязательным внесением органических удобрений и посевом сидеральных культур.

Осушенные дерново-подзолистые, дерново-глинистые и суглинистые почвы при невысокой доле торфяных и переувлажненных почв (до 30 %) используются в полевых севооборотах.

Осушенные песчаные и рыхлопесчаные почвы используются в качестве пашни только при условии создания бездефицитного баланса гумуса.

5. Для предотвращения загрязнения водоприемников сточными водами, заиливания их целесообразно строительство водооборотных мелиоративных систем. Если их нельзя создать, устраивают специальные отстойники. При этом строго контролируются дозы удобрений.

Наибольшую опасность поступления биогенных элементов в водотоки представляют угодья, расположенные в пределах 500 м от уреза воды, где отмечается интенсивный поверхностный сток в процессе снеготаяния и выпадения осадков, а также площади, подвергающиеся затоплению в периоды половодий и паводков.

Условия отведения дренажных и поверхностных вод с мелиорируемых земель не должны приводить к превышению предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воде водных объектов с учетом категории водопользования.

6. Для предотвращения водной эрозии применяют систему инженерных мер, а также специальную технологию обработки земель.

7. Осушенные торфяники должны иметь систему надежного противопожарного водоснабжения.

Противопожарные мероприятия следует разрабатывать при проектировании осушения болот средней мощностью торфяной залежи в неосушенном состоянии более 0,5 м и зольностью менее 50 %.

Часовой расход вод для тушения пожаров определяется по формуле

$$Q = 160 \cdot \sqrt{F}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где Q – расход на пожаротушение из одного водоисточника, определяемый по расчетным участкам;

160 – эмпирически установленная потребность в воде на тушение 1 км фронта пожара, м³/час;

F – площадь расчетного участка, км² (обычно не превышает 10 км²).

Общая потребность в воде из расчета тушения одного пожара продолжительностью 48 часов составляет:

$$W = 48 \cdot Q, \text{ тыс. м}^3.$$

Источником противопожарного водоснабжения могут служить:

- 1) водохранилища, пруды, реки, озера, выработанные карьеры, специально устраиваемые противопожарные водоемы;
- 2) осушительные каналы с подпорными сооружениями;
- 3) подземные воды (при отсутствии поверхностных источников).

В течение всего пожароопасного периода уровень воды перед подпорными сооружениями поддерживается не ниже 0,8 м от бровок канала.

Между осушенными торфяниками и прилегающими к ним населенными пунктами, лесными массивами хвойных и смешанных пород, железными и шоссейными дорогами и электроподстанциями предусмотрены противопожарные зоны шириной соответственно 300, 100, 30 и 20 м. На противопожарных зонах не разрешается:

- 1) выращивание зерновых культур до полного их созревания;
- 2) складирование сгораемых материалов.

Радиус обслуживания противопожарных водоемов, гидрантов и колодцев при непосредственном заборе воды из них следует принимать равным 250 м. Для тушения пожаров за пределами этого радиуса следует использовать прицепные цистерны.

Система природоохранных мер принимается в соответствии с конкретными условиями объекта.

Условные знаки и обозначения приведены в прил. 21.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костяков, А.Н. Основы мелиораций / А.Н. Костяков. – М.: Сель-хозгиз, 1960. – 622 с.
2. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации: учеб. пособие для высш. с.-х. учеб. заведений / А.А. Богушевский [и др.]; под ред. Е.С. Маркова. – М.: Колос, 1981. – 375 с.
3. Сельскохозяйственные мелиорации: учебник для студентов высших учебных заведений по специальности «Мелиорация и водное хозяйство / А.П. Лихацевич, М.Г. Голченко, Г.И. Михайлов; под ред. А.П. Лихацевича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 464 с.
4. Мелиорация и водное хозяйство: в 8 т. – М.: Агропромиздат, 1985. – Т. 3: Осушение: справочник / под ред. Б.С. Маслова. – 447 с.
5. Руководство по проектированию и изысканиям объектов мелиоративного и водохозяйственного строительства в Белорусской ССР (РПИ–82). – Ч. 2: Осушительные и осушительно-увлажнительные системы, Кн. 1: Осушительные системы самотечные. – Минск, 1985. – 280 с.
6. Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования: ТКП 45-3.04-8–2005 (02250) / Министерство строительства и архитектуры Республики Беларусь. – Минск, 2006 – 106 с.
7. Проектирование и возведение мелиоративных систем и сооружений: пособие П1–98 к СНиП 2.06.03–85 / Министерство строительства и архитектуры Республики Беларусь. – Минск, 1999. – 85 с.
8. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок расчета: ТКП 45-3.04-168–2010 (02250) / Министерство строительства и архитектуры Республики Беларусь. – Минск, 2010. – 75 с.

9. Определение расчетных гидрологических характеристик: П1–98 к СНиП 2.01.14–83 / Министерство строительства и архитектуры Республики Беларусь. – Минск, 2000. – 174 с.
10. Методические указания по расчетам дренажа из новых материалов / А.И. Мурашко [и др.]. – Минск: БелНИИМиВХ, 1986. – 147 с.
11. Ивицкий, А.И. Основы проектирования и расчетов осушительных и осушительно-увлажнительных систем / А.И. Ивицкий. – Минск: Наука и техника, 1988. – 311 с.
12. Программа расчета расстояний между элементами регулирующей сети осушительных и осушительно-увлажнительных систем по методике А.И. Мурашко / сост.: Г.Э. Федосенко, Е.Г. Сапожников, В.П. Мурач. – Минск, 1992. – 37 с.
13. Маслов, Б.С. Справочник по мелиорации / Б.С. Маслов, И.В. Ми-наев, К.В. Губер. – М.: Россельхозиздат, 1989. – 384 с.
14. Мурашко, А.И. Защита дренажа от заиления / А.И. Мурашко, Е.Г. Сапожников. – Минск: Ураджай, 1978. – 167 с.
15. Указания по применению органических и минеральных материалов для защиты дренажа от заиления / Н.А. Астахов, В.Т. Климов, Е.Г. Сапожников. – Минск: Белгипроводхоз, 1996. – 11 с.
16. Проектирование польдерных систем: пособие к СНиП 2.06.03–85 / под общ. ред. А.П. Русецкого. – М., 1989. – 164 с.
17. Мелиорация земель и регулирование водного режима почв / В. Белковский [и др.]. – Минск: Ураджай, 1981. – 368 с.
18. Осушительно-увлажнительные системы / Б.С. Маслов [и др.]. – М.: Колос, 1973. – 280 с.
19. Агроклиматический справочник / под ред. Н.А. Малишевой. – Минск: Ураджай, 1970.
20. Справочник по климату СССР. – Вып. 7, Ч. IV: Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. – Л.: Гидрометеиздат, 1968.
21. Тюльпанов, А.И. Краткий справочник рек и водоемов БССР / А.И. Тюльпанов. – Минск, 1998.

22. Сельскохозяйственная мелиорация / Б.С. Маслов [и др.]; под ред. Б.С. Маслова. – М.: Колос, 1984. – 511 с.

96

ПРИЛОЖЕНИЯ

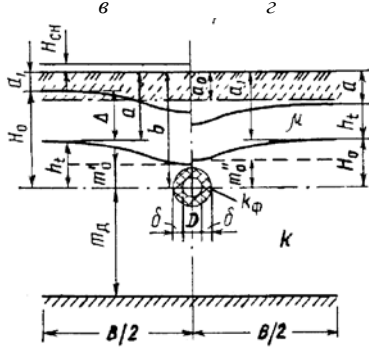
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Т а б л и ц а П л . 1

Расчетные периоды и исходные параметры для расчетов

| Расчетная схема | Весенний период | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | без затопления поверхности | при затоплении поверхности |
| Установившаяся фильтрация: | Схема <i>a</i> | Схема <i>б</i> |

| | | |
|--|---|---|
| <p><i>a</i> – без затопления; <i>б</i> – при затоплении</p> | $H_p = b - a_1 - 0,6(a - a_1) \quad (1.1)$ $m_0 = 0,5 H_p \quad (1.2)$ $q = \frac{W}{t} \quad (1.3)$ $W = H_{сн}(1 - \sigma) + (a - a_1)\mu + (X - E)t \quad (1.4)$ $\mu_M = 0,056 \sqrt{k^3(b - H_p)} \quad (1.5)$ $\mu_T = 0,116k^{3/8}(b - H_p)^{3/4} \quad (1.6)$ $\sigma = 0,8 \quad (i < 0,01)$ $\sigma = 0,8-0,9 \quad (0,01 < i < 0,05)$ $\sigma = 0,9-0,95 \quad (i > 0,05)$ $t = 10-15 \text{ сут}$ | $H_p = b - 0,6 a \quad (1.8)$ $m_0 = 0,5 H_p \quad (1.9)$ $q \text{ по (1.3)}$ $W = H_B + a\mu + (X - E)t \quad (1.10)$ $\mu \text{ по (1.5) или (1.6)}$ $t = 5-10 \text{ сут}$ |
| | Летне-осенний период | |
| расчет по норме осушения | расчет по скорости освобождения пахотного слоя | |
| Схема <i>a</i> | Схема <i>б</i> | |
| $H_p = 0,6(b - \bar{a}) \quad (1.11)$ $W = \Sigma X - (b - \bar{a})\mu - Et \quad (1.12)$ $q \text{ по (1.3)}$ $\mu \text{ по (1.5) или (1.6) с заменой } (b - H_p) \text{ на } H_p$ $a - \text{ норма осушения в летне-осенний период}$ | $H_p = b - 0,6a_0 \quad (1.13)$ $W = H_B - a_0\mu - Et + \Sigma X \quad (1.14)$ $q \text{ по (1.3)}$ $\mu \text{ по (1.5) или (1.6)}$ $t = 1-3 \text{ сут}$ $m_0 = H_p$ | |

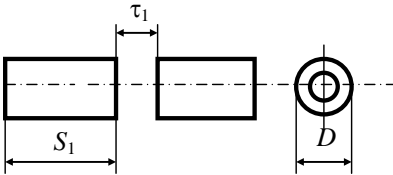
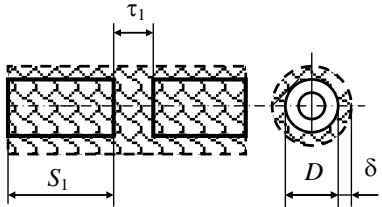
| Расчетная схема | Весенний период | |
|--|--|---|
| | без затопления поверхности | при затоплении поверхности |
| <p>Неустановившаяся фильтрация: e – при спаде УГВ; z – при подъеме УГВ</p>  | При расчетах по необходимому понижению (схема e) | |
| | $H_p = b - a_1$ (1.15) $h_t = b - a$ (1.16) $\Delta = a - a_1$ (1.17) $m_0' = 0,5h_t$ (1.18) $\mu_M = 0,156\sqrt{k}\sqrt[3]{\Delta} + \frac{H_{сн}(1-\sigma) + (X-E)t}{\Delta}$ (1.19) $\mu_T = 0,116 k^{3/8} \cdot \Delta^{3/4} + \frac{H_{сн}(1-\sigma) + (X-E)t}{\Delta}$ (1.20) σ по (1.7) $t = 10-15$ сут | $H_0 = b$ (1.21) $a_1 = 0; \Delta = a$ (1.22) h_t по (1.16) m_0' по (1.18) $\mu_M = 0,056\sqrt{k}\sqrt[3]{a} + \frac{H_B + (X-E)t}{a}$ (1.23) $\mu_T = 0,116k^{3/8}a^{3/4} + \frac{H_B + (X-E)t}{a}$ (1.24) $t = 10-15$ сут |
| Летне-осенний период | | |
| | расчет по норме осушения | расчет по скорости освобождения пахотного слоя |
| | При расчетах по необходимому понижению (схема e) | |
| | $H_0 = b - \bar{a}_1$ (1.25) $\Delta = \bar{a} - \bar{a}_1$ (1.26) $h_t = b - \bar{a}$ (1.27) m_0' по (1.18) $\mu_M = 0,056\sqrt{k}\sqrt[3]{\Delta} + \frac{\Sigma X - Et}{\Delta}$ (1.28) | $a_1 = 0$ H_0 по (1.21) $h_t = b - a_0$ (1.30) $\Delta = a_0$ (1.31) m_0' по (1.18) μ по (1.23) или (1.24) при $a = a_0$ |

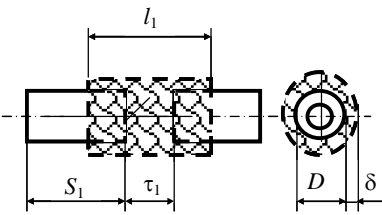
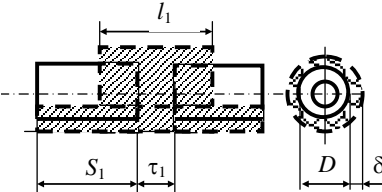
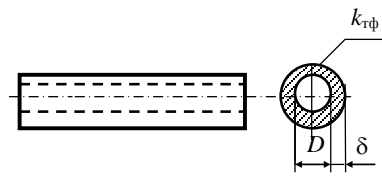
| | | |
|--|--|---------------|
| | $\mu_t = 0,116 k^{3/8} \Delta^{3/4} + \frac{\Sigma X - Et}{\Delta} \quad (1.29)$ <p>a_1 – глубина УГВ к началу дождей</p> | $t = 1-3$ сут |
|--|--|---------------|

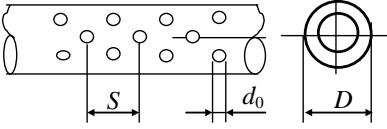
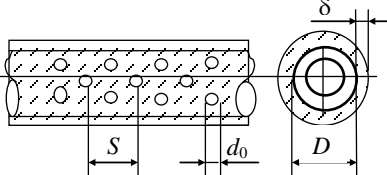
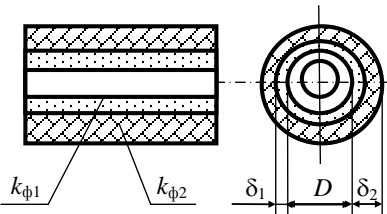
Примечание. Во всех таблицах прил. 1 формулы имеют самостоятельную нумерацию: первая цифра в скобках означает номер таблицы в приложении, вторая – номер формулы в данной таблице.

