

630
М 33

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра лесных культур и мелиораций

М.А.Матвеева
А.С.Чиндяев

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕЛИОРАЦИИ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Методические указания к выполнению курсового проекта по осушению
лесных земель для студентов факультета лесного хозяйства
(специальность 260400)

Екатеринбург
2001

ПРЕДИСЛОВИЕ

Российская Федерация располагает огромными площадями, требующими лесосошения. Ее гидролесомелиоративный фонд составляет 224 млн. га, из которых около половины (108 млн. га) приходится на заболоченные леса.

Значительны площади гидролесомелиоративного фонда и в Свердловской области. В гослесфонде они занимают более 5,5 млн. га, заболоченность которого составляет 40,5 %.

Многосторонним и высокоэффективным средством преобразования заболоченных лесов является лесосошительная мелиорация, позволяющая повысить продуктивность лесов, улучшить качество древесины, транспортно-эксплуатационные условия, естественное и искусственное возобновление леса, санитарно-гигиенические и эстетические условия.

Успех лесосошения во многом зависит от правильного проектирования осушительных систем, при котором должен использоваться опыт научно-исследовательских, проектных и производственных организаций. В данных методических указаниях излагаются методы расчетного обоснования гидролесомелиоративных мероприятий, приемы гидравлических расчетов каналов, объема земляных работ, прогноз лесоводственной эффективности лесосошения и решение практических задач по каждому вопросу.

В соответствии с программой курса «Гидротехнические мелиорации лесных земель» для лучшего его усвоения и овладения практическими приемами решений задач гидролесомелиорации студенты специальности 260400 выполняют курсовой проект по осушению лесных земель (прил. 1). Для этого каждому студенту выдается топооснова и индивидуальное задание по осушению заболоченного участка, которое содержит необходимые для проектирования сведения (прил. 2).

Курсовой проект состоит из двух частей: пояснительной записки объемом 30-45 стр. и графической части на листе ватмана формата А1. Пояснительная записка должна включать введение и содержание основных разделов, список литературы. Текст пояснительной записки размещается на листах писчей бумаги формата А4 и может быть выполнен рукописно или в печатном варианте (14 пт, 1,5 инт., поля 2,5 см).

Графическая часть выполняется в туши и цвете по ГОСТ 21.103-78 с необходимыми основными надписями (угловой штамп) и выделенным рабочим полем листа.

ВВЕДЕНИЕ

1. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

- 1.1. Модули летне-паводкового стока.
- 1.2. Модули стока талых вод.
- 1.3. Бытовой модуль стока.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СЕТИ В ПЛАНЕ

- 2.1. Расчет проектной глубины каналов.
- 2.2. Определение расстояний между осушителями.
- 2.3. Размещение осушительной сети в плане.
- 2.4. Продольный профиль магистрального канала.

3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

- 3.1. Коэффициенты откосов.
- 3.2. Расчетный горизонт воды в каналах.
- 3.3. Определение ширины канала по дну.
- 3.4. Определение устойчивости русла канала.
- 3.5. Поперечные профили каналов.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СООРУЖЕНИЙ НА ОСУШИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

- 4.1. Гидротехнические сооружения на лесоосушительной сети.
- 4.2. Противопожарные и природоохранные мероприятия.
- 4.3. Дорожная сеть.

5. ПРОИЗВОДСТВО ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ РАБОТ

- 5.1. Гидролесомелиоративное производство.
- 5.2. Расчет объема работ и составление сметы затрат.

6. ОЦЕНКА ЛЕСОВОДСТВЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСУШЕНИЯ.

ВВЕДЕНИЕ

В пояснительной записке к курсовому проекту должны быть приведены задачи, стоящие перед лесоводами в области лесоосушительных мелиораций, и объемы этих работ в стране.

Основное место должно быть отведено естественно-исторической характеристике объекта мелиорации, описанию ландшафта заболоченных урочищ, их рельефа, гидрографической сети, климата, почв, растительного покрова, экономики района.

Далее должен следовать вывод о необходимости проведения лесоосушительных работ, и намечены пути освоения осушенных земель. Должно быть дано и описание в общих чертах разработанных мероприятий по осушению лесов.

1. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Задачей гидрологических расчетов является определение расчетных и поверочных расходов воды для мелиоративных каналов и сооружений. По расчетным расходам воды определяются размеры поперечных сечений водоприемников, каналов и сооружений при допустимой глубине их наполнения водой в зависимости от условий работы.

По поверочным расходам воды определяется устойчивость русел каналов против размыва и заиления; возможности затопления территории, сооружений и др.

При проектировании лесоосушительных мероприятий гидрологические расчеты проводятся для следующих периодов стока:

- а) весеннего половодья;
- б) летне-осенних паводков;
- в) меженного периода.

На расходы весеннего половодья рассчитываются каналы в лесах паркового значения, проверяется устойчивость русел любых каналов против размыва, рассчитываются искусственные сооружения на водоприемниках и сети.

По расходам летне-осенних паводков определяются размеры каналов в зеленых зонах городов, в лесах хозяйственного значения и труб-переездов на дорогах, пересекающих осушители.

По межнным (бытовым) расходам рассчитываются бытовые глубины наполнения каналов и минимальные скорости течения воды в них. Последние должны исключать заиление и зарастание каналов.

Размеры осушительных каналов на лесных землях устанавливаются в расчете на сброс летне-осенних паводков 25% обеспеченности.

Рассмотрим на конкретном примере порядок, в котором целесообразно вести гидрологические расчеты при проектировании осушительных систем.

Допустим (см. прил. 2), что нам нужно запроектировать осушительную сеть для участка леса, расположенного во Владимирской области, с площадью водосбора $F = 200 \text{ км}^2$.

Лесистость водосбора $f_{\text{л}} = 60 \%$, заболоченность $f_{\text{б}} = 6 \%$, озерность $f_{\text{оз}} = 8 \%$ (при $f_{\text{оз}} < 4 \%$ влияние озер на сток не учитывается).

Для определения указанных расходов выявим предварительно расчетные значения соответствующих модулей стока.

1.1. Модули летне-паводкового стока

Вычислим среднегодовое значение модуля летне-паводкового стока $\bar{q}_{лп}$, м³/с · км², по формуле Д. Л. Соколовского:

$$\bar{q}_{лп} = \frac{F_{25\%}}{\sqrt{F}} \delta_1 \delta_2 \delta_3, \quad (1)$$

где F - площадь водосбора, км²;

$F_{25\%}$ - районный параметр, величина которого для лесной и лесостепной зоны европейской части России следующая:

Обеспеченность, %	50	10	2-3	1
Параметр B	2	4	10	12

δ - коэффициент учета аккумуляции стока озерами и болотами, определяемый по формуле:

$$\delta = 1 - 0,6 \lg(1 + f_{оз} + 0,2 f_{б}), \quad (2)$$

δ_1 - коэффициент, отражающий аккумулирующую роль проницаемых лесных почв, определяемый по формуле:

$$\delta = 1 - \gamma \lg(1 + f_{л}), \quad (3)$$

где $\gamma = 0,35$,

δ_2 - коэффициент учета рельефа, равный для водосборов с плоским рельефом 0,5 - 0,6;

δ_3 - коэффициент учета влияния формы бассейна, определяемый по формуле:

$$\delta_3 = \frac{B_{\max} \cdot L}{2F} \quad (\text{принимается равным } 0,7), \quad (4)$$

где $B_{\max}$ - наибольшая ширина водосбора, км;

L - длина водосбора, км;

F - площадь водосбора, км².

Для нашего примера:

$$\delta = 1 - 0,6 \lg(1 + 8 + 0,2 \cdot 6) = 1 - 0,6 \cdot 1,086 = 0,395;$$

$$\delta_1 = 1 - 0,35 \cdot \lg(1 + 60) = 1 - 0,35 \cdot 1,785 = 0,375;$$

$$\delta_2 = 0,5;$$

$$\delta_3 = 0,7;$$

$$\bar{q}_{лп} = \frac{4,5}{\sqrt{200}} \cdot 0,395 \cdot 0,375 \cdot 0,5 \cdot 0,7 = 0,016 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2.$$

Модуль стока $P\%$ обеспеченности определяется по формуле

$$q_{лп, P\%} = K_{P\%} \cdot \bar{q}_{лп}. \quad (5)$$

Для расчета модульного коэффициента $K_{P\%}$ необходимо располагать численными значениями коэффициента вариации C_v и коэффициента асимметрии годового стока C_s .

Коэффициент вариации C_v берется по прил. 3. При определении дождевых максимумов стока обычно принимают

$$C_s = 4C_v.$$

Значение модульного коэффициента $K_{P\%}$ в общем случае устанавливается по формуле:

$$K_{P\%} = \Phi_{P\%} \cdot C_v + 1, \quad (6)$$

где $\Phi_{P\%}$ - отклонение ординаты кривой обеспеченности от середины для соответствующего коэффициента C_s .