Т а б л и ц а П 1.2

Безразмерные фильтрационные сопротивления дрен
по характеру вскрытия пласта

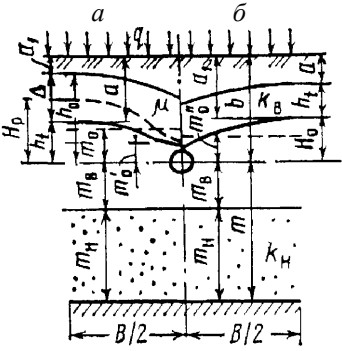
| Конструкции труб и фильтров и схемы их укладки | Расчетные зависимости |
|--|--|
| 1. Керамические трубы | |
| <p>a – без фильтра или с внутренними втулками (муфтами)</p>  | $\Phi_i = \alpha \psi_\phi + C_i \left(1 - \alpha + \frac{k}{k_\phi} \alpha \right) \quad (2.1)$ $\alpha = 0; \quad \Phi_i = \frac{1}{\pi} \ln \frac{4S_1}{D} \ln \frac{1}{\sin \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\tau_1}{S_1}} \quad (2.2)$ <p>при $\tau_1 \leq 0,01$ мм; $0,3 \text{ м} \leq S_1 \leq 1,2 \text{ м}$</p> $\Phi_i = 1,68 \lg \frac{4S_1}{D} \lg \frac{2S_1}{\pi \tau_1} \quad (2.3)$ <p>τ_1 – ширина зазора между трубками или ширина фильтрующей части внутренних втулок (муфт)</p> |
| <p>b – сплошной фильтр</p>  | $\alpha = 1; \quad \Phi_i = \left(\frac{k}{k_\phi} - 1 \right) \ln \frac{D + 2\delta}{D} +$ $+ \frac{k}{\pi k_\phi} \ln \frac{4S_1}{D} \ln \frac{1}{\sin \frac{\pi \tau_1}{2S_1}} \quad (2.4)$ <p>при $\tau_1 \leq 0,01$; $0,3 \text{ м} \leq S_1 \leq 1,2 \text{ м}$</p> $\Phi_i = 2,3 \left(\frac{k}{k_\phi} - 1 \right) \lg \frac{D + 2\delta}{D} +$ $+ 1,68 \frac{k}{k_\phi} \lg \frac{4S_1}{D} \lg \frac{2S_1}{\pi \tau_1} \quad (2.5)$ |

| Конструкции труб и фильтров и схемы их укладки | Расчетные зависимости |
|--|--|
| <p>ϵ – фильтр прерывистый или наружные фильтрующие муфты</p>  | $\Phi_i = \alpha \Psi_\phi + C_r \left(1 - \alpha + \frac{k}{k_\phi} \alpha \right) \quad (2.6)$ $C_r = \frac{1}{\pi} \ln \frac{4S_1}{D} \ln \frac{1}{\sin \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\tau_1}{S_1}} \quad (2.7)$ <p>или $C_r = 1,68 \lg \frac{4S_1}{D} \lg \frac{2S_1}{\pi \tau_1} \quad (2.8)$</p> $\Psi_\phi = 2,3 \left(\frac{k}{k_\phi} - 1 \right) \lg \frac{D + 2\delta}{D} \quad (2.9)$ $\alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{S_1 - l_1}{S_1} \right)^3} \quad (2.10)$ |
| <p>z – фильтр комбинированный</p>  | <p>Φ_i по (2.6) C_r по (2.7) или (2.8) Ψ_ϕ по (2.9) $\alpha = 0,95 - 0,98$ при $l_1 \geq 0,3 S_1$</p> |
| <p>2. Трубофильтры</p> | |
|  | $\Phi_i = 2,3 \left(\frac{k}{k_{r\phi}} - 1 \right) \lg \frac{D_0 + 2\delta}{D_0} \quad (2.11)$ |

| Конструкции труб и фильтров и схемы их укладки | Расчетные зависимости |
|--|---|
| 3. Пластмассовые, асбоцементные и другие трубы | |
| <p><i>a</i> – с круглой перфорацией без фильтра</p>  <p>(<i>n</i> – число рядов перфорации)</p> | $\Phi_i = 2,3 \left(\frac{k}{k_\phi} - 1 \right) \lg \frac{D + 2\delta}{D} + \frac{k}{k_\phi} C_i \quad (2.12)$ $\Phi_i^0 = \frac{49,4 (1,012 d_0^{-1,82} + 1)}{\left(\frac{n}{S} \right) (0,0066 d_0^{4,5} + 1,033)} \quad (2.13)$ <p><i>d</i>₀ в см; <i>S</i> в м</p> |
| <p><i>b</i> – с круглой перфорацией и фильтром</p>  | $\Phi_i = 2,3 \left(\frac{k}{k_\phi} - 1 \right) \lg \frac{D + 2\delta}{D} + \frac{k}{k_\phi} \Phi_i^0 \quad (2.14)$ <p>Φ_i^0 по (2.13)</p> <p><i>d</i>₀ в см; <i>S</i> в м</p> |
| 4. Трубы с двухслойным фильтром, трубы любые | |
|  | $\Phi_{i,2} = 2,3 \left[\lg \frac{D}{D + 2(\delta_1 + \delta_2)} + \frac{k}{k_{\phi 2}} \lg \frac{D + 2(\delta_1 + \delta_2)}{D + 2\delta_1} + \frac{k}{k_{\phi 1}} \lg \frac{D + 2\delta_1}{D} + \frac{k}{k_{\phi 1}} C_i \right] \quad (2.15)$ <p>$C_i = \Phi_i$ по (2.2), (2.3) для трубофильтра $D = D_0$; $\delta_1 = \delta$ (схема 2) $C_i = 0$; $k_{\phi 1} = k_{\text{тф}}$</p> |

Т а б л и ц а П 1.3

Расстояния между дренами в двухслойных грунтах

| Фильтрационная схема | Установившаяся фильтрация | |
|---|---|--|
| | по заданному понижению УГВ | |
| <p><i>a</i> – понижение УГВ; <i>b</i> – подъем УГВ</p>  | Схема <i>a</i> | |
| | $B = 4 \left(\sqrt{L_{нд}^2 + \frac{H_p T}{2q}} - L_{нд} \right) \quad (3.1)$ $T = k_b (m_b + m_0) + k_n m_n \quad (3.2)$ <p style="text-align: center;">H_p по табл. П1.1; $m_0 = 0,5 H_p$</p> (3.3) $L_{нд} = \beta_b \frac{k_n}{k_b} \left[0,73 m \lg \frac{2m}{\pi D} + 1,46 m_0 \lg \frac{4m_0}{\pi D} + 0,318(m + 2m_0) \Phi_i \right] + \frac{k_b - k_n}{k_b} \left[0,73 m_b \lg \frac{2m_b}{\pi D} + 1,46 m_0 \lg \frac{4m_0}{\pi D} + 0,318 (m_b + 2m_0) \Phi_i \right] \quad (3.4)$ <p>β_b по табл. П1.5 λ, r, m по табл. П1.5 Φ_i по табл. П1.2 q по табл. П1.1</p> | |
| Неустановившаяся фильтрация | | |
| по заданному понижению УГВ | по допустимому подъему УГВ | |
| Схема <i>a</i> | Схема <i>б</i> | |
| $B = 4 \left(\sqrt{L_{нд}^2 + \frac{\tau T}{4\mu}} - L_{нд} \right) \quad (3.5)$ $T = k_b (m_b + m'_0) + k_n m_n \quad (3.6)$ $h_t = b - a \quad (3.7)$ $H_0 = b - a_1 \quad (3.8)$ $h_t = H_0 - \Delta \quad (3.9)$ | $B \text{ по (3.5)}$ $T = k_b (m_b + m'_0) + k_n m_n \quad (3.15)$ $m'_0 = 0,5 H_0 \quad (3.16)$ $H_0 = b - a_1 \quad (3.17)$ $h_t = a_1 - a \quad (3.18)$ | |

| | |
|------------------------------|---|
| $\Delta = a - a_1$ (3.10) | $\gamma = \frac{\mu h_t}{qt}$ (3.19) |
|------------------------------|---|

Продолжение табл. П1.3

| Неустановившаяся фильтрация | |
|---|-------------------------------------|
| по заданному понижению УГВ | по допустимому подъему УГВ |
| Схема а | Схема б |
| $\eta = \frac{h_t}{H_0}$ (3.11) | $\bar{t} = f(\gamma)$ по рис. П1.1 |
| $\tau = \frac{t}{\bar{t}}$ (3.12) | τ по (3.12) |
| $\bar{t} = f(\eta, \eta_m)$ по рис. П1.2 | $L_{нд}$ по (3.4) при $m_0 = m_0''$ |
| $\eta_m = \frac{T}{h_t k_B}$ (3.13) | q по (1.35), (1.40) табл. П1.1 |
| $L_{нд}$ по (3.4) при $m_0 = m_0'$ | μ по (1.36), (1.37) |
| Φ_i по табл. П1.2 | Φ_i по табл. П1.2 |
| $m_0' = 0,5 h_t$ (3.14) | |
| μ по (1.19), (1.20), (1.23), (1.24) табл. П1.1 | |

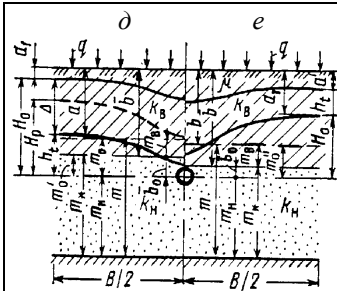
| Фильтрационная схема | Установившаяся фильтрация |
|----------------------|----------------------------|
| | по заданному понижению УГВ |
| e – понижение УГВ; | Схема в |

| | |
|-----------------------|--|
| <p>z – подъем УГВ</p> | <p>B по (3.1) m_0 по (3.3) $T = k_H(m_H + m_0)$ (3.20) $L_{нд} = 0,73 m_H \lg \frac{2m_H}{\pi D} + 1,46m_0 \lg \frac{4m_0}{\pi D} + 0,318(m_H + 2m_0)\Phi_i$ (3.21) Φ_i по табл. П1.2 q и H_p по табл. П1.1</p> |
|-----------------------|--|

Продолжение табл. П1.3

| Неустановившаяся фильтрация | |
|---|---|
| по заданному понижению УГВ | по допустимому подъему УГВ |
| Схема <i>в</i> | Схема <i>z</i> |
| <p>B по (3.5) $T = k_H(m_H + m'_0)$ (3.22) m'_0 по (3.14) $L_{нд}$ по (3.21) при $m_0 = m'_0$ h_t по (3.7) η по (3.11) H_0 по (3.8) τ по (3.12) t по рис. П1.2 η_m по (3.13) Δ по (3.10) Φ_i по табл. П1.2 μ по (1.19), (1.20), (1.23), (1.24) табл. П1.1</p> | <p>B по (3.5) $T = k_H(m_H + m'')$ (3.23) m''_0 по (3.16) γ по (3.19) t по рис. П1.1 τ по (3.12) H_0 по (3.17) h_t по (3.18) $L_{нд}$ по (3.21) при $m_0 = m''_0$ Φ_i по табл. П1.2 q по (1.35) μ по (1.36) табл. П1.1</p> |

| Фильтрационная схема | Установившаяся фильтрация |
|--|---|
| | по заданному понижению УГВ |
| <p>∂ – понижение УГВ; e – подъем УГВ</p> | Схема ∂ |
| | <p>B по (3.1) m_0 по (3.3)</p> |



H_0 по табл. П1.1
 $T = k_B (m_0 - \bar{b}_0) + k_H m_*$ (3.24)

H_p по (1.1) табл. П1.1
 $L_{нд} = \beta_H \frac{k_B}{k_H} \left[0,73m \lg \frac{2m}{\pi D} + 1,46m_0 \lg \frac{4m_0}{\pi D} + 0,318(m + 2m_0)\Phi_i \right] + \frac{k_H - k_B}{k_H} \left[0,73m_* \lg \frac{2m_*}{\pi D} + 1,46m_0 \lg \frac{4m_0}{\pi D} + 0,318(m_* + 2m_0)\Phi_i \right]$ (3.25)

β_H по табл. П1.5
 Φ_i по табл. П1.2
 q по табл. П1.1

Окончание табл. П1.3

| Неустановившаяся фильтрация | |
|--|--|
| по заданному понижению УГВ | по допустимому подъему УГВ |
| Схема <i>е</i> | |
| B по (3.5) m'_0 по (3.14) $T = k_B (h_t - \bar{b}_0) + k_H m_*$ (3.26) h_t по (3.7) H_0 по (3.8) η по (3.11) τ по (3.12) \bar{t} по рис. П1.2 η_m по (3.13) Δ по (3.10) $L_{нд}$ по (3.25) при $m_0 = m'_0$ β_H по табл. П1.5 Φ_i по табл. П1.2 | B по (3.5) H_0 по (3.17) m''_0 по (3.16) $T = k_B (m''_0 - \bar{b}_0) + k_H m_H$ (3.27) γ по (3.19) \bar{t} по рис. П1.1 τ по (3.12) h_t по (3.18) $L_{нд}$ по (3.25) при $m_0 = m''_0$ β_H по табл. П1.5 Φ_i по табл. П1.2 q по табл. П1.1 |

| | |
|--|--|
| <p>q по табл. П1.1</p> <p>μ по (1.19), (1.20), (1.23), (1.24) табл. П1.1</p> | <p>μ по (1.36), (1.37) табл. П1.1</p> |
|--|--|

Примечания.

Схемы a и b – дрена и УГВ в верхнем слое.

Схемы v и z – дрена и УГВ в нижнем слое.

Схемы d и e – дрена в нижнем слое, УГВ – в верхнем.