Эти отклонения пропорциональны C_s и берутся по прил. 4 для 25 %-ной обеспеченности.

Итак, $C_v = 0,35$;

$$C_s = 4 \cdot C_v = 0,35 \cdot 4 = 1,40;$$

$$\Phi_{25\%} = 0,49;$$

$$K_{25\%} = 0,49 \cdot 0,35 + 1 = 1,172;$$

$$q_{лп, 25\%} = \bar{q}_{лп} \cdot K_{25\%} = 0,016 \cdot 1,17 = 0,019 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2.$$

Расчетный расход летне-паводковых вод будет равен

$$Q_{лп, 25\%} = q_{лп, 25\%} \cdot F = 0,019 \cdot 200 = 3,8 \text{ м}^3/\text{с}.$$

1.2. Модули стока талых вод

Модули стока талых вод вычисляются по формуле Д. Л. Соколовского:

$$\bar{q}_{т.в.} = 2,78 a \cdot \sigma \cdot \alpha \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 + q_0, \quad (7)$$

a - среднemaxимальная интенсивность снеготаяния, эквивалентная средней величине элементарного максимального стока A_{50} , мм/ч, для Северо-Запада европейской части и Центрального района России $a = 2-4$ мм/ч; Урала - 4 мм/ч; для Крайнего Севера и Северо-Востока $a = 4-8$ мм/ч;

σ - коэффициент стока; для талых вод $\sigma = 0,5$;

α - коэффициент редукции, учитывающий снижение стока с 1 км² площади водосбора по мере ее увеличения (определяется методом интерполяции для соответствующей площади).

Площадь водосбора, км ²	1	10	100	1000
Коэффициент редукции	0,98	0,81	0,49	0,25

δ и δ_1 - имеют прежние значения;

q_0 - модуль стока грунтовых вод, изменяющийся в пределах от 0,02 л/с · га у южной границы лесной зоны до 0,05 л/с · га у ее северной границы.

Половодный модуль стока $P_{\%}$ - ной обеспеченности $q_{т.в. p. 25\%}$ равен произведению: $q_{т.в. p. \%} = K_{p\%} \cdot q_{т.в.}$

где $K_{p\%}$ - модульный коэффициент стока талых вод, определенный по формуле (6).

Между коэффициентом асимметричности C_s и коэффициентом изменчивости C_v характеристик весенних половодий чаще всего существует соотношение

$$C_s = 2 C_v.$$

Для нашего примера

$$a = 3,0 \text{ мм/ч};$$

$$\alpha = 0,48;$$

$$\sigma = 0,5;$$

$$\delta = 0,395;$$

$$\delta_1 = 0,375;$$

$$q_0 = 0,03 \text{ л/с} \cdot \text{га}.$$

Тогда:

$$\bar{q}_{т.в.} = 2,78 \cdot 3 \cdot 0,5 \cdot 0,48 \cdot 0,375 \cdot 0,395 + 0,03 = 0,33 \text{ л/с} \cdot \text{га}.$$

$$C_v = 0,35; \quad C_s = 2 \cdot 0,35 = 0,70; \quad \Phi_{25\%} = 0,59.$$

$$K_{25\%} = \Phi_{25\%} \cdot C_v + 1 = 0,59 \cdot 0,35 + 1 = 1,21.$$

$$q_{т.в. 25\%} = \bar{q}_{т.в.} \cdot K_{25\%} = 0,33 \cdot 1,21 = 0,40 \text{ л/с} \cdot \text{га или } 0,04 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2.$$

Расчетный расход талых вод будет равен:

$$Q_{т.в. 25\%} = q_{т.в. 25\%} \cdot F = 0,040 \cdot 200 = 8,0 \text{ м}^3/\text{с}.$$

1.3. Бытовой модуль стока

Бытовой модуль стока не зависит от водосборной площади и колеблется от 0,02 до 0,05 л/с · га. Меньшие модули принимаются для более южных районов, большие - для северных районов и водосборов с грунтовым питанием.

При осушении лесных земель бытовой модуль стока обычно приравнивается к модулю стока грунтовых вод q_0 .

Для нашего примера

$$q_{быт.} = q_0 = 0,03 \text{ л/с} \cdot \text{га или } 0,003 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2.$$

Расчетный расход бытовых вод составит:

$$Q_{быт.} = q_{быт.} \cdot F = 0,003 \cdot 200 = 0,6 \text{ м}^3/\text{с}.$$

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СЕТИ В ПЛАНЕ

2.1. Расчет проектной глубины каналов

Существенными морфометрическими элементами любого осушительного канала является проектная глубина ($T_{пр}$), которую придает ему при подготовке канавокопатель или экскаватор, и установившаяся глубина ($T_{уст}$), которую принимает канал после осадки торфа (рис. 1, 2).

Рекомендуемые «Руководством, 1986» значения установившейся глубины осушителей при разной первоначальной мощности торфяной залежи приведены в табл. 1.

Там же ориентировочно указаны соответствующие значения проектной глубины осушителей.

При проектировании глубины осушителей учитывается осадка торфа, поэтому и глубина каналов проектируется больше на величину осадки. Если под торфом глубиной до 1,3 м залегает песок, целесообразно дно осушителей проектировать в песке, что увеличит поступление воды в канаву; если под торфом залегает глина, рекомендуется дно осушителей углубить на 0,1-0,2 м, что уменьшит зарастание дна и откосов.

Проектную глубину осушителей определяют по формуле:

$$T_{пр.ос} = m \cdot T_{уст},$$

где m - коэффициент, зависящий от плотности торфа и типа болота и принимается по табл. 2.

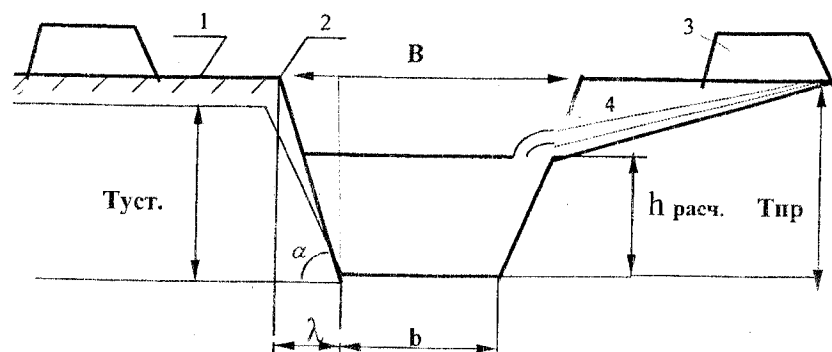


Рис.1. Поперечный профиль канала:

1 - берма; 2 - бровка; 3 - кавальер; 4 - воронка
 Т - глубина канала; б - ширина по дну; В - ширина по верху;
 λ - заложение откоса; h расч. - горизонт воды в канале

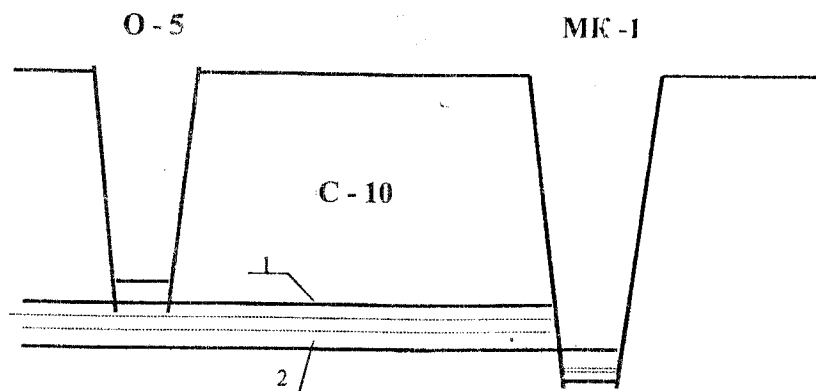


Рис.2. Сопряжение каналов в вертикальной плоскости:

1 - уровень воды в собирателе; 2 - дно собирателя

5-1

Таблица 1

Значения установившейся и проектной глубины осушителей
 (минимальные)

Мощность торфа, м	Установившаяся глубина, м	Проектная глубина, м
От 0,10 до 0,50	0,8-0,9	0,9-1,0
От 0,5 до 1,3	1,0	1,2
Более 1,3	1,0-1,2	1,3

Таблица 2

Показатели осадки торфа m

Тип болота	Плотность торфа			
	Плотный	Менее плотный	Довольно рыхлый	Рыхлый
Низинный	1,2	1,25	1,35	1,50
Верховой	1,3	1,40	1,50	1,65
Степень разложения торфа, %	более 35	25-35	15-25	до 15

Определение $T_{пр.ос}$ может выполняться по двум вариантам.

Пример 1. Мощность торфа равна 2,0 м. Глубину канала после осадки торфа принимаем $T_{уст.} = 1,1$ м. Болото верхового типа. Торф плотный, $m = 1,3$.

$$T_{пр.ос} = 1,3 \cdot 1,1 = 1,43 \approx 1,4 \text{ м.}$$

Проектная глубина собирателей $T_{пр.соб}$ проектируется на 0,2 м больше $T_{пр.ос}$ в торфяных грунтах, и на 0,1 м – в минеральных.

$$T_{пр.соб} = 1,4 + 0,2 = 1,6 \text{ м.}$$

Проектная глубина магистрального канала $T_{пр.м.к}$ проектируется больше $T_{пр.соб.}$ на 0,3 м в торфе и на 0,2 м – в подстилающем грунте.

$$T_{пр.м.к} = 1,6 + 0,3 = 1,9 \text{ м.}$$

Для дальнейших расчетов необходимо знать глубину канала после осадки торфа $T_{уст.торфа}$.

$$T_{уст.торфа} = T_{торфа} : m = 1,9 : 1,3 = 1,4.$$

осадка торфа составит $1,9 - 1,4 = 0,5 \text{ м.}$

Пример 2. Мощность торфа равна 0,6 м. Торф низинный со степенью разложения 55 %, $m = 1,2$, $T_{уст.ос} = 1,0 \text{ м.}$

В этом случае 0,6 м глубины канала расположено в торфе и 0,4 м - в минеральном грунте. В результате осушения осадку дает только слой торфа в 0,6 м (см. рис. 1). Определим мощность слоя торфа после его осадки:

$$T_{уст.торфа} = 0,6 : 1,2 = 0,5 \text{ м.}$$

т.е. осадка торфа составляет $0,6 - 0,5 = 0,1 \text{ м.}$

На эту величину увеличиваем глубину канала и получаем

$$T_{пр.ос} = T_{уст.ос} + 0,1 \text{ м} = 1,0 + 0,1 = 1,1 \text{ м.}$$

Таким образом, часть канала 0,6 м расположится в торфе и остальная часть 0,5 м - в минеральном грунте.

Определяем проектную глубину каналов проводящей сети

$$T_{пр.соб} = 1,1 + 0,1 = 1,1 + 0,1 = 1,2 \text{ м.}$$

$$T_{пр.мк} = 1,2 + 0,2 = 1,2 + 0,2 = 1,4 \text{ м.}$$

$$T_{уст.мк} = T_{пр.мк} - \text{осадка торфа.}$$

$$T_{уст.мк} = 1,4 - 0,1 = 1,3 \text{ м.}$$

2.2. Определение расстояния между осушителями

Расстояние между осушителями устанавливается по прил. 5, причем в лесах 1-й и 2-й групп расстояние принимается исходя из максимальной продуктивности насаждения после осушения. Расчет производится на основе базового варианта для конкретного региона и участка мелиорации в соответствии с его почвенно-грунтовыми, лесорастительными и гидрологическими условиями в зависимости от планируемой конечной эффективности мелиорации.

При определении расстояний между осушителями допустима корректировка расстояний на основе расчета по местным нормам осушения, а также с учетом местного опыта.

Для рассматриваемого нами примера (см. прил. 2) при мощности слоя торфа более 1 м (2,0 м) и типе леса - сфагновом, расстояние базового варианта, отвечающее максимальной рентабельности, при установившейся глубине 1,0 м составит 110 м (см. прил. 5, верховой тип заболачивания). Поправочный зональный коэффициент $K_{ос} = 0,94$ (Владимирская область - центральный район, прил. 6).

Базовое расстояние между осушителями определено для установившейся глубины осушителя равной 1,0 м. При другой глубине

осушителя ($T_{уст}$), принятой по табл. 1 вводится поправочный коэффициент по прил. 7.

Например, при мощности торфа, равной 2,1 м установившуюся глубину канала примем $T_{уст} = 1,2 \text{ м}$ (см. табл. 1), поправка составит 1,11 (прил. 7). Расстояние между каналами регулирующей сети составит

$$L = 110 \cdot 0,94 \cdot 1,11 = 114,77 \approx 115 \text{ м.}$$

Через такое расстояние и размещаются осушители на плане, согласуясь с его масштабом (рис. 3).

2.3. Размещение осушительной сети в плане

Осушение лесных земель производится преимущественно сетью открытых самотечных каналов. Осушительная система состоит из следующих элементов:

- регулирующая сеть (осушители, тальвеговые каналы, борозды);
- проводящая сеть (транспортирующие собиратели, магистральные каналы);
- ограждающая сеть (нагорные, ловчие каналы);
- водоприемники (реки, крупные ручьи, озера);
- гидротехнические сооружения на регулирующей, проводящей и ограждающей сети;
- дорожная сеть с транспортными устройствами;
- противопожарные и природоохранные устройства (биотехнические мероприятия);
- осушаемые земли.

Расположение открытой осушительной сети в плане определяется:

- типом леса, характером почв и подстилающих грунтов;
 - типом и интенсивностью водного питания;
 - рельефом и конфигурацией осушаемого участка;
 - дорогами, квартальными просеками, расположением сооружений.
- Порядок проектирования мелиоративной сети следующий:
- анализируют рельеф участка осушения и намечают расположение основных элементов системы с учетом максимального использования тальвеговых понижений и существующих водотоков;
 - устанавливают плановое положение каналов с дорогами и просеками;
 - составляют продольные профили на каналы;
 - производят гидрологические и гидравлические расчеты;
 - подбирают типовые гидротехнические сооружения, транспортные, противопожарные и природоохранные устройства;

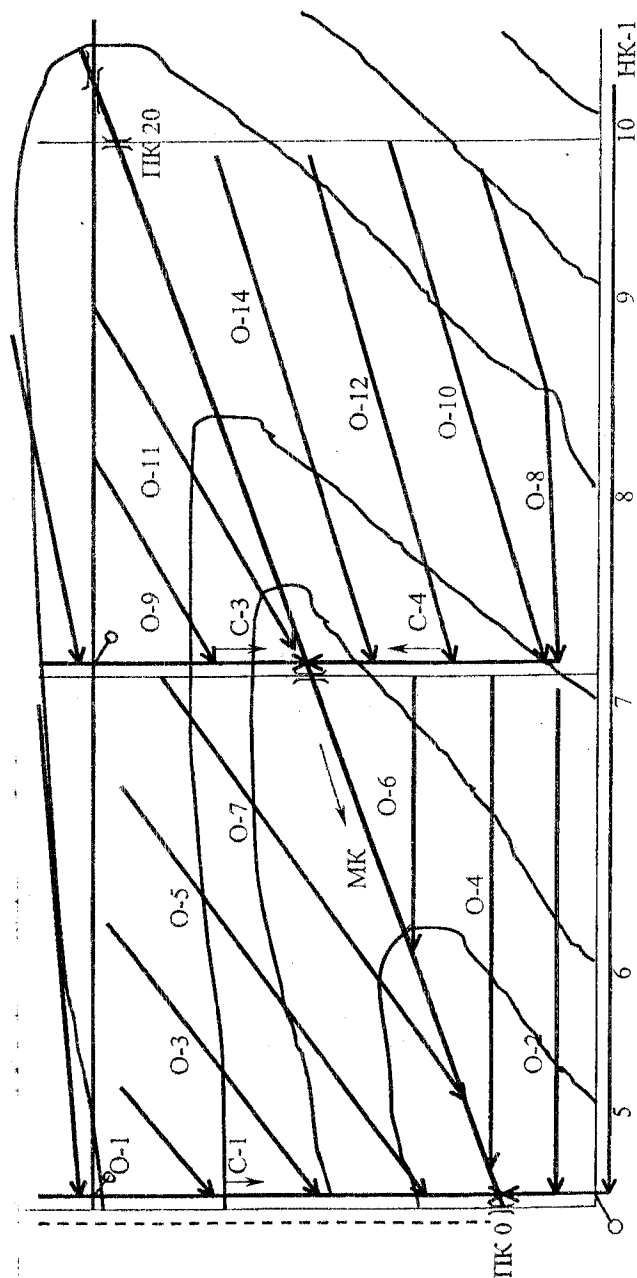


Рис. 3. Расположение осушительной сети на плане.

МК – магистральный канал; С – транспортирующий собиратель; О – осушитель; НК – нагорный канал;
 — — — — — труба-перезд; - - - - - дорога

- намечают производство гидrolесомелиоративной системы и рассчитывают смету затрат.