Расстояния между дренами в однородных грунтах (на водоупоре)

| Фильтрационная схема | Расчетные зависимости | |
|--------------------------------|--|---|
| | установившаяся фильтрация | неустановившаяся фильтрация |
| | Схема а | Схема б |
| а, б | | |
| | $B = 4 \left(\sqrt{L_{нд}^2 + \frac{H_p T}{2q}} - L_{нд} \right) \quad (4.1)$ | $B = 4 \left(\sqrt{L_{нд}^2 + \frac{\tau T}{4\mu}} - L_{нд} \right) \quad (4.5)$ |
| | $T = k m_0 \quad (4.2)$ | $T = k m'_0 \quad (4.6)$ |
| | $m_0 = 0,5 H_p \quad (4.3)$ | $m'_0 = 0,5 h_t \quad (4.7)$ |
| | | $h_t = b - a \quad (4.8)$ |
| | | $H_0 = b - a_1 \quad (4.9)$ |
| | $L_{нд} = 1,46 m_0 \lg \frac{4m_0}{\pi D} + 0,636 m_0 \Phi_i \quad (4.4)$ | $\eta = \frac{h_t}{H_0} \quad (4.10)$ |
| | $H_p \text{ и } q \text{ по табл. П1.1}$ | $\tau = \frac{t}{\bar{t}} \quad (4.11)$ |
| $\Phi_i \text{ по табл. П1.2}$ | $\bar{t} = f(\eta, \eta_m) \text{ по рис. П1.2}$ | |
| | $\eta_m = \frac{T}{h_t k} \quad (4.12)$ | |
| | $L_{нд} \text{ по (4.4) при } m_0 = m'_0$ | |

| | | |
|--|--|---|
| | | Φ_i по табл. П1.2; μ по табл. П1.1 |
|--|--|---|

| Фильтрационная схема | Расчетные зависимости | |
|---|--|--|
| | установившаяся фильтрация | неустановившаяся фильтрация |
| <p style="text-align: center;">в, з</p> | <p>Схема в</p> | <p>Схема з</p> |
| | <p>при $B \geq 2 m_d$</p> <p>B по (4.1)</p> $T = k(m_d + m_0) \quad (4.13)$ <p>m_0 по (4.3)</p> $L_{нд} = 0,73m_d \lg \frac{2m_d}{\pi D} + 1,46m_0 \times$ $\times \lg \frac{4m_0}{\pi D} + 0,318(m_d + 2m_0)\Phi_i \quad (4.14)$ <p>при $B < 2 m_d$</p> $B = \frac{2\pi k H_p}{q \left(\ln \frac{2B}{\pi D} + \Phi_i \right)} \quad (4.15)$ <p>H_p и q по табл. П1.1</p> <p>Φ_i по табл. П1.2</p> | <p>B по (4.5)</p> $T = k(m_d + m_0') \quad (4.16)$ <p>m_0' по (4.7)</p> <p>h_1 по (4.8)</p> <p>H_0 по (4.9)</p> <p>η по (4.10)</p> <p>τ по (4.11)</p> <p>\bar{t} по рис. П1.2</p> <p>$L_{нд}$ по (4.14) при $m_0 = m_0'$</p> <p>Φ_i по табл. П1.2</p> <p>μ по табл. П1.1</p> |

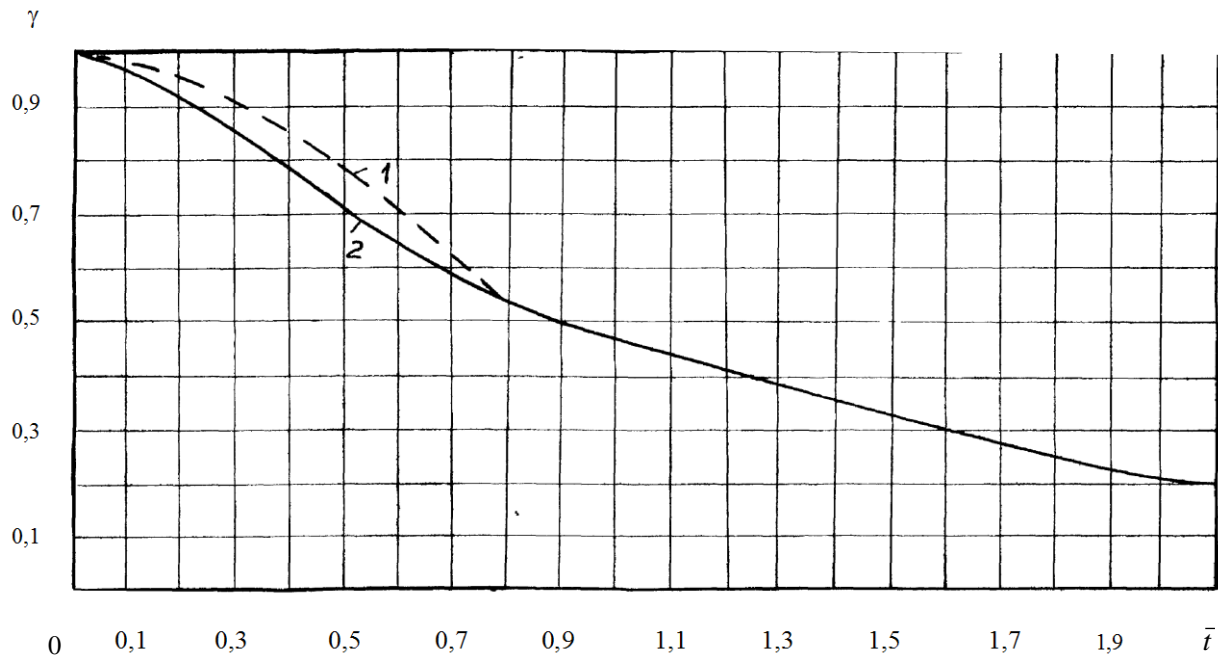


Рис. П1.1. Определение времени стабилизации \bar{t} при расчетах по допустимому подъему УГВ
 Зависимость $\gamma = f(\bar{t}, \eta_m)$: 1) $1 \leq \eta_m < 5$; 2) $\eta_m \geq 5$.

Расчетные зависимости: $h_t = a_1 - a$; $\gamma = \frac{\mu h_t}{qt}$; $\eta_m = \frac{T}{h_t \cdot k_B}$.

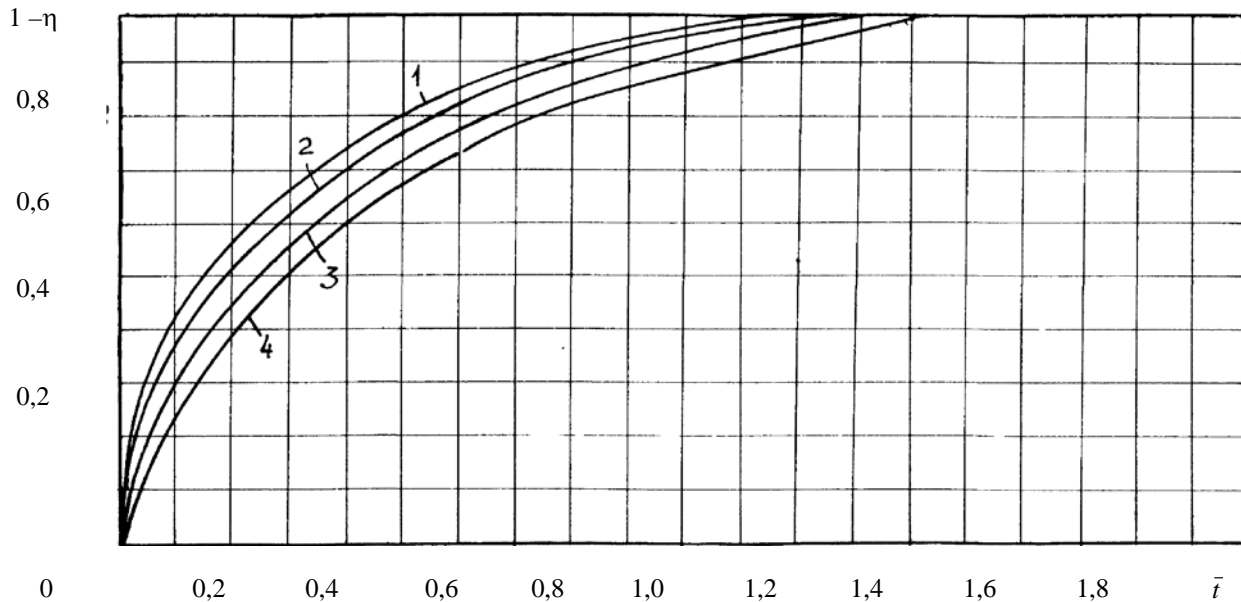


Рис. П1.2. Определение времени стабилизации \bar{t} при расчетах по заданному понижению УГВ

Зависимость $\bar{t} = f(\eta, \eta_m)$: 1) $\eta_m \leq 0,5$; 2) $0,5 < \eta_m \leq 1,0$; 3) $1,0 < \eta_m \leq 2,0$; 4) $\eta_m > 2,0$.

Расчетные зависимости: $H_0 = b - a_1$; $h_t = b - a$; $\eta = \frac{h_t}{H_0}$; $\eta_m = \frac{T}{h_t \cdot k_B}$.

Определение коэффициентов β_i

| Исходные параметры | Значения исходных параметров при определении коэффициентов | | | | |
|--------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | β_B | β_H | β_1 | β_2 | β_* |
| \bar{r} | $\frac{D}{2(m_B + m_0)}$ | $\frac{D}{2m_*}$ | $\frac{D}{2(m_1 + m_0)}$ | $\frac{D}{2(m_1 + m_0)}$ | $\frac{D}{2(m_1 + m_0)}$ |
| λ | $\frac{k_H - k_B}{k_H + k_B}$ | $\frac{k_B - k_H}{k_B + k_H}$ | $\frac{k_3 - k_2}{k_3 + k_2}$ | $\frac{k_2 - k_1}{k_2 + k_1}$ | $\frac{k_2 - k_1}{k_2 + k_1}$ |
| \bar{m} | $\frac{m_H}{m_B + m_0}$ | $\frac{m - m_*}{m_*}$ | $\frac{m_3}{m_* + m_0}$ | $\frac{m_*}{m_1 + m_0}$ | $\frac{m_2}{m_1 + m_0}$ |

Значения β_i определяются по формуле М.Н. Рыжука:

$$\beta_i = 1 - \left(0,21\sqrt{\lambda} \pm \lambda\bar{r} \right) \lg \bar{m}.$$

Знак плюс перед $\lambda\bar{r}$ принимается при $\bar{m} > 1$, знак минус – при $\bar{m} < 1$; при $\bar{m} < 0,5$ в формулу подставляется $\bar{m} = 0,5$; при $\lambda \leq 0$ принимается $\beta_i = 1,0$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Исходные данные к расчету междренних расстояний между элементами регулирующей сети

| Наименование показателей | Обозначения | Единицы измерения | Исходные данные |
|--|-------------|-------------------|-----------------|
| Схема 1: двухслойные грунты с расположением дрены в верхнем слое | | | |
| Схема 2: двухслойные грунты с расположением дрены в нижнем слое | | | |
| Верхний слой | | | Торф |
| Регулирующая сеть | | | Закрытая |
| Признак режима работы дренажа | | | Осушение |
| Высота пьезометрического напора над осями дрен | dH | м | 0,00 |
| Глубина заложения дренажа | b | м | * |
| Глубина залегания УГВ к началу расчетного периода | a_1 | м | * |
| Глубина залегания УГВ к концу расчетного периода | a_2 | м | * |
| Мощность пахотного слоя | a_0 | м | * |
| Мощность первого слоя грунта | m_1 | м | * |
| Мощность второго слоя грунта | m_2 | м | * |
| Коэффициент фильтрации пахотного слоя | k_0 | м/сут | * |
| Коэффициент фильтрации первого слоя | k_1 | м/сут | * |
| Коэффициент фильтрации второго слоя | k_2 | м/сут | * |
| Продолжительность расчетного периода | t | сут | * |
| Осадки за t сут | x | м | * |
| Испарение за t сут | e | м | * |
| Слой поверхностного затопления | H_b | м | 0,00 |
| Среднесуточный приток грунтовых вод | $q_{6,г}$ | м/сут | 0,00 |
| Гидростатические потери напора в дренажной системе | $H_{п}$ | м | 0,00 |
| Гидродинамические потери напора в дренажной системе | $H_{д}$ | м | 0,00 |

| Наименование показателей | Обозначения | Единицы измерения | Исходные данные |
|---|-------------|-------------------|-----------------|
| Схема 3: однородные грунты | | | |
| Верхний слой | | | Минеральный |
| Регулирующая сеть | | | Закрывающая |
| Признак режима работы дренажа | | | Осушение |
| Высота пьезометрического напора над осями дрен | dH | м | 0,00 |
| Глубина заложения дренажа | b | м | * |
| Глубина залегания УГВ к началу расчетного периода | a_1 | м | * |
| Глубина залегания УГВ к концу расчетного периода | a_2 | м | * |
| Мощность пахотного слоя | a_0 | м | * |
| Мощность первого слоя грунта | m_1 | м | * |
| Коэффициент фильтрации пахотного слоя | k_0 | м/сут | * |
| Коэффициент фильтрации слоя грунта | k_1 | м/сут | * |
| Продолжительность расчетного периода | t | сут | * |
| Осадки за t сут | x | м | * |
| Испарение за t сут | e | м | * |
| Слой поверхностного затопления | H_b | м | 0,00 |
| Среднесуточный приток грунтовых вод | $q_{б.г}$ | м/сут | 0,00 |
| Гидростатические потери напора в дренажной системе | $H_{п}$ | м | 0,00 |
| Гидродинамические потери напора в дренажной системе | $H_{д}$ | м | 0,00 |

Примечание. Параметры, отмеченные *, принимаются по согласованию с преподавателем в соответствии с исходными данными либо по [12].

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Исходные данные к расчету фильтрационных
сопротивлений дренажа

| Тип фильтра и параметры | Обозначения | Единица измерения | Величина |
|---|--------------|-------------------|----------|
| 1. Керамические трубы без защитного фильтра; трубы на внутренних соединительных муфтах | | | |
| Наружный диаметр дрены | D | м | 0,0720 |
| Ширина стыкового зазора между трубками | τ_1 | м | 0,0020 |
| Длина дренажной трубки | S_1 | м | 0,3300 |
| 2. Керамические трубы. Сплошная обертка стеклохолстом | | | |
| Наружный диаметр дрены | D | м | 0,0720 |
| Толщина фильтра (стенки трубы) | δ_1 | м | 0,0020 |
| Ширина стыкового зазора между трубками | τ_1 | м | 0,0020 |
| Длина дренажной трубки | S_1 | м | 0,3300 |
| Коэффициент фильтрации фильтра | $k_{\phi 1}$ | м/сут | 30,0000 |
| 3. Керамические трубы. Обертка стыков труб полосками | | | |
| Наружный диаметр дрены | D | м | 0,0720 |
| Толщина фильтра (стенки трубы) | δ_1 | м | 0,0020 |
| Ширина стыкового зазора между трубками | τ_1 | м | 0,0020 |
| Длина дренажной трубки | S_1 | м | 0,3300 |
| Ширина полосы фильтра | l_1 | м | 0,1000 |
| Коэффициент фильтрации фильтра | $k_{\phi 1}$ | м/сут | 30,0000 |
| 4. Керамические трубы. Сплошная лента снизу, сверху полоски на стыках | | | |
| Наружный диаметр дрены | D | м | |
| Толщина фильтра (стенки трубы) | δ_1 | м | |
| Ширина стыкового зазора между трубками | τ_1 | м | |
| Длина дренажной трубки | S_1 | м | |
| Ширина полосы фильтра | l_1 | м | |
| Коэффициент фильтрации фильтра | $k_{\phi 1}$ | м/сут | |
| 5. Трубофильтры | | | |
| Внутренний диаметр дрены | D_0 | м | |
| Толщина фильтра | δ_1 | м | |
| Коэффициент фильтрации фильтра | $k_{\phi 1}$ | м/сут | |

| Тип фильтра и параметры | Обозначения | Единица измерения | Величина |
|--|--------------|-------------------|----------|
| 6. Трубы полиэтиленовые с круглой перфорацией. Без защитного фильтра | | | |
| Наружный диаметр дрены | D | м | 0,0500 |
| Шаг перфорации | S | м | 0,0323 |
| Число рядов перфорации | N | шт. | 6,0000 |
| Диаметр перфорации | d_0 | см | 0,3100 |
| 7. Трубы полиэтиленовые с круглой перфорацией. Сплошная обертка стеклохолстом | | | |
| Наружный диаметр дрены | D | м | 0,0630 |
| Толщина фильтра | δ_1 | м | 0,0020 |
| Шаг перфорации | S | м | 0,0359 |
| Число рядов перфорации | N | шт. | 6,0000 |
| Диаметр перфорации | d_0 | см | 0,3600 |
| Коэффициент фильтрации фильтра | $k_{\phi 1}$ | м/сут | 30,0000 |
| 8. Керамические трубы, песчано-гравийная обсыпка | | | |
| Наружный диаметр дрены | D | м | |
| Ширина стыкового зазора между трубками | τ_1 | м | |
| Длина дренажной трубки | S_1 | м | |
| Коэффициент фильтрации фильтра | $k_{\phi 1}$ | м/сут | |
| Ширина слоя обсыпки дрены | b_{ϕ} | м | |
| Толщина слоя обсыпки дрены | h_{ϕ} | м | |
| 9. Трубы полиэтиленовые с круглой перфорацией, песчано-гравийная обсыпка | | | |
| Наружный диаметр дрены | D | м | |
| Шаг перфорации | S | м | |
| Число рядов перфорации | N | шт. | |
| Диаметр перфорации | d_0 | см | |
| Коэффициент фильтрации фильтра | $k_{\phi 1}$ | м/сут | |
| Ширина слоя обсыпки дрены | b_{ϕ} | м | |
| Толщина слоя обсыпки дрены | h_{ϕ} | м | |
| 10. Керамические трубы. Двухслойный фильтр | | | |
| Наружный диаметр дрены | D | м | |
| Толщина первого фильтра | δ_1 | м | |
| Толщина второго фильтра | δ_2 | м | |
| Ширина стыкового зазора между трубками | τ_1 | м | |
| Длина дренажной трубки | S_1 | м | |
| Коэффициент фильтрации первого фильтра | $k_{\phi 1}$ | м/сут | |
| Коэффициент фильтрации второго фильтра | $k_{\phi 2}$ | м/сут | |

| Тип фильтра и параметры | Обозначения | Единица измерения | Величина |
|--|--------------|-------------------|----------|
| 11. Трубы полиэтиленовые с круглой перфорацией. Двухслойный фильтр | | | |
| Наружный диаметр дрены | D | м | |
| Толщина первого фильтра | δ_1 | м | |
| Толщина второго фильтра | δ_2 | м | |
| Шаг перфорации | S | м | |
| Число рядов перфорации | N | шт. | |
| Диаметр перфорации | d_0 | см | |
| Коэффициент фильтрации первого фильтра | $k_{\phi 1}$ | м/сут | |
| Коэффициент фильтрации второго фильтра | $k_{\phi 2}$ | м/сут | |
| 12. Керамические трубы с фильтром из стеклохолста и песчано-гравийной обсыпкой | | | |
| Наружный диаметр дрены | D | м | |
| Толщина первого фильтра | δ_1 | м | |
| Ширина стыкового зазора между трубками | τ_1 | м | |
| Длина дренажной трубки | S_1 | м | |
| Коэффициент фильтрации первого фильтра | $k_{\phi 1}$ | м/сут | |
| Коэффициент фильтрации второго фильтра | $k_{\phi 2}$ | м/сут | |
| Ширина слоя обсыпки дрены | b_{ϕ} | м | |
| Толщина слоя обсыпки дрены | h_{ϕ} | м | |
| 13. Трубы полиэтиленовые с круглой перфорацией, с фильтром из стеклохолста и песчано-гравийной обсыпкой | | | |
| Наружный диаметр дрены | D | м | |
| Толщина первого фильтра | δ_1 | м | |
| Шаг перфорации | S | м | |
| Число рядов перфорации | N | шт. | |
| Диаметр перфорации | d_0 | см | |
| Коэффициент фильтрации первого фильтра | $k_{\phi 1}$ | м/сут | |
| Коэффициент фильтрации второго фильтра | $k_{\phi 2}$ | м/сут | |
| Ширина слоя обсыпки дрены | b_{ϕ} | м | |
| Толщина слоя обсыпки дрены | h_{ϕ} | м | |

Примечание. Параметры в столбце «Величина» принимаются по согласованию с преподавателем в соответствии с данными прил. 4–6.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Основные расчетные параметры керамических дренажных труб (ГОСТ 8411)

| Наружный (расчетный) диаметр D , м | Внутренний диаметр D_0 , м | Толщина стенки, м | Длина звена трубы S_1 , м | Допустимая глубина закладки, м | |
|--------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------|
| | | | | минимальная | максимальная |
| 0,072 | 0,050 | 0,011 | 0,33 | 0,7 | 4,0 |
| 0,101 | 0,075 | 0,013 | 0,33 | 0,7 | 4,0 |
| 0,130 | 0,100 | 0,015 | 0,33 | 0,7 | 4,0 |
| 0,161 | 0,125 | 0,018 | 0,33 | 1,0 | 4,0 |
| 0,190 | 0,150 | 0,020 | 0,33 | 1,0 | 4,0 |
| 0,219 | 0,175 | 0,022 | 0,33 | 1,2 | 4,0 |
| 0,248 | 0,200 | 0,024 | 0,33 | 1,2 | 4,0 |
| 0,300 | 0,250 | 0,025 | 0,33 | 1,2 | 3,0 |

Примечания.

1. Трубы диаметром D_0 от 0,100 до 0,250 м допускается изготавливать длиной звена 0,5 м.

2. Ширина стыкового зазора между звеньями труб τ_1 составляет от 0,002 до 0,003 м.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Основные расчетные параметры гофрированных дренажных труб из полиэтилена низкого давления (ТУ 33-1018312–06)

| Наружный (расчетный) диаметр D , м | Внутренний диаметр D_0 , м | Допустимая глубина закладки, м | Водоприемные отверстия | | | |
|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | | | Диаметр d_0 , см | Площадь, $\text{см}^2/\text{м}$ | Число рядов перфорации N | Шаг перфорации S_2 , м |
| 0,050 | 0,043 | 2,0 | 0,31 | 14 | 6 | 0,0323 |
| 0,063 | 0,054 | 2,0 | 0,36 | 17 | 6 | 0,0359 |
| 0,075 | 0,065 | 2,0 | 0,41 | 18 | 6 | 0,0450 |
| 0,090 | 0,077 | 2,5 | 0,41 | 23 | 6 | 0,0344 |
| 0,110 | 0,094 | 2,5 | 0,41 | 19 | 6 | 0,0417 |
| 0,125 | 0,107 | 2,5 | 0,41 | 17 | 6 | 0,0466 |
| 0,090 | 0,076 | 5,0 | 0,41 | 23 | 6 | 0,0344 |
| 0,110 | 0,093 | 5,0 | 0,41 | 19 | 6 | 0,0417 |
| 0,125 | 0,105 | 5,0 | 0,41 | 17 | 6 | 0,0466 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Основные расчетные параметры

| Наименование защитных фильтрующих материалов | Толщина ЗФМ (δ), м | | Коэффициент фильтрации ЗФМ (k_{ϕ}), м/сут | | |
|--|-----------------------------|------------------------------|--|---------------|------------------------------|
| | исходная | расчетная (после уплотнения) | исходный | | расчетный (после уплотнения) |
| | | | поперечный | продольный | |
| Холст стекловолокнистый ВВ-АМ | 0,0008 | 0,0008 | от 500 до 600 | от 70 до 100 | от 20 до 30 |
| Полотно нетканое клееное мелиоративное НКЛМ | 0,0006 | 0,0006 | | | от 10 до 15 |
| Холст волокнистопористый из полиэтилена (полиэтилен-холст) | 0,0015 | 0,0015 | от 300 до 1200 | от 100 до 250 | от 20 до 30 |
| Песчано-гравийные смеси | от 0,12 до 0,16 | от 0,06 до 0,08 | от 40 до 100 | от 40 до 101 | от 20 до 50 |
| Мох сфагнум | от 0,075 до 0,10 | от 0,015 до 0,02 | от 10 до 20 | от 10 до 21 | от 1 до 2 |
| Солома | от 0,20 до 0,25 | от 0,04 до 0,05 | от 300 до 500 | от 300 до 500 | от 20 до 30 |

Примечания.

1. Толщина песчано-гравийных фильтров принимается в зависимости от их конструкции.

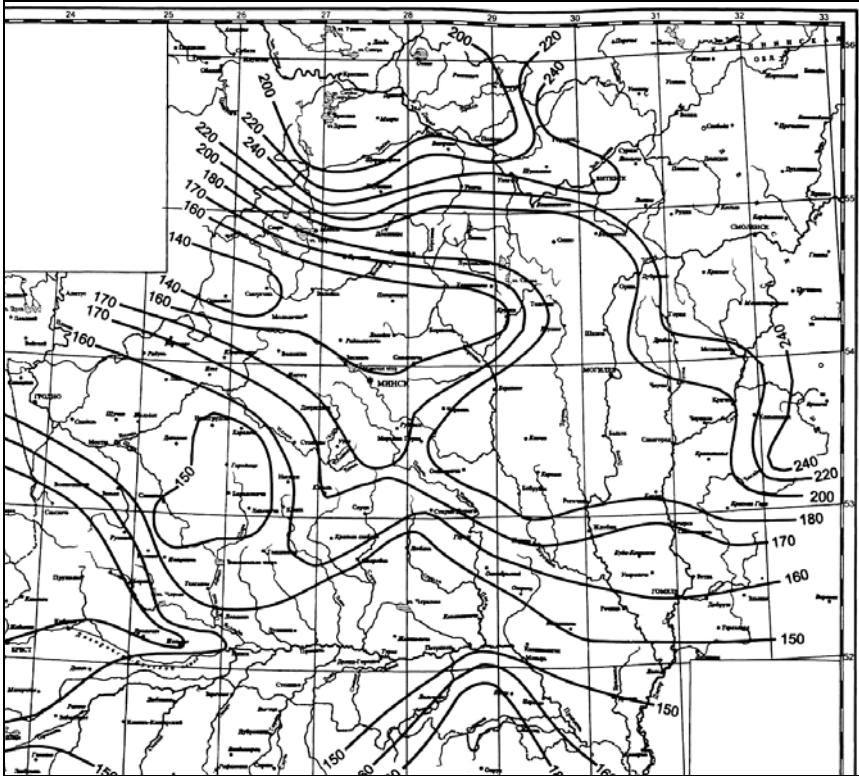
2. Коэффициенты фильтрации песчано-гравийных смесей в таблице даны ориентировочные. Действительные коэффициенты фильтрации определяются экспериментально или вычисляются по гранулометрическому составу с введением поправки на кольматацию.

3. Подбор дренажных фильтров производится с обязательным соблюдением следующих соотношений:

- для песчаных и торфяных грунтов $k_{\phi} / k_{гр} > 5$;
- для глинистых грунтов $k_{\phi} / k_{гр} > 20$.