При проектировании планового положения регулирующей сети (см. рис. 3) необходимо руководствоваться следующими основными положениями:

а) трассы регулирующей сети, по возможности, должны быть проложены вблизи существующих просек и дорог;

б) расположение регулирующей сети должно обеспечить поступление в каналы избыточных вод в наибольшем количестве и по кратчайшему пути. В целях наиболее полного перехвата поверхностных и грунтовых вод каналы регулирующей сети должны быть расположены под острым углом к горизонталям рельефа или гидроизогипсам. В последнем случае регулирующая сеть перехватывает и поток грунтовых вод;

в) сопряжение каналов регулирующей сети с собирателями в плане проводится под углом 60-90°;

г) следует стремиться проектировать двухстороннее впадение регулирующей сети в проводящие каналы;

д) тальвеговые каналы должны располагаться по самым низким местам - по ложбинам, лощинам, низинам;

е) каналы регулирующей сети должны быть параллельны между собой, а длина их, как правило, составляет от 500 до 1500 м, в зависимости от условий рельефа, расстояний между собирателями. Минимальная длина осушителей может быть в отдельных случаях равна 200-300 м.

Во всех случаях следует стремиться проектировать осушители в пределах квартала (чтобы они не пересекали квартальные просеки).

Проводящие каналы должны обеспечивать удаление избытка воды с осушаемых участков без затопления их в вегетационный период и пропускать расчетные расходы воды ниже бровок берега.

При проектировании проводящих каналов следует руководствоваться следующими основными положениями:

а) проводящую сеть необходимо располагать по самым низким отметкам поверхности земли с наибольшими глубинами торфа;

б) каналы следует проектировать так, чтобы глубина торфа увеличивалась к устью;

в) проводящая сеть должна обеспечивать сброс воды с территории участка по кратчайшему пути, иметь прямолинейное размещение с возможно меньшим количеством пересечений с дорогами, коммуникациями, линиями связи и электропередач;

г) на участках без ложбин и тальвеговых понижений проводящая сеть проектируется в зависимости от удобства размещения в плане регулирующей сети;

д) сопряжение собирателей с магистральными каналами рекомендуется производить под углом не более $60-80^{\circ}$ или проектировать закругления радиусом $> 10B$ (B – ширина канала по верху);

е) углы поворота магистрального канала должны быть тупыми (более 90°). Сопряжение его с водоприемником проектируется под углом $45-60^{\circ}$. При большем угле проектируется закругление.

Нагорные каналы проектируются по границе осушаемого участка под острым углом к горизонталям. Для ограждения осушаемого участка от притока грунтовых или грунтово-напорных вод проектируется нагорно-ловчие, ловчие каналы.

Назначение и индексация элементов осушительной сети должны приниматься по табл. 3.

2.4. Продольный профиль каналов

Наглядное представление о положении любого канала во врезасом грунте дает продольный профиль канала.

При выполнении курсового проекта студентами вычерчиваются продольные профили двух сопрягающихся друг с другом в определенных местах каналов: магистрального канала и транспортирующего собирателя или собирателя и осушителя. Строится продольный профиль по горизонталям плана на миллиметровой бумаге в масштабе:

горизонтальный - 1:10000, вертикальный - 1:100.

В нижней части листа размещается панель (подзор) профиля из восьми горизонтальных граф, шириной 1,0 см каждая (рис. 4). Название граф помещается слева.

Таблица 3

Наименование и индексы элементов осушительной сети

Элементы сети	Индексы и нумерация	Назначение элементов сети
Регулирующая сеть		
Осушители	0-1, 0-2 и т.д.	Своевременно понижать уровень почвенно-грунтовых вод и отводить их в проводящую сеть
Тальвеговые каналы, борозды		Ускорить поверхностный сток
Ограждающая сеть		
Нагорные каналы	Нг-1, Нг-2 и т.д.	Перехватывать поверхностные воды, притекающие на осушаемую территорию с прилегающего водосбора, и отводить их в проводящую сеть
Ловчие каналы	Л-1, Л-2 и т.д.	Перехватывать притекающие на осушаемую территорию грунтовые воды и отводить их в проводящую сеть
Проводящая сеть		
Транспортирующие собиратели	С-1, С-2 и т.д.	Отводить воды, собранные из регулирующей сети, в магистральные каналы или непосредственно в водоприемник
Магистральные каналы	Мк-1 и т.д.	Отводить воды, собранные с осушаемой территории непосредственно в водоприемник
Водоприемники		
Реки-водоприемники, озера, крупные ручьи, водохранилища, балки, овраги	Собственное название	Обеспечить прием воды из магистральных каналов и оградительной сети

Примечание. Нумерация начинается от устья принимающего канала; каналы, впадающие справа по течению, нумеруются четными, а слева – нечетными цифрами.

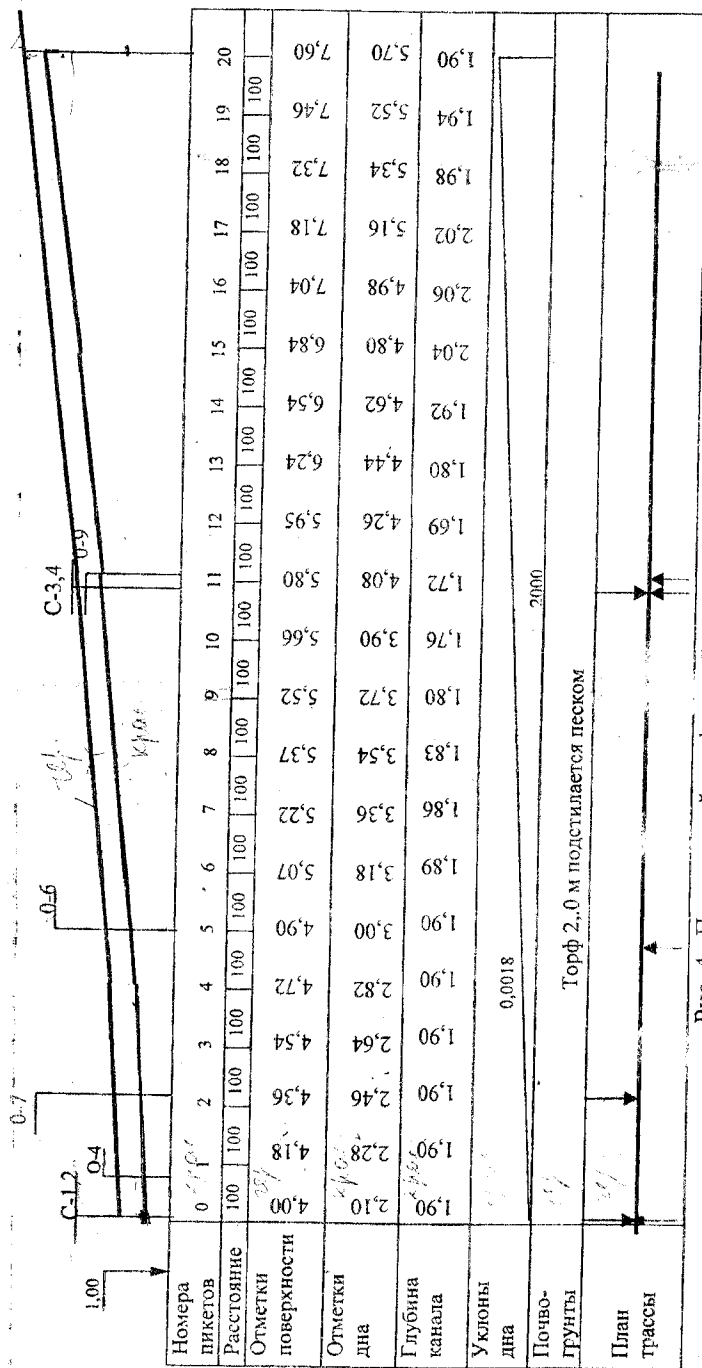


Рис. 4. Продольный профиль МК
Масштабы: вертикальный 1:100; горизонтальный 1:10000

Перед построением профиля надо знать проектную глубину каналов, допустимые уклоны дна (для проводящей сети от 0,0003 до 0,005) и отметки поверхности по оси каналов.

Отметки поверхности по оси канала вычисляют по отметкам горизонталей. Для этого на плане по оси канала (для которой строится профиль) разбивают пикеты через 100 м, начиная от устья. По отметкам горизонталей вычисляют отметки поверхности на каждом пикете с точностью до 0,01 м. Отметки пикетов, расположенных между горизонталями, вычисляют интерполяцией. Таким способом определяют отметки поверхности на каждом пикете, записывают в графу 3. Отметки поверхности откладывают в выбранном масштабе вверх от верхней графы (линии). Причем отметку этой линии принимают условно так, чтобы ординаты профиля имели высоту 6-12 см. Когда отложены отметки всех пикетов, полученные линии соединяют прямыми линиями. Таким образом строится профиль поверхности по оси канала.

После этого проектируют дно канала. Оно, по возможности, должно иметь по всей длине одинаковый уклон. В то же время важно, чтобы глубина на отдельных пикетах как можно меньше (на $\pm 0,3$ м) отличалась от проектной глубины.

Наиболее простой способ проектирования дна, когда уклоны поверхности по оси канала более или менее одинаковы и находятся в пределах допустимых уклонов дна. В этом случае вниз от линии поверхности откладывают проектную глубину в устье (нулевой пикет) и вверх (на последнем пикете) канала, полученные точки соединяют прямой линией и определяют уклон дна.