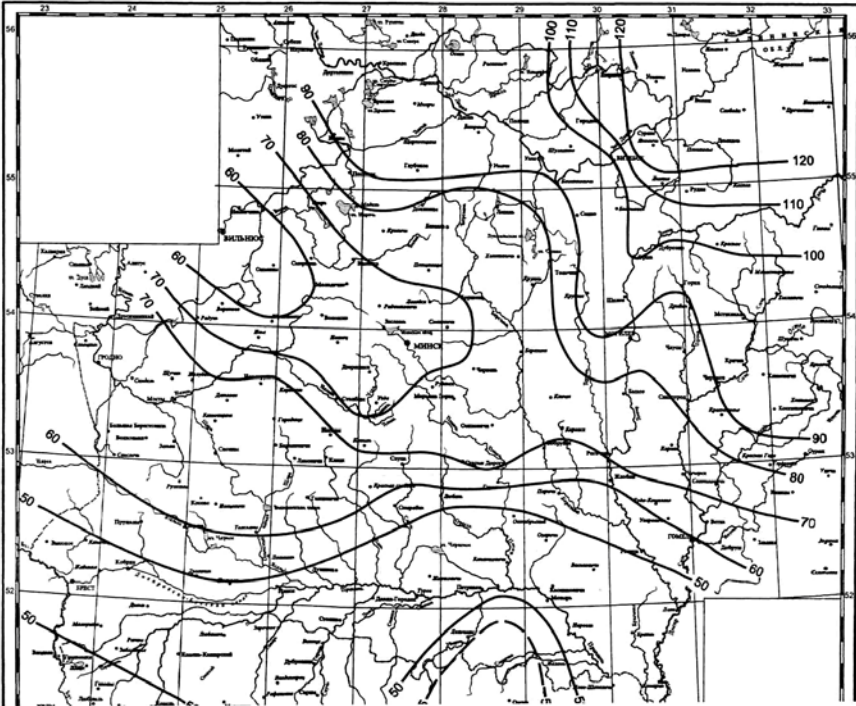
ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Карта слоя стока весеннего половодья
однопроцентной обеспеченности $h_{1\%}$, мм



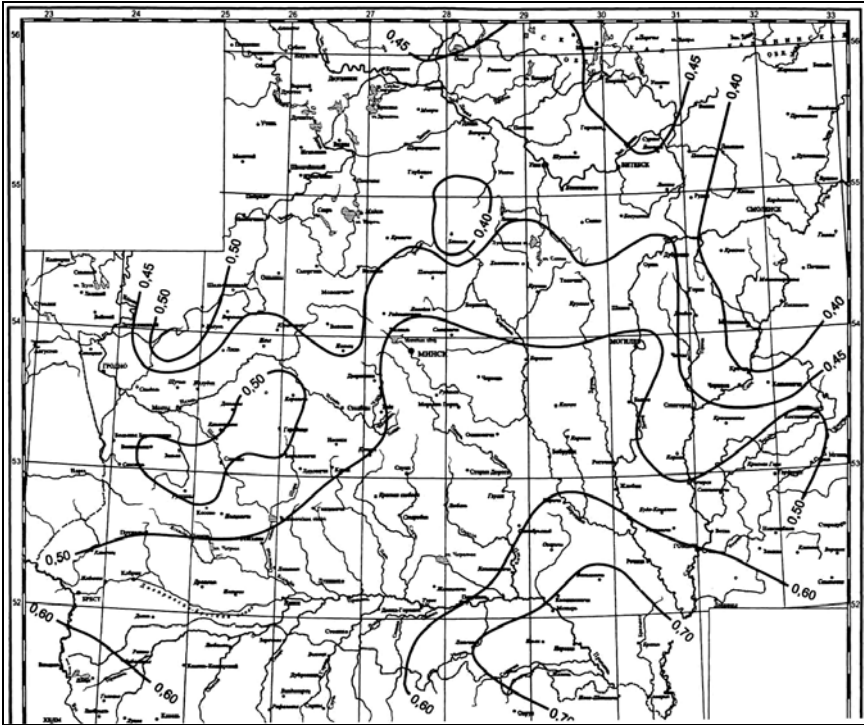
ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Карта среднемноголетнего слоя стока
весеннего половодья h_0 , мм



ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Карта коэффициента вариации слоя стока
весеннего половодья C_v



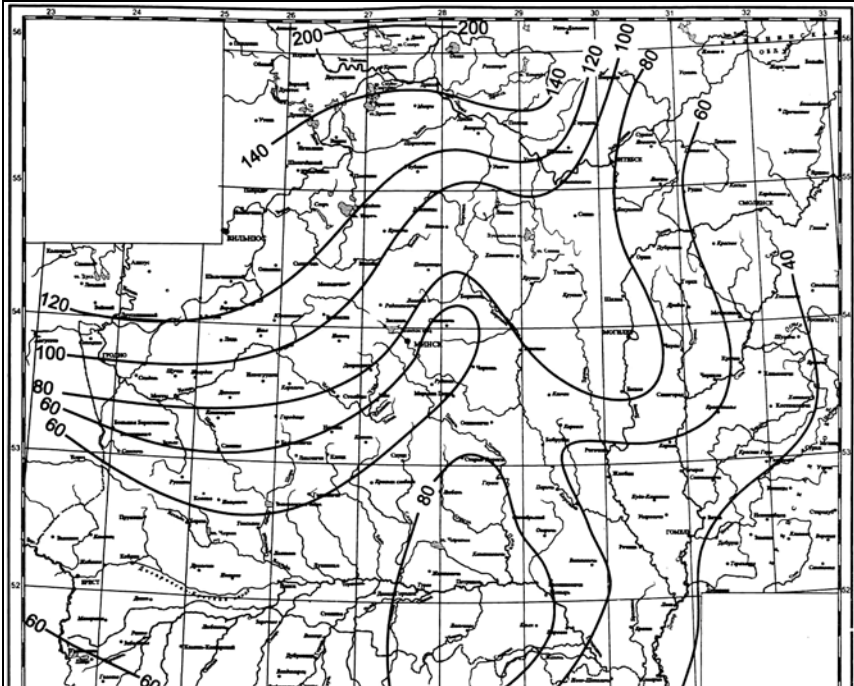
ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Ординаты кривых обеспеченности (модульный коэффициент K_p)

| | C_v | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $P, \%$ | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 |
| $C_s = C_v$ | | | | | | | | | | | | |
| 1,0 | 1,24 | 1,49 | 1,76 | 2,03 | 2,30 | 2,59 | 2,88 | 3,16 | 3,46 | 3,75 | – | – |
| 5,0 | 1,17 | 1,34 | 1,52 | 1,70 | 1,90 | 2,10 | 2,30 | 2,53 | 2,76 | 3,02 | – | – |
| 10,0 | 1,13 | 1,26 | 1,40 | 1,54 | 1,68 | 1,83 | 1,99 | 2,16 | 2,35 | 2,55 | – | – |
| 25,0 | 1,07 | 1,13 | 1,20 | 1,26 | 1,33 | 1,39 | 1,46 | 1,52 | 1,59 | 1,64 | – | – |
| 50,0 | 1,00 | 0,993 | 0,985 | 0,972 | 0,954 | 0,928 | 0,891 | 0,836 | 0,76 | 0,665 | – | – |
| 75,0 | 0,932 | 0,861 | 0,787 | 0,708 | 0,622 | 0,528 | 0,426 | 0,321 | 0,224 | 0,144 | – | – |
| $C_s = 2C_v$ | | | | | | | | | | | | |
| 1,0 | 1,5 | 1,52 | 1,82 | 2,16 | 2,51 | 2,890 | 3,29 | 3,71 | 4,15 | 4,60 | – | – |
| 5,0 | 1,17 | 1,35 | 1,54 | 1,74 | 1,94 | 2,15 | 2,36 | 2,57 | 2,78 | 3,06 | – | – |
| 10,0 | 1,13 | 1,26 | 1,40 | 1,54 | 1,67 | 1,80 | 1,94 | 2,06 | 2,19 | 2,30 | – | – |
| 25,0 | 1,06 | 1,13 | 1,18 | 1,23 | 1,28 | 1,31 | 1,34 | 1,37 | 1,38 | 1,38 | – | – |
| 50,0 | 0,977 | 0,986 | 0,970 | 0,948 | 0,918 | 0,886 | 0,846 | 0,800 | 0,748 | 0,693 | – | – |
| 75,0 | 0,931 | 0,858 | 0,784 | 0,708 | 0,634 | 0,556 | 0,489 | 0,416 | 0,352 | 0,288 | – | – |
| $C_s = 3C_v$ | | | | | | | | | | | | |
| 1,0 | 1,25 | 1,55 | 1,90 | 2,26 | 2,66 | 3,07 | 3,50 | 3,96 | 4,41 | 4,87 | 5,33 | 5,79 |
| 5,0 | 1,17 | 1,36 | 1,55 | 1,75 | 1,95 | 2,14 | 2,34 | 2,52 | 2,70 | 2,88 | 3,05 | 3,22 |
| 10,0 | 1,13 | 1,26 | 1,40 | 1,52 | 1,65 | 1,76 | 1,87 | 1,97 | 2,06 | 2,15 | 2,23 | 2,30 |
| 25,0 | 1,07 | 1,12 | 1,17 | 1,21 | 1,24 | 1,26 | 1,28 | 1,28 | 1,29 | 1,29 | 1,28 | 1,27 |
| 50,0 | 0,997 | 0,981 | 0,959 | 0,930 | 0,898 | 0,862 | 0,823 | 0,783 | 0,741 | 0,699 | 0,656 | 0,614 |
| 75,0 | 0,931 | 0,858 | 0,786 | 0,715 | 0,647 | 0,583 | 0,522 | 0,465 | 0,412 | 0,363 | 0,318 | 0,277 |
| $C_s = 4C_v$ | | | | | | | | | | | | |
| 1,0 | 1,25 | 1,58 | 1,94 | 2,31 | 2,75 | 3,17 | 3,59 | 4,03 | 4,47 | 4,91 | 5,34 | 5,79 |
| 5,0 | 1,17 | 1,36 | 1,56 | 1,75 | 1,94 | 2,12 | 2,29 | 2,46 | 2,62 | 2,78 | 2,93 | 3,07 |
| 10,0 | 1,13 | 1,26 | 1,39 | 1,51 | 1,62 | 1,72 | 1,81 | 1,90 | 1,98 | 2,05 | 2,12 | 2,18 |
| 25,0 | 1,07 | 1,12 | 1,16 | 1,19 | 1,21 | 1,23 | 1,24 | 1,24 | 1,24 | 1,24 | 1,23 | 1,22 |
| 50,0 | 0,997 | 0,976 | 0,950 | 0,920 | 0,888 | 0,853 | 0,818 | 0,781 | 0,744 | 0,707 | 0,67 | 0,634 |
| 75,0 | 0,931 | 0,858 | 0,788 | 0,722 | 0,660 | 0,601 | 0,546 | 0,495 | 0,448 | 0,403 | 0,362 | 0,325 |

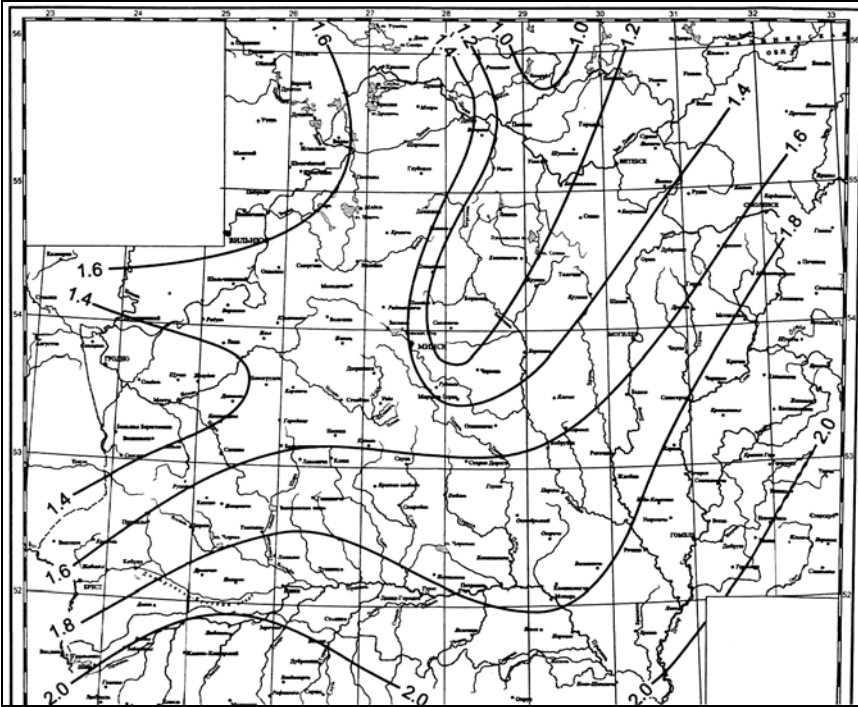
ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Карта параметра a к формуле (4.15)



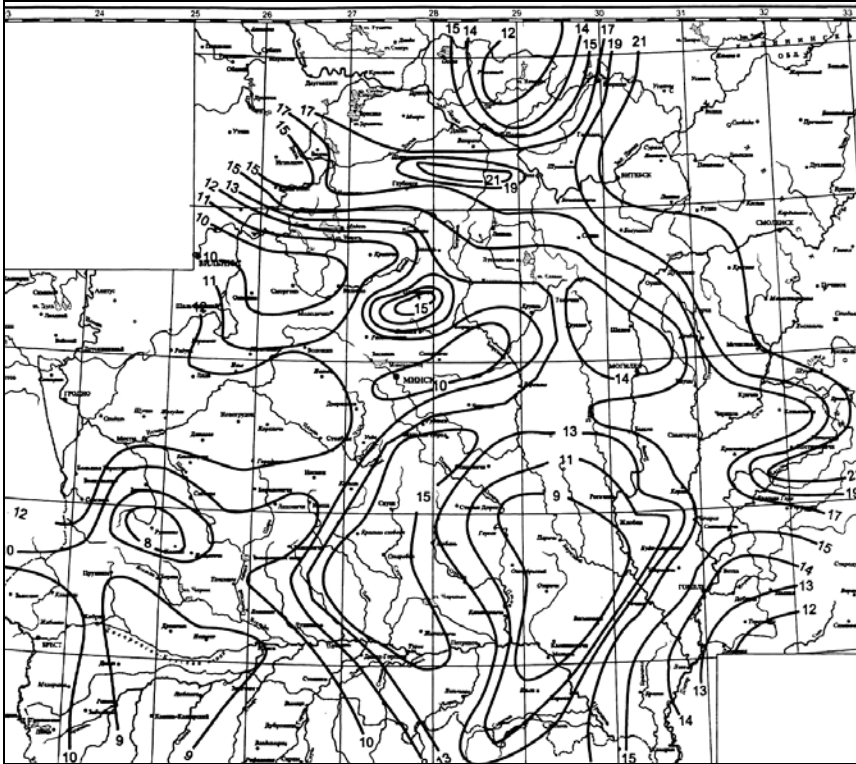
ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Карта параметра a' к формуле (4.16)



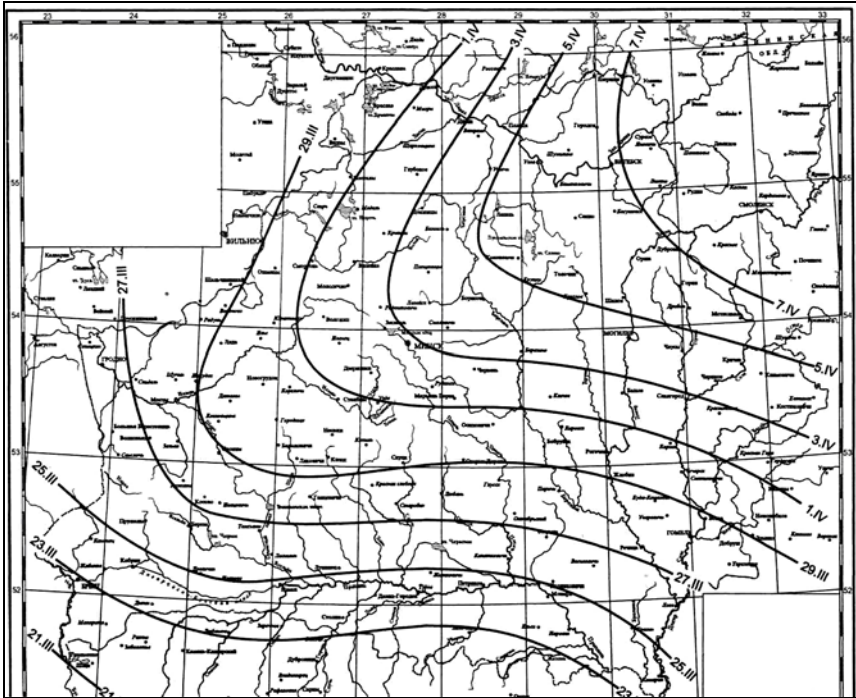
ПРИЛОЖЕНИЕ 13

Карта параметра $q_{10\%}^{\text{III}}$ к формуле (4.18)



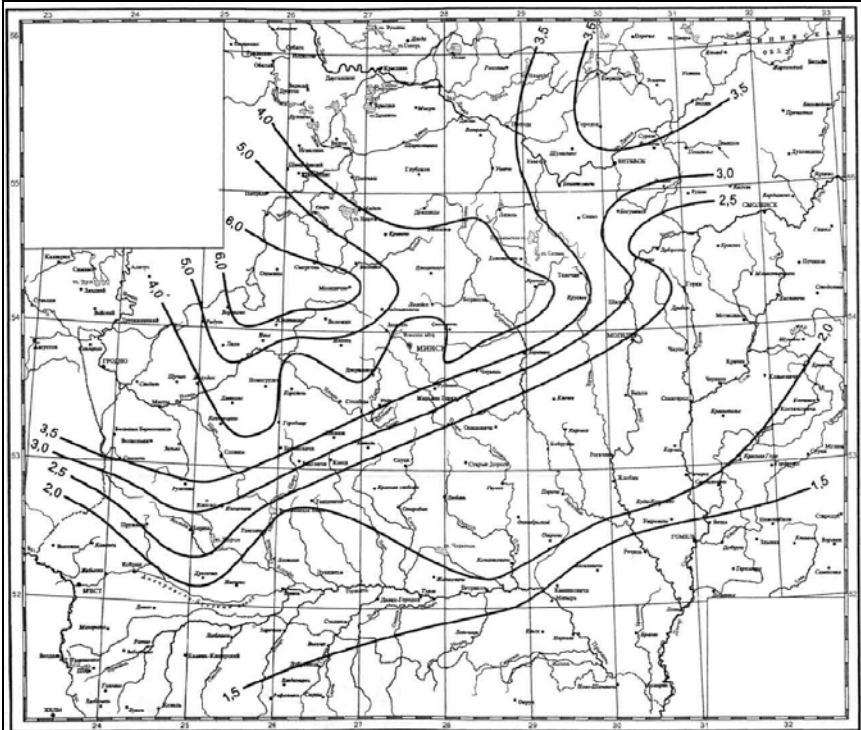
ПРИЛОЖЕНИЕ 14

Карта средних дат схода снега



ПРИЛОЖЕНИЕ 15

Карта изолиний среднемеженного модуля стока
пятидесятипроцентной обеспеченности $q_{50\%}^{\text{меж}}$, л/(с·км²)



ПРИЛОЖЕНИЕ 16

Физико-географические характеристики водосборов рек

| Вариант | Река – створ | Длина, км | Уклон реки, % | | Площадь водосбора, км ² | Озерность, % | Заболоченность, % | Лесистость, % |
|----------------------------------|-------------------------|-----------|---------------|------------------|------------------------------------|--------------|-------------------|---------------|
| | | | средний | средневзвешенный | | | | |
| Бассейн р. Западная Двина | | | | | | | | |
| 1 | Туросна – с. Новый двор | 58 | 0,57 | 0,41 | 465 | 0 | 69 | 80 |
| 2 | Гарень – Орша | 38 | 1,02 | – | 395 | 0 | 14 | 74 |
| 3 | Нача – с. Азарово | 33 | 1,78 | – | 290 | 0 | 21 | 32 |
| 4 | Усвяча – с. Глазунова | 25 | 0,17 | 0,26 | 521 | 4 | 21 | 32 |
| 5 | Овсянка – с. Веречье | 46 | 0,87 | – | 314 | 0 | 9 | 53 |
| 6 | Вымнянка – с. Пивовары | 23 | 1,9 | 0,9 | 165 | 2 | 4 | 16 |
| 7 | Лужесянка – с. Борково | 10 | 1,1 | 0,72 | 386 | 3 | 10 | 41 |
| 8 | Витьба – с. Скуловичи | 16 | 4,0 | 1,5 | 107 | 0 | 4 | 20 |
| 9 | Удра – Устье | 33 | 0,85 | 0,61 | 242 | 0 | 28 | 15 |
| 10 | Дряжна – Гобза | 32 | 2,33 | – | 287 | 0 | 8 | 41 |
| 11 | Заольшанка – Черницы | 31 | 1,61 | – | 267 | 0 | 12 | 33 |
| 12 | Кривинка – с. Добригоры | 16 | 0,31 | – | 238 | 2 | 21 | 27 |
| 13 | Березка – Устье | 34 | 0,52 | 0,49 | 348 | 2 | 21 | 26 |
| 14 | Эсса – с. Латыголичи | 40 | 0,34 | – | 344 | 0 | 22 | 35 |
| 15 | Эсса – с. Гадивля | 58 | 0,35 | 0,32 | 530 | 0 | 24 | 40 |
| 16 | Усвейка – с. Мозолы | 20 | 1,5 | 0,68 | 144 | 0 | 14 | 28 |
| 17 | Усвейка – с. Загатье | 32 | 1,1 | 0,66 | 238 | 0 | 12 | 33 |
| 18 | Свечанка – с. Верховье | 48 | 0,83 | – | 336 | 1 | 33 | 21 |
| 19 | Оболь – с. Ломоносове | 16 | 0,38 | 0,41 | 395 | 6 | 26 | 30 |
| 20 | Усыса – Казиново | 19 | 1,1 | 0,85 | 246 | 2 | 9 | 20 |
| 21 | Полога – с. Колотовка | 52 | 0,39 | 0,28 | 485 | 5 | 37 | 58 |
| 22 | Ушача – п. г. т. Ушачи | 51 | 0,70 | – | 283 | 2 | 10 | 36 |
| 23 | Нача – с. Горовцы | 5 | 1,6 | 1,4 | 234 | 4 | 13 | 28 |
| 24 | Мяделка – с. Русаки | 35 | 0,85 | 0,63 | 462 | 5 | 9 | 10 |
| 25 | Половица – Устье | 38 | 1,6 | 0,86 | 211 | 1 | 31 | 30 |
| 26 | Янка – Устье | 47 | 0,44 | 0,33 | 564 | 1 | 19 | 26 |
| 27 | Березовка – с. Саутки | 26 | 1,4 | 1,2 | 554 | 1 | 6 | 11 |
| 28 | Аута – Устье | 47 | 1,54 | 0,86 | 461 | 1 | 6 | 18 |
| 29 | Ужица – Устье | 48 | 0,74 | 0,66 | 350 | 1 | 9 | 30 |
| 30 | Сарьянка – с. Скрадали | 39 | 1,36 | 1,15 | 305 | 1 | 6 | 26 |
| 31 | Асуница – руч. Дагдица | 41 | 1,35 | 1,23 | 447 | 5 | 5 | 18 |

| | | | | | | | | |
|----|----------------------|----|------|------|-----|---|---|----|
| 32 | Росица – с. Кошковцы | 45 | 1,34 | 1,26 | 279 | 2 | 8 | 30 |
|----|----------------------|----|------|------|-----|---|---|----|

Продолжение прил. 16

| Вариант | Река – створ | Длина, км | Уклон реки, % | | Площадь водосбора, км ² | Озерность, % | Заболоченность, % | Лесистость, % |
|-------------------------|-------------------------------|-----------|---------------|-------------------|------------------------------------|--------------|-------------------|---------------|
| | | | средний | средне-взвешенный | | | | |
| Бассейн р. Неман | | | | | | | | |
| 33 | Лоша – э. Омелянка | 25 | 1,0 | – | 294 | 0 | 40 | 49 |
| 34 | Выня – с. Кучинка | 49 | 0,70 | 0,40 | 278 | 0 | 16 | 16 |
| 35 | Усса – с. Малая Усса | 81 | 1,8 | – | 560 | 0 | 10 | 18 |
| 36 | Перетуть – п. г. т. Негорелое | 21 | 1,05 | – | 172 | 0 | 10 | 22 |
| 37 | Перетуть – с. Кухтицы | 44 | 0,77 | 1,06 | 344 | 0 | 12 | 30 |
| 38 | Уздянка – с. Бервиши | 50 | 1,16 | 1,10 | 321 | 0 | 21 | 32 |
| 39 | Сула – с. Дудки | 56 | 2,7 | – | 462 | 0 | 8 | 28 |
| 40 | Сновка – Уша | 29 | 0,93 | – | 308 | 1 | 12 | 8 |
| 41 | Сервечь – с. Березовец | 45 | 1,8 | 0,82 | 323 | 0 | 9 | 14 |
| 42 | Уса – с. Рудня Налибокская | 49 | 1,2 | – | 332 | 0 | 5 | 35 |
| 43 | Березина – с. Литва | 52 | 2,5 | 0,73 | 412 | 0 | 14 | 20 |
| 44 | Ольпанка – Устье | 60 | 1,5 | 1,25 | 311 | 0 | 12 | 18 |
| 45 | Ислочь – с. Боровиковщина | 46 | 3,4 | 1,6 | 624 | 0 | 6 | 15 |
| 46 | Волма – с. Рудня | 44 | 3,01 | 2,38 | 177 | 0 | 9 | 19 |
| 47 | Гавья – уч. Подокупка | 32 | 1,74 | – | 212 | 0 | 10 | 34 |
| 48 | Жижма – с. Гельвинцы | 44 | 1,1 | 0,77 | 386 | 0 | 15 | 22 |
| 49 | Дитва – с. Ожелишки | 18 | 1,1 | 0,51 | 227 | 0 | 12 | 13 |
| 50 | Молчадь – с. Молчадь | 18 | 2,0 | 1,5 | 211 | 0 | 16 | 20 |
| 51 | Лебеда – с. Мотесы | 28 | 1,2 | – | 384 | 0 | 9 | 9 |
| 52 | Щара – с. Литва | 30 | 0,4 | – | 354 | 0 | 34 | 7 |
| 53 | Мышанка – с. Березки | 74 | 0,81 | 0,47 | 496 | 0 | 15 | 12 |
| 54 | Гривда – г. п. Ивацевичи | 64 | 0,59 | 0,42 | 699 | 0 | 14 | 14 |
| 55 | Исса – с. Нагуевичи | 42 | 1,2 | 1,0 | 461 | 0 | 7 | 19 |
| 56 | Зельвянка – с. Седельники | 25 | 0,8 | – | 239 | 0 | 7 | 18 |
| 57 | Колодежанка – Свислочь | 39 | 0,9 | – | 337 | 0 | 7 | 13 |
| 58 | Котра – с. Бершты | 34 | 0,25 | 0,20 | 210 | 0 | 36 | 72 |
| 59 | Сервечь – с. Малые Ситцы | 22 | 0,27 | – | 243 | 0 | 30 | 20 |
| 60 | Илия – с. Владыки | 25 | 2,8 | 1,6 | 402 | 0 | 10 | 43 |
| 61 | Удранка – х. Удранка | 24,5 | 3,7 | 2,7 | 183 | 0 | 2 | 51 |
| 62 | Уша – г. Молодечно | 48 | 3,08 | 1,6 | 352 | 0 | 21 | 24 |

| | | | | | | | | |
|----|-------------------|----|-----|-----|-----|---|---|----|
| 63 | Ошмянка – с. Солы | 56 | 1,2 | 1,1 | 620 | 0 | 9 | 14 |
|----|-------------------|----|-----|-----|-----|---|---|----|