Если профиль поверхности по оси канавы резко изменяется по длине, то приходится разбивать его на несколько частей и для каждой выделенной части дно проектируется отдельно, т.е. с разными уклонами.

После проведения линии дна вычисляют отметки, а уклоны дна записываются в соответствующие графы. Отметки определяют с точностью до 0,01 м, уклоны - до двух значащих цифр. Отметки дна на крайних пикетах определяют, вычитая из отметок поверхности глубину канала. На остальных пикетах отметки дна вычисляются. Для этого уклон дна умножают на расстояние между пикетами и полученное превышение прибавляют к отметке предыдущего пикета.

По разности отметок поверхности земли и дна находится глубина канала на каждом пикете.

При очень больших уклонах поверхности земли по оси канала проектируют перепады в виде наклонных лотков (уступов) высотой до 1 м или быстротоки в виде наклонных лотков с уклоном 0,1. Перепады и быстротоки укрепляются плетнем, жердями, досками и др.

Продольные профили вычерчивают в цвете: проектные линии (дно канала, отметки дна, уклоны, глубина канала, сооружения) - красным, вода - синим, а все остальное - черным цветом.

3.2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Гидравлические расчеты выполняются для определения размеров поперечных сечений каналов, проверки их устойчивости против размыва и заиления, для определения горизонтов воды в каналах разного порядка.

Для выполнения гидравлического расчета любого канала должны быть заранее установлены:

- расчетные расходы воды (принимаются на основе гидрологических расчетов);
- форма поперечного сечения канала (с соответствующими коэффициентами откосов);
- уклоны его дна согласно продольному профилю;
- расчетное положение горизонта воды в канале h_p относительно его бровок.

3.1. Коэффициенты откосов

Проектирование поперечного профиля каналов мелиоративной сети предполагает обоснование формы и размеров поперечного сечения. Для каналов регулирующей, а также проводящей и оградительной сети (не рассчитываемых гидравлически) принимается трапециевидная форма сечения. Крутизну заложения откосов m выражают отношением горизонтальной проекции откоса l к его вертикальной проекции T (см. рис. 2).

$$m = \text{ctg} \alpha = \frac{l}{T},$$

где l - заложение откоса, м;
 T - глубина канала, м.

Коэффициенты устойчивых откосов в зависимости от типа грунта и категории каналов приведены в прил. 8.

1. При мощности торфа более 50% глубины канала допускается проектирование откосов по торфяному грунту, а при мощности торфа до 50% - по минеральному (за исключением песчаных грунтов, где откосы проектируются по подстилающему грунту при заглублении в него канала более чем на 25 см).

2. Для каналов, проходящих в мелкозернистом песке, коэффициенты откосов даны для надводной части, подводная часть требует крепления.

3. Для каналов в лесопарковой зоне коэффициент заложения откосов принимается по наибольшему значению.

В курсовом проекте необходимо подобрать коэффициенты откосов для всех типов каналов.

3.2. Расчетный горизонт воды в каналах

В лесах хозяйственного значения при расчете каналов на пропуск расходов летних паводков глубина наполнения каналов h_p принимается на 0,2 - 0,4 м меньше их установившихся глубин.

Для нашего примера (см. расчет Туст.м.к на с. 11).

$$h_{p.m.k} = \text{Туст.м.к} - 0,2 = 1,4 - 0,2 = 1,2 \text{ м}$$

3.3. Определение ширины канала по дну

Во избежание многократных повторений однообразных расчетов в проекте выполняется расчет только в устье магистрального канала. Суть гидравлического расчета состоит в подборе поперечного сечения канала, обеспечивающего безопасный пропуск заданного расчетного расхода. В связи с тем, что глубина канала является в данном случае заданной, подбирается необходимая ширина канала.

Чтобы сократить до минимума вычисления, необходимо, пользуясь

$$\text{формулой } K_{Q_{расч}} = \frac{Q_{л.п. 25\%}}{\sqrt{i}}, \quad (8)$$

установить предельное расчетное значение расходной характеристики канала $K_{Q_{расч}}$.

В частности, для нашего примера $Q_{л.п. 25\%} = 3,8 \text{ м}^3/\text{с}$, уклон $i = 0,0018$ (берется на продольном профиле для ПКО.)

$$K_{Q_{расч}} = \frac{3,8}{\sqrt{0,0018}} = 90 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Для определения ширины канала по дну b строится график зависимости расходной характеристики $K_{Q_{расч}}$ от ширины канала по дну b . Для этого вычисляются и в специальной таблице (табл. 4) фиксируются значения χ , R , C и K_Q , соответствующие ряду произвольно выбранных значений b .

В основе расчета - уравнение равномерного движения жидкости:

$$Q = \omega C \sqrt{R i}, \quad (9)$$

где $Q = Q_{\text{н.н.25\%}}$ - расчетный расход;

$$\omega = (b + m h_p) h_p, \quad (10)$$

ω - площадь живого сечения потока в канале, м^2 ;

m - коэффициент заложения откоса, примем $m = 1$;

C - скоростной коэффициент формулы Шези, определяется по формуле акад. Н.Н.Павловского (приблизительно берется по прил. 9);

n - коэффициент шероховатости (для свежевырытых каналов берется в пределах 0,025-0,030);

R - гидравлический радиус потока воды в канале, м ;

$$R = \frac{\omega}{\chi}, \quad (11)$$

χ - смоченный периметр канала, м ;

$$\chi = b + 2 h_p \sqrt{1 + m^2}. \quad (12)$$

Таблица 4

Расчет ширины канала по дну при $h_p = 1,2 \text{ м}$; $m = 1$; $n = 0,030$

$b, \text{ м}$	0	1,0	2,0
$\chi, \text{ м}^2$	3,38	4,38	5,38
$\omega, \text{ м}^2$	1,44	2,64	3,84
$R, \text{ м}$	0,43	0,60	0,71
C	26,5	29,2	30,5
$K_Q, \text{ м}^3/\text{с}$	25,02	59,71	98,69

Согласно графику $K_Q = f(b)$ (рис. 5) магистральный канал на нулевом пикете, где расходная характеристика канала $K_{Q \text{ расч}} = 90 \text{ м}^3/\text{с}$, должен иметь ширину по дну b , при котором расходная характеристика канала K_Q превысит значение $K_{Q \text{ расч}}$.

$$K_Q = \omega C \sqrt{R}. \quad (13)$$

Может оказаться, что уже при $b = 0$, K_Q будет больше $K_{Q \text{ расч}}$, т.е. - канал треугольного сечения. Учитывая, что мелиоративным каналам треугольную форму поперечного сечения не придают, следует в таких случаях принимать минимальную стандартную ширину по дну магистрального канала, равную 0,5 м.

Ширину по дну осушителей принимают равной 0,4 м без расчета, а гидравлически не рассчитываемых собирателей - 0,4-0,6 м.

В рассматриваемом примере ширина магистрального канала по дну составила 1,8 м.

3.4. Определение устойчивости русла канала

Глубины наполнения канала при разных расходах устанавливаются по кривым расходов $Q = f(h)$, показывающим пропускную способность канала при разном его наполнении.

Для построения кривой расходов вычисляют координаты нескольких ее точек с таким расчетом, чтобы превысить $Q_{\text{т.в.25\%}}$ или Туст.мк. Результаты вычислений сводятся в табл. 5, по данным которой строится график.

Таблица 5

Расчет наполнения канала водой при $b = 1,8 \text{ м}$; $m = 1$; $n = 0,30$; $i = 0,0018$

$h_p, \text{ м}$	0,15	0,30	0,50	1,0	1,5	2,0
$\chi, \text{ м}$	2,22	2,65	3,21	4,62	6,03	7,44
$\omega, \text{ м}^2$	0,29	0,63	1,15	2,80	4,95	7,60
$R, \text{ м}$	0,13	0,24	0,36	0,61	0,82	1,02
C	18,7	22,5	25,2	29,3	31,6	33,5
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	0,08	0,29	0,72	2,72	6,01	10,90

По графику зависимости (рис. 6) определяется глубина наполнения канала водой $h_{\text{р.быт.в.}}$ при пропуске бытовых и талых вод $h_{\text{р.т.в.}}$ по соответствующим расходам.

Для определения минимальной скорости течения воды в канале необходимо знать расход бытовых вод, площадь живого сечения при пропуске бытовых вод.

$$\omega_{\text{быт}} = (b + m \cdot h_{\text{быт}}) \cdot h_{\text{быт}} = (1,8 + 1 \cdot 0,4) \cdot 0,4 = 0,88 \text{ м}^2.$$

Следовательно, минимальная скорость течения воды в канале составит:

$$V_{\text{min}} = 0,6 : 0,88 = 0,68 \text{ м/с}.$$

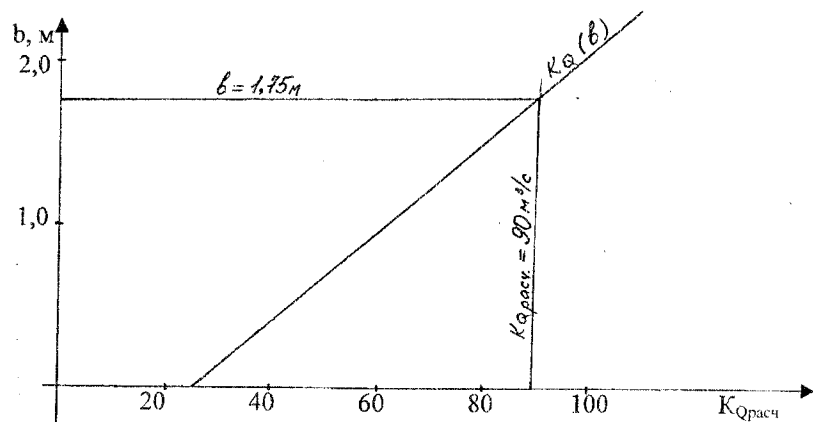


Рис. 5. График зависимости расходной характеристики канала K_Q от ширины по дну b : $K_{Q, \text{расч}} = 90 \text{ м}^3/\text{с}$; $b = 1,75 \approx 1,80 \text{ м}$

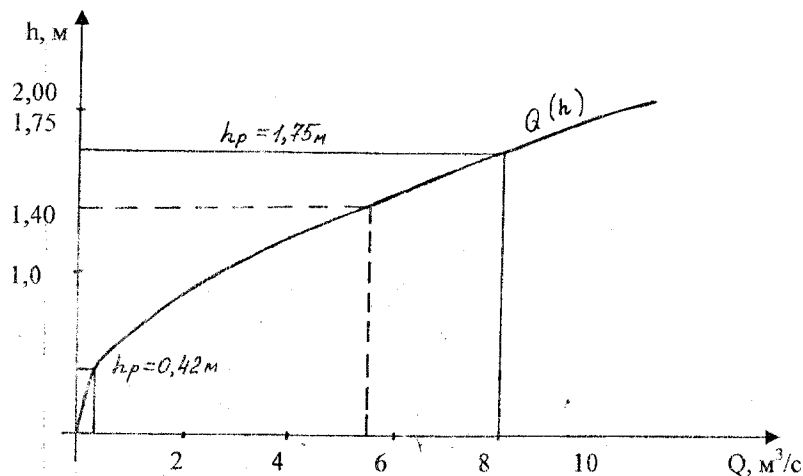


Рис. 6. Кривая расходов $Q = f(h)$:
 $Q_{\text{быт.в.}} = 0,6 \text{ м}^3/\text{с}$; $h_{p, \text{быт.в.}} = 0,42 \text{ м} \approx 0,4 \text{ м}$
 $Q_{\text{т.в.}} = 8 \text{ м}^3/\text{с}$; $h_{p, \text{т.в.}} = 1,7 \text{ м}$

Обратимся к прил. 10 минимально допустимых скоростей. Сопоставление скорости $V_{\text{мин}}$ с приведенными в приложении 10 убеждает в отсутствии опасности заиливания приустьевой части канала наносами. При скоростях течения воды в каналах, превышающих $0,18-0,20 \text{ м/с}$, исключается также возможность быстрого зарастания их гидрофитами.

Максимальная скорость течения воды в канале V_{max} наблюдается при пропуске талых вод ($Q_{\text{т.в.25\%}} = 8,0 \text{ м}^3/\text{с}$). На графике (см. рис. 6) этому значению расхода соответствует глубина наполнения, равная $1,75 \text{ м}$, т.е. расход талых вод превышает пропускную способность канала и вода располагается выше бровок. В этом случае расчетный горизонт воды в канале (h_p) берется равным $T_{\text{уст.мк.}}$, т.е. при заполнении канала водой до бровок. Тогда площадь живого сечения $\omega_{\text{т.в.}}$ будет равна

$$\omega = (b + m \cdot h_{p, \text{т.в.}}) \cdot h_{p, \text{т.в.}} = (1,8 + 1,0 \cdot 1,4) \cdot 1,4 = 4,48 \text{ м}^2.$$

В этом случае расход талых вод берется с графика для $T_{\text{уст.мк.}}$. Таким образом, максимальная скорость течения воды при расходе талых вод $Q_{\text{т.в.}} = 5,5 \text{ м}^3/\text{с}$ и живом сечении канала $\omega = 4,48 \text{ м}^2$ составит

$$V_{\text{max}} = Q_{\text{т.в.}} : \omega_{\text{т.в.}} = 5,5 : 4,48 = 1,23 \text{ м/с}.$$

При такой скорости течения, как это видно из прил. 11, дно и откосы будут подвергаться размыву (для торфа сфагнового, сильной степени разложения $V_{\text{max}} = 0,5-0,8 \text{ м/с}$).

Во избежание размыва грунта канала необходимо перепроектировать его продольный уклон в сторону уменьшения или покрыть дно и откосы материалом, выдерживающим данную скорость на размыв (прил. 12).

3.5. Поперечные профили каналов

После окончания расчетов должен быть выполнен поперечный профиль рассчитанного магистрального канала с указанием всех элементов канала, включая и условное изображение сточных воронок. Ширина канала по верху определяется по формуле

$$B = b + 2mT_{\text{пр}}, \quad (14)$$

Также выполняются поперечные профили остальных каналов по принятым параметрам. При выполнении профиля масштаб принять 1:25 (см. рис. 1, 2).

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СООРУЖЕНИЙ НА ОСУШИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

4.1. Гидротехнические сооружения на лесосушительной сети

На лесомелиоративной системе могут быть запроектированы следующие группы сооружений:

1) **подпорные сооружения** (шлюзы-регуляторы, перегораживающие сооружения) проектируются для создания временного подпора воды в каналах в целях увлажнения территории в засушливые периоды в противопожарных целях, а также для заполнения противопожарных водоемов. При создании временного подпора используют переносные шиты;

2) **сопрягающие сооружения** (перепады, быстротоки) проектируются при наличии больших уклонов, когда возможно разрушение русла канала. При проектировании целесообразно воспользоваться типовыми конструкциями сопрягающих сооружений;

3) **крепление каналов** проводят в тех случаях, когда участки канала подвергаются размыву или русло канала проходит в неустойчивых грунтах. В этом случае применяется крепление дерном, каменным мощением, фашинами, жердями и плетневой стенкой, пористыми ж/б плитами;

4) **мосты и трубы-переезды** проектируются на пересечении дорог общего пользования и лесохозяйственных дорог с водотоками и каналами. В местах вероятного прогона скота и прохода гусеничного транспорта проектируют **ложбины и броды-переезды**. На песчаных грунтах ложбины устраивают планировкой съездов, а на глинистых и торфяных — с дополнительным креплением съездов и дна канала камнем или деревянным настилом;

5) на пересечении троп с каналами, в устьях каналов, на участках каналов с глубокими торфами и на проводящих каналах не далее чем через 1 км устраиваются **пешеходные мостики**.

4.2. Противопожарные и природоохранные мероприятия

Для уменьшения распространения пожаров и быстрой их ликвидации предусматривают:

а) устройство противопожарных трасс в виде уширенных просек вдоль каналов с проходящей по ним дорогой (или без нее);

б) устройство шлюзов на каналах осушительной сети для задержания воды в засушливые периоды;

в) устройство противопожарных водоемов;

г) устройство водопроводящих каналов от водоисточников к вершинам осушительных систем.

Противопожарные водоемы устраиваются в местах наибольшей пожарной опасности на расстоянии 1 км один от другого вблизи дорог и квартальных просек. Наполнение водоемов производится из осушительных каналов за счет вод, стекающих непосредственно в водоем. При заполнении водоема из осушительного канала делается соединительная траншея глубиной 0,4-0,5 м и шириной по дну 0,4-0,5 м. Соединительную траншею под дорогой делают закрытой (ж/б труба).

Водоемы проектируются полезной емкостью не менее 280-300 м³, средней глубиной не менее 1,5 м и глубиной мертвого уровня не менее 0,5 м.

В курсовом проекте студентам необходимо запроектировать не менее трех противопожарных водоемов, рассчитав их параметры.

Технические мероприятия по охране природы заключаются в устройстве отстойников в устьевых частях каналов, впадающих в водоприемник, а также водоемов, бродов, разравнивании отвалов с последующим посевом кормовых трав или плодовых кустарников. Отстойник-илоуловитель проектируется однокамерный в устье МК. Необходимо привести его устройство и параметры.

Лесохозяйственные мероприятия по охране природы заключаются в лесовосстановлении и облесении вырубок, гарей, прогалин, песков, выработанных торфяников.