Продолжение прил. 16

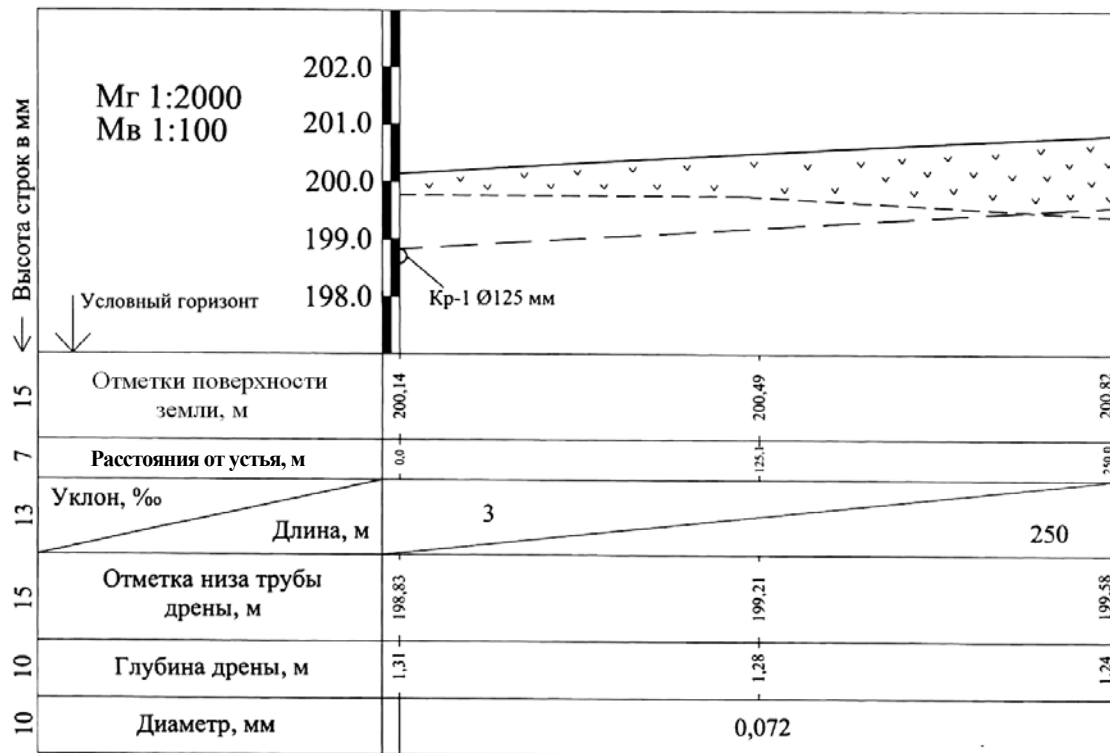
| Вариант | Река – створ | Длина, км | Уклон реки, % | | Площадь водосбора, км ² | Озерность, % | Заболоченность, % | Лесистость, % |
|--------------------------------|------------------------------|-----------|---------------|-------------------|------------------------------------|--------------|-------------------|---------------|
| | | | средний | средне-взвешенный | | | | |
| Бассейн р. Западный Буг | | | | | | | | |
| 64 | Рыта – кан. Гнилой | 28 | 0,2 | – | 434 | 3 | 56 | 53 |
| 65 | Малорыта – п. г. т. Малорита | 28 | 0,29 | – | – | – | – | – |
| 66 | Капаювка – с. Черск | 27 | 0,37 | 0,35 | 218 | 0 | 24 | 35 |
| 67 | Мухавец – г. Пружаны | – | 0,79 | 0,64 | 106 | 0 | 12 | 2 |
| 68 | Жабинка – с. Малая Жабинка | 22 | 1,0 | 0,45 | 189 | 0 | 17 | 15 |
| Бассейн р. Днепр | | | | | | | | |
| 69 | Днепр – с. Болшево | 30 | 0,75 | 0,30 | 247 | 0 | 17 | 15 |
| 70 | Вязьма – с. Старая | 48 | 0,71 | 0,31 | 580 | 0 | 9 | 31 |
| 71 | Соля – с. Федино | 62 | 0,88 | 0,55 | 370 | 0 | 4 | 39 |
| 72 | Вопец – г. Сафонове | 53 | 0,83 | 0,48 | 407 | 0 | 16 | 54 |
| 73 | Вопец – Устье | 74 | 0,73 | 0,41 | 510 | 0 | 13 | 47 |
| 74 | Хица – Осьма | 24 | 1,58 | 2 | 321 | 0 | 7 | 46 |
| 75 | Хмость – с. Каменка | 58 | 1,1 | – | 411 | 0 | 13 | 17 |
| 76 | Адров – с. Задровье | 37 | 1,16 | – | 370 | 0 | 3 | 22 |
| 77 | Ослик – Устье | 66 | 0,68 | 0,57 | 413 | 0 | 9 | 32 |
| 78 | Вабич – с. Рудня | 63 | 0,70 | 0,55 | 530 | 0 | 7 | 15 |
| 79 | Греза – с. Гамария | 37 | 0,53 | 0,50 | 271 | 0 | 22 | 15 |
| 80 | Добысна – с. Жиличи | 25 | 1,1 | – | 203 | 0 | 13 | 20 |
| 81 | Цна – с. Смольницы | 41 | 0,73 | – | 203 | 0 | 27 | 71 |
| 82 | Сха – г. Борисов | 76 | 0,50 | 0,24 | 577 | 0 | 21 | 53 |
| 83 | Плисса – с. Трубенки | 29 | 1,2 | 0,99 | 372 | 0 | 13 | 22 |
| 84 | Плисса – с. Залесье | 42 | 0,93 | 0,62 | 504 | 0 | 15 | 28 |
| 85 | Бобр – с. Куты | 35 | 1,4 | 0,70 | 374 | 0 | 13 | 38 |
| 86 | Можга – с. Гать | 77 | 0,42 | 0,29 | 530 | 0 | 29 | 67 |
| 87 | Уша – с. Слобода | 54 | 0,65 | 0,56 | 429 | 0 | 12 | 51 |
| 88 | Клева – с. Милостово | 53 | 0,57 | – | 280 | 0 | 33 | 70 |
| 89 | Свислочь – с. Заречье | 21 | 2,7 | 0,83 | 624 | 5 | 8 | 24 |
| 90 | Вяча – с. Паперня | 32 | 2,0 | 1,5 | 142 | 0 | 6 | 32 |
| 91 | Ола – с. Михалево | 31 | 0,79 | 0,37 | 380 | 0 | 13 | 11 |
| 92 | Ведричь – х. Бабичи | 30 | 0,23 | 0,18 | 438 | 0 | 42 | 62 |
| 93 | Хмара – с. Красиловка | 39 | 1,1 | 0,64 | 534 | 0 | 9 | 20 |

| | | | | | | | | |
|----|---------------------|----|-----|---|-----|---|---|----|
| 94 | Вихра – д. Спадская | 21 | 1,5 | – | 458 | 0 | 5 | 15 |
|----|---------------------|----|-----|---|-----|---|---|----|

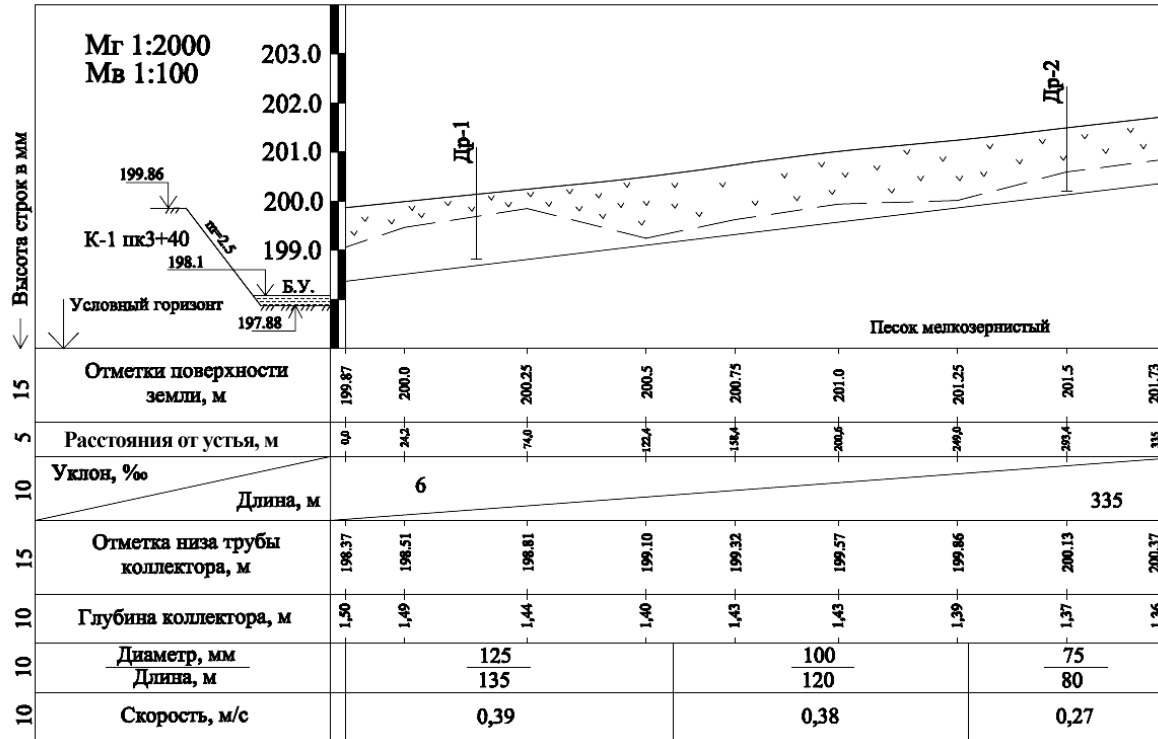
Окончание прил. 16

| Вариант | Река – створ | Длина, км | Уклон реки, % | | Площадь водосбора, км ² | Озерность, % | Заболоченность, % | Лесистость, % |
|---------|------------------------------|-----------|---------------|-------------------|------------------------------------|--------------|-------------------|---------------|
| | | | средний | средне-взвешенный | | | | |
| 95 | Остар – с. Муринка | 39 | 1,1 | – | 315 | 0 | 1 | 22 |
| 96 | Лобжанка – о. Поля | 21 | 2,0 | 1,1 | 130 | 0 | 9 | 31 |
| 97 | Волчас – с. Устье | 80 | 0,70 | 0,60 | 427 | 0 | 6 | 26 |
| 98 | Сенна – с. Пильня | 44 | 0,97 | 0,93 | 454 | 0 | 10 | 45 |
| 99 | Проня – г. Горки | 27 | 1,8 | 1,1 | 171 | 0 | 2 | 15 |
| 100 | Бася – с. Селец | 20 | 1,8 | – | 226 | 0 | 4 | 21 |
| 101 | Реста – с. Сухари | 18 | 1,3 | 1,2 | 114 | 0 | 6 | 13 |
| 102 | Чечера – с. Саприки | 44 | 0,64 | 0,47 | 456 | 0 | 12 | 18 |
| 103 | Покоть – с. Красный Дубок | 58 | 0,63 | 0,46 | 404 | 0 | 9 | 51 |
| 104 | Надва – п. г. т. Клетня | 23 | 1,1 | – | 233 | 0 | 5 | 62 |
| 105 | Унеча – г. Унеча | 25 | 1,2 | 0,80 | 218 | 0 | 6 | 44 |
| 106 | Уза – п. г. т. Уваровичи | 23 | 1,1 | – | 233 | 0 | 5 | 62 |
| 107 | Уть – с. Прибытки | 52 | 0,48 | 0,43 | 340 | 0 | 14 | 6 |
| 108 | Жегулянка – с. Нехачево | 12 | 0,87 | – | 245 | 0 | 39 | 55 |
| 109 | Морочь – с. Мацкевичи | 37 | 2,2 | 1,0 | 313 | 0 | 15 | 7 |
| 110 | Бересток – Уборгь | 26 | 0,75 | – | 283 | 0 | 21 | 6 |
| 111 | Птичь – с. Лецковщина | 36 | 2,7 | 1,3 | 175 | 0 | 2 | 13 |
| 112 | Оресса – с. Верхутино | 30 | 0,45 | 0,23 | 520 | 0 | 31 | 65 |
| 113 | Иппа – с. Рудня Евтушковская | 36 | 0,37 | 0,32 | 270 | 0 | 48 | 60 |

Продольный профиль дрены



Продольный профиль коллектора



ПРИЛОЖЕНИЕ 19

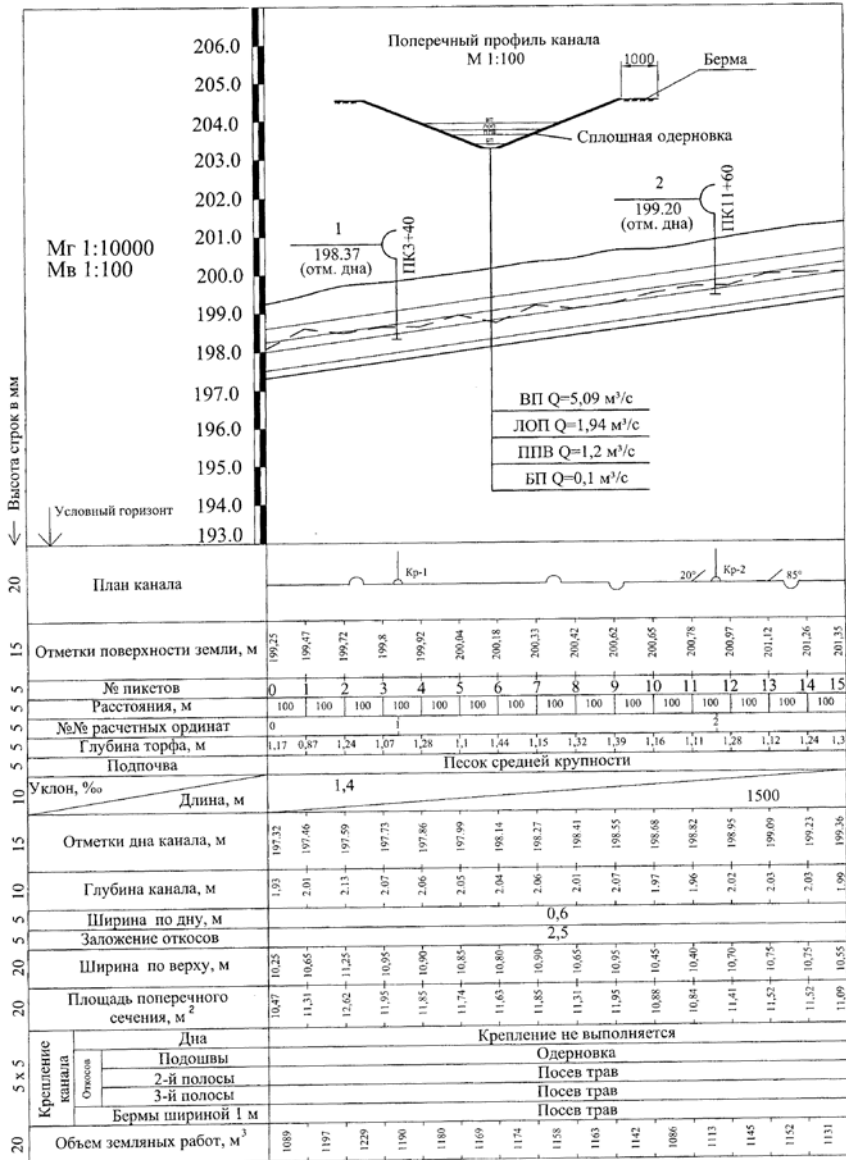
Определение площади водосбора (га)
в зависимости от диаметра коллектора, его уклона
и модуля дренажного стока