Биотехнические мероприятия включают:

а) улучшение естественных болотных ягодников нарезкой дренажных борозд через 10-20 м на глубину до 0,5 м, фрезерование поверхности, улучшение светового режима, разреживание древесно-кустарникового полога до полноты 0,5 и ниже, уничтожение конкурирующих трав;

б) улучшение естественных лесных ягодников разреживанием древесного полога до полноты 0,6-0,7 и уничтожением конкурирующей растительности;

в) использование разровненных кавальеров для посева кормовых культур и посадки кустарников, имеющих кормовое значение;

г) очистка отвалов, сложенных песчаными грунтами, для устройства порхалиц в местах обитания боровой дичи.

4.3. Дорожная сеть на осушаемых землях

При проектировании дорог на объектах мелиорации необходимо выполнять следующие требования:

- 1) дороги следует проектировать вдоль границ участков и осушительных каналов;
- 2) по возможности не проектировать дороги на глубоких торфах с пересечением линий тока поверхностных и грунтовых вод;
- 3) количество пересечений с водотоками и каналами должно быть минимальным;
- 4) проектируемые дороги должны способствовать обеспечению противопожарной безопасности, ведению лесохозяйственного производства; обеспечивать проход тракторов, экскаваторов и лесохозяйственных механизмов;
- 5) должно быть обеспечено примыкание к дорогам высших типов;
- 6) дороги должны проходить с низовой стороны каналов;
- 7) при проектировании дорог вдоль каналов с двусторонним впадением в них осушителей, последние объединяются дополнительными кюветами и вводятся в принимающий их канал одним устьем;
- 8) при одностороннем впадении осушителей кювета с низовой стороны дороги проектируется только на болотах, где один осушительный канал не в состоянии поддержать полотно дороги в достаточно сухом состоянии;
- 9) возвышение бровок земляного полотна в зоне осушения над поверхностью земли при затруднительном водоотводе должно быть в пределах 0,7-0,8 м;
- 10) поперечный профиль дорог принимается одно или двухскатный с поперечным уклоном 3-5 %;
- 11) в лесопарковой зоне кроме дорог проектируются пешеходные дорожки, устраиваемые путем разравнивания отвалов грунта каналов.

5. ПРОИЗВОДСТВО ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ РАБОТ

5.1. Гидролесомелиоративное производство

Гидролесомелиоративное производство включает следующие основные процессы:

- а) трассоподготовительные работы;
- б) валка и трелевка леса на трассах каналов;
- в) корчевка пней;

г) устройство каналов мелиоративной сети, регулирование водоприемников;

д) устройство противопожарных водоемов;

е) устройство различных сооружений (шлюзов, мостов и т.д.)

ж) строительство объектов природоохранного назначения.

Подбор машин и механизмов для производства работ ведут в соответствии с условиями проходимости машин (табл. 6).

Таблица 6

Условия прохождения мелиоративной техники			
Категория	Характеристика объекта мелиорации	Условия	Марки тракторов и машин
I	Леса со слабоотторфованными почвами (долгомошники) и начальной стадии заболачивания	Легкие	Трактора: ЛХТ-55, МТЗ-80, ТФТ-6, Т-100, все виды тракторов болотной модификации, почвообрабатывающих орудий и экскаваторов
II	Леса травяно-сфагновые, кустарничково-сфагновые, мощность торфа 0,3-0,4 м, грунтовые воды в сухой период опускаются до 50 см	Средние	Трактора: Т-130Б, Т-100 МБГС, ДТ-75, ДТ-75Б. Экскаваторы: ТЭ-3М, Э-304В Э-2513, все орудия болотной модификации
III	Сильно заболоченные насаждения и болота верхового, переходного и низинного типов. Мощность торфа более 0,4 м, грунтовая вода близка к поверхности	Тяжелые	Трактора: Т-130Б, Т-100 МБГС. Экскаваторы: Э-304В Э-2513, ТЭ-3М. Каналокопатели: ПКЛН 500А, ЛКН-600, КФН-1200А, МК-1,8Г. Корчеватели: ДП-25, Д-645А, ДП-8. Кусторезы: МТП-43Х, КБ-4А

Ширина разрубки трасс зависит от типа применяемой землеройной техники, схемы разработки грунта (продольная, поперечная), ширины канала по верху, ширины дорожного полотна. При продольной разработке выемок малогабаритными экскаваторами (ТЭ-3М, Э-304В и др.) и разравнивании отвалов бульдозерами ширина разрубки складывается из ширины канала по верху, ширины бермы, ширины отвала, ширины полосы от бровки до стены леса с верхней стороны канала и принимается в проекте приблизительно 10-12 м. Для каналов, выполняемых канавокопателями, ширина разрубки трассы принимается 4-6 м.

Корчевка пней осуществляется только на полосе канала, равной В. На остальной части трассы пни спиливаются заподлицо для прохода землеройной техники. В легких и средних условиях проходимости применяют корчеватели на тракторах болотной модификации. В тяжелых условиях – пни диаметром до 24 см корчуют экскаватором.

Для разработки грунта под каналы глубиной более 1 м применяют экскаватор типа Э-304 (при глубине торфа более 0,4 м), каналы менее 1 м глубиной разрабатываются канавокопателями ЛКА-2М, КМ-1400М, ЛКН-600 и др.

В проекте необходимо определить условия проходимости техники и выбрать соответствующие машины и механизмы, пользуясь справочной литературой.

5.2. Расчет объема работ и составление сметы затрат

В курсовом проекте смета затрат составляется по укрупненным показателям для основных производственных процессов. Объемы трассоподготовительных и земляных работ, устройство сооружений рассчитываются после вычерчивания плана гидролесомелиоративной сети.

Объем земляных работ по магистральному каналу определяют детально, по остальным каналам за отсутствием на них продольных профилей – упрощенно, путем умножения средней площади сечения канала на общую их длину.

Площадь поперечного сечения на каждом пикете (или в среднем для канала) определяется как площадь трапеции F , m^2

$$F = 0,5 (B + b) T_{пр}, \quad (15)$$

Объем выемки грунта W , m^3 , между каждой парой соседних пикетов

$$W = 0,5 (F_1 + F_2) \cdot L, \quad (16)$$

где F_1 и F_2 – площадь поперечного сечения канала на двух соседних пикетах, m^2 ;

L – расстояние между этими пикетами (100 м).

Вычисления на 20 пикетах магистрального канала сводят в ведомость (табл. 7)

Таблица 7
Ведомость объема земляных работ по устройству магистрального канала, $m = 1,0$

ПК	Тпр, м	Ширина канала, м		F, m^2	Fср, m^2	W, m^3
		b	B			
0	1,90	1,80	5,60	7,03		
1	1,90	1,80	5,60	7,03	7,03	703
2	1,90	1,80	5,60	7,03	7,03	703
3	1,90	1,80	5,60	7,03	7,03	703
4	1,90	1,80	5,60	7,03	7,03	703
5	1,90	1,80	н.т.д.			
Итого						*

После составления ведомости объема земляных работ по каналам, имеющим продольный профиль, составляют сводную ведомость земляных работ по всей осушительной сети (табл. 8).

Таблица 8

Сводная ведомость объема земляных работ

Наименование каналов	Длина канала, м	Глубина канала, м	Ширина канала, м		Коэффициент откоса m	Площадь поперечного сечения, m^2	Объем выемки, m^3
			b	B			
Магистральный канал (ПК 0-20)	2000	1,90	1,80				*
Магистральный канал	*	1,90	1,80	*	*	*	*
Транспортирующие собиратели	*	1,60	*	*	*	*	*
Итого по проводящей сети							*
Осушители (1-п)	*	1,40	*	*	*	*	*
Итого по регулирующей сети							*
Нагорные каналы	*	*	*	*	*	*	*
Всего по системе							*

Для характеристики интенсивности выполнения мелиоративных работ принято рассчитывать объем выемки грунта, приходящийся на 1 га осушаемой площади, а также степень канализованности (протяженность каналов в расчете на 1 га осушаемой площади).

Для выполнения заданного объема работ необходимо определить требуемое число механизмов исходя из следующей производительности за

смену. Например, экскаватор Э-325 – 150 м³ за смену, канавокопатель ЛКА-2М – 700 м³. В году 180-200 рабочих дней. Производительность работы и технические характеристики механизмов берут из справочной литературы [5].

Располагая объемом работ по устройству мелиоративной сети, приступают к составлению сметы затрат (табл. 9).

Площадь под валку леса определяют умножением необходимой ширины трассы на длину каналов. Площадь под корчевку вычисляют умножением ширины канала по верху на длину каналов. В объем прочих работ ставят площадь, занятую осушительной системой.

Стоимость осушения 1 га определяют, разделив сумму всех затрат на площадь осушения.

Основные характеристики осушительной системы сводят в ведомость (прил. 13).