| Уклон | Модуль дренажного стока, л/с с 1 га | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0,45 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| Диаметр коллектора 75 мм | | | | | | | | |
| 0,0015 | 1,80 | 1,62 | 1,47 | 1,35 | 1,16 | 1,01 | 0,90 | 0,81 |
| 0,0020 | 2,04 | 1,84 | 1,67 | 1,53 | 1,31 | 1,15 | 1,02 | 0,92 |
| 0,0025 | 2,35 | 2,11 | 1,86 | 1,66 | 1,46 | 1,30 | 1,15 | 1,01 |
| 0,0030 | 2,51 | 2,36 | 2,05 | 1,88 | 1,62 | 1,41 | 1,25 | 1,13 |
| 0,0035 | 2,81 | 2,45 | 2,25 | 2,04 | 1,73 | 1,60 | 1,36 | 1,21 |
| 0,0040 | 2,91 | 2,62 | 2,38 | 2,18 | 1,87 | 1,64 | 1,46 | 1,31 |
| 0,0045 | 3,11 | 2,73 | 2,62 | 2,31 | 1,93 | 1,72 | 1,54 | 1,38 |
| 0,0050 | 3,25 | 2,90 | 2,70 | 2,42 | 2,07 | 1,80 | 1,62 | 1,44 |
| 0,0055 | 3,40 | 3,00 | 2,81 | 2,58 | 2,16 | 1,90 | 1,68 | 1,54 |
| 0,0060 | 3,57 | 3,13 | 2,90 | 2,66 | 2,29 | 1,98 | 1,77 | 1,62 |
| 0,0065 | 3,67 | 3,25 | 3,00 | 2,75 | 2,36 | 2,07 | 1,85 | 1,66 |
| 0,0070 | 3,85 | 3,40 | 3,14 | 2,90 | 2,46 | 2,16 | 1,92 | 1,75 |
| 0,0080 | 4,11 | 3,69 | 3,36 | 3,08 | 2,64 | 2,31 | 2,05 | 1,86 |
| 0,0090 | 4,32 | 3,93 | 3,62 | 3,30 | 2,81 | 2,45 | 2,16 | 1,96 |
| 0,0100 | 4,60 | 4,13 | 3,76 | 3,45 | 2,95 | 2,59 | 2,30 | 2,07 |
| Диаметр коллектора 100 мм | | | | | | | | |
| 0,0015 | 3,87 | 3,48 | 3,16 | 2,90 | 2,49 | 2,18 | 1,93 | 1,74 |
| 0,0020 | 4,50 | 4,05 | 3,68 | 3,36 | 2,88 | 2,52 | 2,15 | 2,08 |
| 0,0025 | 5,07 | 4,50 | 4,06 | 3,80 | 3,16 | 2,78 | 2,50 | 2,20 |
| 0,0030 | 5,45 | 4,90 | 4,45 | 4,07 | 3,50 | 3,06 | 2,72 | 2,20 |
| 0,0035 | 5,90 | 5,30 | 4,77 | 4,38 | 3,78 | 3,30 | 2,88 | 2,63 |
| 0,0040 | 6,26 | 5,63 | 5,12 | 4,70 | 4,02 | 3,52 | 3,12 | 2,82 |
| 0,0045 | 6,65 | 6,01 | 5,40 | 4,90 | 4,23 | 3,72 | 3,22 | 3,00 |
| 0,0050 | 7,00 | 6,31 | 5,69 | 5,20 | 4,41 | 3,90 | 3,50 | 3,13 |
| 0,0055 | 7,39 | 6,63 | 6,09 | 5,40 | 4,68 | 4,11 | 3,61 | 3,13 |
| 0,0060 | 7,66 | 6,90 | 6,26 | 5,76 | 4,92 | 4,31 | 3,82 | 3,45 |
| 0,0065 | 8,02 | 7,18 | 6,53 | 5,92 | 5,09 | 4,45 | 3,90 | 3,52 |
| 0,0070 | 8,30 | 7,44 | 6,80 | 6,18 | 5,25 | 4,62 | 4,12 | 3,68 |
| 0,0080 | 8,84 | 7,96 | 7,23 | 6,53 | 5,68 | 4,97 | 4,42 | 3,98 |
| 0,0090 | 9,40 | 8,49 | 7,70 | 7,10 | 6,05 | 5,30 | 4,68 | 4,19 |
| 0,0100 | 9,93 | 8,92 | 8,12 | 7,43 | 6,37 | 5,58 | 4,96 | 4,47 |

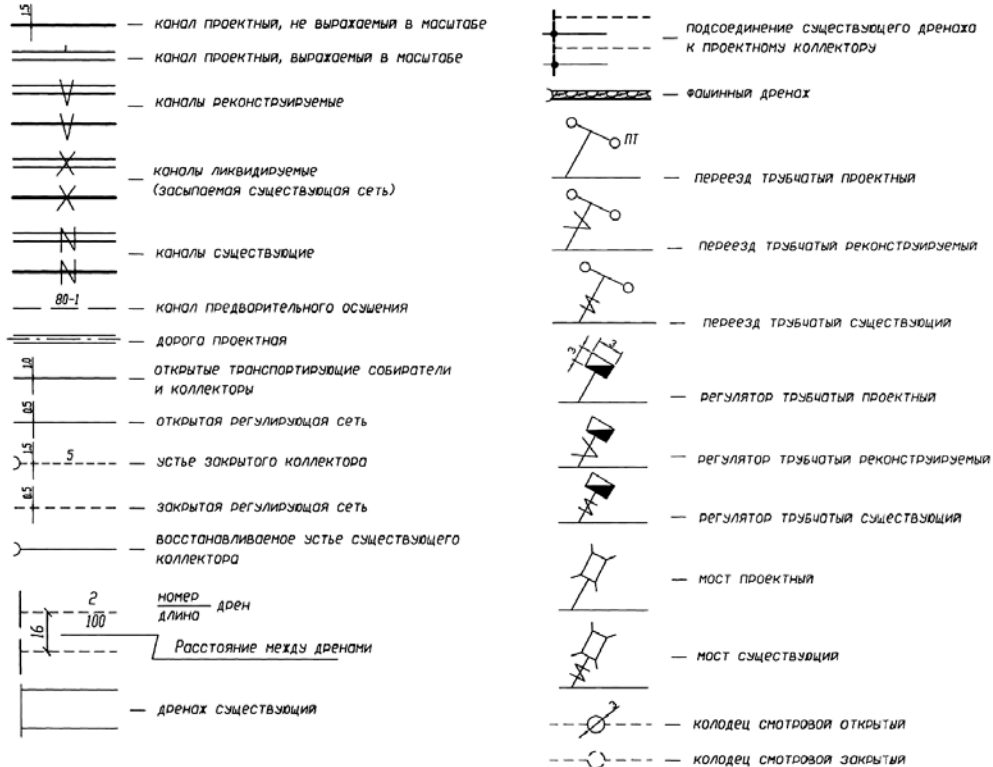
| Уклон | Модуль дренажного стока, л/с с 1 га | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0,45 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| Диаметр коллектора 125 мм | | | | | | | | |
| 0,0015 | 6,76 | 6,07 | 5,52 | 5,06 | 4,33 | 3,80 | 3,38 | 3,04 |
| 0,0020 | 7,86 | 7,08 | 6,43 | 5,90 | 5,06 | 4,43 | 3,93 | 3,54 |
| 0,0025 | 8,91 | 7,90 | 7,40 | 6,62 | 5,63 | 4,90 | 4,36 | 3,96 |
| 0,0030 | 9,73 | 8,76 | 7,98 | 7,31 | 6,26 | 5,48 | 4,87 | 4,38 |
| 0,0035 | 10,45 | 9,41 | 8,51 | 7,78 | 6,66 | 5,90 | 5,12 | 4,73 |
| 0,0040 | 11,10 | 10,00 | 9,07 | 8,33 | 7,13 | 6,26 | 5,56 | 5,00 |
| 0,0045 | 11,75 | 10,45 | 9,68 | 8,72 | 7,57 | 6,64 | 5,82 | 5,37 |
| 0,0050 | 12,31 | 11,00 | 10,17 | 9,21 | 7,92 | 7,00 | 6,10 | 5,60 |
| 0,0055 | 12,90 | 11,60 | 10,62 | 9,65 | 8,32 | 7,41 | 6,25 | 5,92 |
| 0,0060 | 13,55 | 12,20 | 11,10 | 10,15 | 8,70 | 7,61 | 6,76 | 6,10 |
| 0,0065 | 14,15 | 12,67 | 11,50 | 10,50 | 9,04 | 8,10 | 7,00 | 6,22 |
| 0,0070 | 14,63 | 13,10 | 11,90 | 10,91 | 9,40 | 8,35 | 7,24 | 6,62 |
| 0,0080 | 15,71 | 14,13 | 12,85 | 11,78 | 10,12 | 8,86 | 7,86 | 7,07 |
| 0,0090 | 16,70 | 15,05 | 13,43 | 12,45 | 10,70 | 9,44 | 8,31 | 7,30 |
| 0,0100 | 17,58 | 15,80 | 14,38 | 13,18 | 11,28 | 9,87 | 8,78 | 7,90 |
| Диаметр коллектора 150 мм | | | | | | | | |
| 0,0015 | 11,43 | 10,30 | 9,70 | 8,60 | 7,36 | 6,45 | 5,71 | 5,15 |
| 0,0020 | 13,13 | 11,80 | 10,75 | 9,83 | 8,45 | 7,40 | 6,57 | 5,92 |
| 0,0025 | 14,60 | 13,10 | 12,01 | 10,88 | 9,46 | 8,12 | 7,30 | 6,55 |
| 0,0030 | 16,10 | 14,46 | 13,15 | 12,04 | 10,33 | 9,06 | 8,06 | 7,24 |
| 0,0035 | 17,35 | 15,05 | 14,21 | 13,01 | 11,11 | 9,73 | 8,67 | 7,83 |
| 0,0040 | 18,61 | 16,70 | 15,20 | 13,91 | 11,91 | 10,41 | 9,28 | 8,36 |
| 0,0045 | 19,70 | 17,64 | 16,02 | 14,67 | 12,56 | 11,00 | 9,81 | 8,80 |
| 0,0050 | 20,68 | 18,55 | 16,82 | 15,50 | 13,12 | 11,60 | 10,32 | 9,36 |
| 0,0055 | 21,70 | 19,50 | 17,62 | 16,40 | 13,98 | 12,18 | 10,80 | 9,78 |
| 0,0060 | 22,70 | 20,41 | 18,53 | 17,10 | 14,59 | 12,73 | 11,30 | 10,20 |
| 0,0065 | 23,62 | 21,22 | 19,20 | 17,80 | 15,21 | 13,23 | 11,80 | 10,61 |
| 0,0070 | 24,54 | 22,10 | 20,00 | 18,43 | 15,80 | 13,80 | 12,27 | 11,02 |
| 0,0080 | 26,30 | 23,62 | 21,45 | 19,70 | 16,90 | 14,80 | 13,15 | 11,81 |
| 0,0090 | 27,68 | 24,93 | 22,60 | 20,78 | 17,80 | 15,60 | 14,06 | 12,21 |
| 0,0100 | 29,00 | 26,10 | 23,70 | 21,78 | 18,65 | 16,30 | 14,80 | 13,05 |

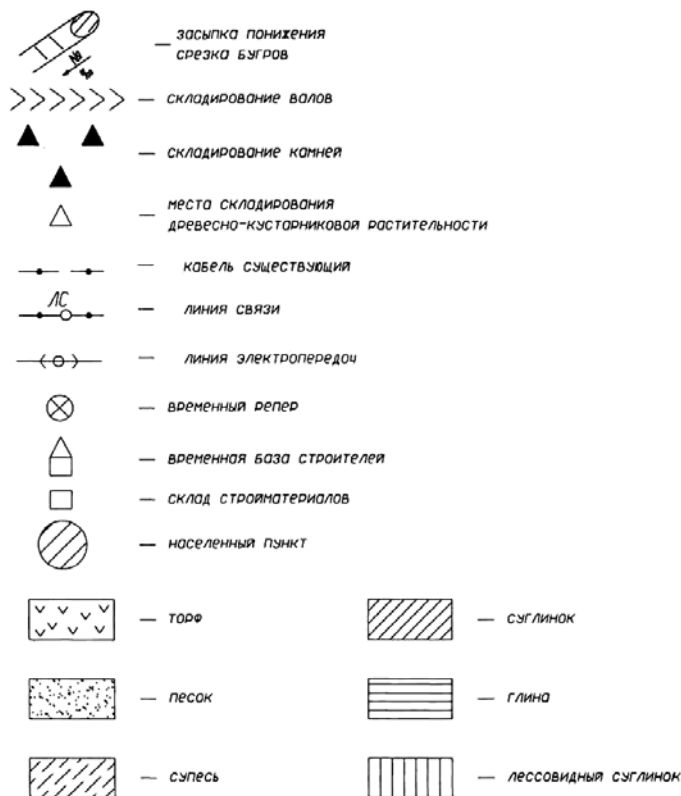
ПРИЛОЖЕНИЕ 20

Продольный профиль канала



Условные обозначения





Оглавление

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ. | 3 |
| 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И СОСТАВ ПРОЕКТА. | 3 |
| 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ОБЪЕКТА И ВЫБОР МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ОСУШЕНИЯ. | 4 |
| 3. РАСЧЕТ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ДРЕНАМИ | 7 |
| 4. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРОВОДЯЩЕЙ СЕТИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ. | 16 |
| 4.1. Расчет максимального расхода воды весеннего половодья. | 19 |
| 4.2. Расчет максимального расхода воды летне-осенних дождевых паводков. | 25 |
| 4.3. Расчет расхода воды предпосевного периода. | 27 |
| 4.4. Расчет среднемеженного расхода воды. | 30 |
| 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕЛИОРАТИВНОЙ СЕТИ В ПЛАНЕ И В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ. | 32 |
| 5.1. Мелиоративная система и ее элементы. | 32 |
| 5.2. Требования, предъявляемые к водоприемнику условиями осушения, и мероприятия по их улучшению. | 33 |
| 5.3. Проектирование водоприемников, открытой оградительной и проводящей сети. | 36 |
| 5.4. Проектирование закрытой регулирующей и проводящей сети. | 42 |
| 5.4.1. Порядок проектирования. | 42 |
| 5.4.2. Проектирование закрытой сети в плане. | 43 |
| 5.4.3. Проектирование закрытой сети в вертикальной плоскости. | 48 |
| 5.4.4. Защита дренажа от заиления. | 51 |
| 6. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ. | 56 |
| 6.1. Гидравлические расчеты закрытых коллекторов | 56 |
| 6.2. Гидравлические расчеты открытых каналов. | 60 |
| 7. ДОРОГИ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ | 68 |
| 8. СООРУЖЕНИЯ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ. | 70 |
| 9. МЕРОПРИЯТИЯ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ВОДНОГО РЕЖИМА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ. | 75 |
| 10. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ | 84 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ. | 88 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 90 |

ЛИНКЕВИЧ Николай Николаевич

ОСУШИТЕЛЬНО-УВЛАЖНИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Учебно-методическое пособие
по курсовому и дипломному проектированию
по дисциплине «Инженерная мелиорация»
для студентов специальности 1-70 04 01
«Водохозяйственное строительство»

Редактор Т.А. Подолякова
Компьютерная верстка Н.А. Школьниковой

Подписано в печать 17.02.2011.

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 7,79. Уч.-изд. л. 6,09. Тираж 150. Заказ 602.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.