6. ОЦЕНКА ЛЕСОВОДСТВЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСУШЕНИЯ

Осушением лесных земель обеспечивается:

1. Значительное повышение продуктивности лесов и улучшение их качественного состава.
2. Интенсификация лесозаготовки и производительности лесозаготовительных предприятий.
3. Создание благоприятных транспортных условий.
4. Прекращение роста и заболачивания сплошных вырубок.
5. Улучшение естественного и возможность искусственного возобновления леса.
6. Возможность использования воды, отводимой от осушаемого участка для питания прудов и орошения питомников.
7. Улучшение сенокосов и пастбищ.
8. Улучшение санитарно-гигиенических, эстетических и экологических условий в лесу.

Количественная оценка всей полезности осушительных мелиораций лесных земель довольно затруднительна. Поэтому в курсовом проекте ограничиваемся расчетом лесоводственной эффективности осушения.

Таблица 9

Сводная ведомость (смета) затрат на устройство гидроресомелиоративной системы (в ценах 1984 г.)

Виды работ	Единицы измерений	Кол-во единиц	Стоимость, руб.	
			единицы	Общая
Трассоподготовительные работы:				
валка леса бензопилой	га		71	
корчевка пней	га		120	
Земляные работы по устройству:				
магистральных каналов экскаватором	100 м ³		37	
собираетелей экскаватором	100 м ³		30	
осушителей канавокопателем	100 м ³		8	
Устройство водоема-илоотстойника объемом 500 м ³ , противопожарного водоема	шт.		320	
Устройство пешеходных деревянных мостиков длиной 8 м	шт.		270	
Устройство ж/б трубы-переезда отверстием 0,8 м	шт.		1880	
1,50 м	шт.		4420	
Строительство сточных воронок открытого типа	шт.		64	
закрытого типа	шт.		117	
Строительство открытого переезда (с каменным мощением)	шт.		70	
Строительство деревянного однопролетного моста на свайных опорах	шт.		2980	
Строительство дорог	км		2500	
Прочие работы	га		3,50	

Примечание. Индекс инфляции уточняется в руководителе проектирования (10,4).

Увеличение прироста в результате осушения вычисляют по таблицам хода роста для соответствующей породы в зависимости от типа леса, полноты и возраста древостоя, в котором проведено осушение. Эти расчеты ведут для первых двух десятилетий после осушения сначала на каждый гектар, а потом для всей площади осушения [5]. Расчет дополнительного прироста древесины в результате осушения сводят в таблицу (табл. 10).

Таблица 10

Расчет лесоводственной эффективности осушения

Прирост древесины за 1 год, м ³ /га	За первое десятилетие	За второе десятилетие
После осушения		
До осушения		
Дополнительный		
Дополнительный за 10 лет, м ³ /га		
Дополнительный на всем осушаемом участке за 10 лет		
Дополнительный на всем осушаемом участке за 20 лет		

Оценкой стоимости древесины, получаемой с площади до и после осушения, выявляется эффективность лесосоушения в денежном выражении.

Если поделить затраты на строительство осушительной системы на стоимость дополнительно получаемой древесины в результате осушения (в среднем за 1 год), то получим срок окупаемости затрат на лесосоушение (в годах). Этот срок в реальных условиях колеблется от 3-5 до 10-12 лет.

Уральский государственный лесотехнический университет

Кафедра лесных культур и мелиораций

«Гидротехнические мелиорации лесных земель»

Курсовой проект
по осушению лесных земель

Студент ЛХФ-3__ (ФИО)
Преподаватель (ФИО)

Оценка _____

Екатеринбург
200__

Приложение 2

Уральский государственный лесотехнический университет

Кафедра лесных культур и мелиорации

Студент _____
Группа _____

Задание

для курсового проекта по осушению лесных земель

- I. Область *Владимирская*
- II. Цель осушения - повышение производительности лесов
- III. Таксационная характеристика участка
Преобладающая порода *Сосна*
Возраст *IV класс*
Бонитет *Va класс*
Полнота *0,6*
Тип леса (условия местопроизрастания) *С сф.*
- IV. Характеристика почвогрунтов:
Глубина торфа *2,0 м*
Зольность *3 %*
Степень разложения торфа *55 %*
Подстилающий почвогрунт *песок*
- V. Характеристика водосборной площади
Лесистость *60 %*
Заболоченность *6 %*
Озерность *8%*

Площадь *20000 га*

Приложение 3

Значение коэффициента C_v для некоторых районов страны

Города, области	C_v
1. Киров, Березники, Пермь, Чебоксары, Ижевск	0,25
2. Архангельск, Сыктывкар, Вологда, Калинин, Тула, Ярославль, Орел, Кострома, Иваново, Кемерово	0,30
3. Москва, Тамбов, Курск, Владимир	0,35
4. Нижний Новгород, Рязань, Гомель, Пенза, Казань, Уфа, Томск, Екатеринбург	0,40
5. Иваново, Свердловская обл., Самара,	0,50
6. Тюмень	0,55
7. Оренбург, Саратов	0,60
8. Челябинск	0,70

Приложение 4

Таблица отклонений ординат кривой обеспеченности Пирсона III типа от середины $C_v = 1$ (по Фостеру-Рыбкину) $\Phi_p \%$

C_s	Обеспеченность, %							
	1	3	5	10	25	50	75	99
0,5	2,68	2,08	1,77	1,32	0,62	-0,08	-0,71	-1,96
0,6	2,75	2,12	1,80	1,33	0,61	-0,10	-0,72	-1,88
0,7	2,82	2,15	1,82	1,33	0,59	-0,12	-0,72	-1,81
0,8	2,89	2,18	1,84	1,34	0,58	-0,13	-0,73	-1,74
0,9	2,96	2,22	1,86	1,34	0,57	-0,15	-0,73	-1,66
1,0	3,02	2,25	1,88	1,34	0,55	-0,16	-0,73	-1,59
1,1	3,09	2,28	1,89	1,34	0,54	-0,18	-0,74	-1,52
1,2	3,15	2,31	1,91	1,24	0,52	-0,19	-0,74	-1,45
1,3	3,21	2,34	1,92	1,34	0,51	-0,21	-0,74	-1,38
1,4	3,27	2,37	1,94	1,34	0,49	-0,22	-0,73	-1,32
1,5	3,33	2,39	1,95	1,33	0,47	-0,24	-0,73	-1,26
1,6	3,39	2,42	1,96	1,33	0,46	-0,25	-0,73	-1,20
1,7	3,44	2,44	1,97	1,32	0,44	-0,27	-0,72	-1,14
1,8	3,50	2,46	1,98	1,32	0,42	-0,28	-0,72	-1,09
1,9	3,55	2,49	1,99	1,31	0,40	-0,29	-0,72	-1,04
2,0	3,60	2,51	2,00	1,30	0,39	-0,31	-0,71	-0,99

Приложение 5

Расстояние между осушителями (L, м) базового варианта
при Кос = 1,00 Туст = 1,0 м

Группа типов леса и лесорастительных условий	Глубина слоя торфа, м	Подстилающий почвогрунт	Расстояние, отвечающее максимальной		
			рентабельности	продуктивности	
Низинный (евтрофный) тип заболачивания					
Черноольшанники болотно-травяные, осоковые и таволговые (С _{4.5} – Д ₄)	0,3-0,6	Глины, суглинки	175	-	
		Супеси и пески мелкозернистые	210	-	
		Пески средне- и крупнозернистые	230	-	
	0,6-1,0	Глины, суглинки	190	-	
		Супеси и пески мелкозернистые	220	-	
		Пески средне- и крупнозернистые	240	-	
	Более 1,0	Торф	240	-	
	Сосняки, ельники, кедровники, лиственничники и смешанные насаждения болотно-травяные, осоково-сфагновые, (С ₄ – С ₅)	0,3-0,6	Глины, суглинки	130	65
			Супеси и пески мелкозернистые	145	75
Пески средне- и крупнозернистые			160	80	
0,6-1,0		Глины, суглинки	140	65	
		Супеси и пески мелкозернистые	145	70	
		Пески средне- и крупнозернистые	150	70	
Более 1,0		Торф	150	75	
Безлесные низинные болота (С _{4.5})		0,3-0,6	Глины, суглинки	95	55
			Супеси и пески мелкозернистые	105	60
	Пески средне- и крупнозернистые		115	65	
		Глины, суглинки	100	50	
		Супеси и пески мелкозернистые	105	55	
		Пески средне- и крупнозернистые	110	55	
	Более 1,0	Торф	110	55	

Продолжение прил. 5

Группа типов леса и лесорастительных условий	Глубина слоя торфа, м	Подстилающий почвогрунт	Расстояние, отвечающее максимальной		
			рентабельности	продуктивности	
Переходный (мезотрофный) тип заболачивания					
Сосняки, ельники, кедровники, лиственничники и смешанные насаждения (осоково- и травянисто-сфагновые, В ₅)	0,3-0,6	Глины, суглинки	100	50	
		Супеси и пески мелкозернистые	110	55	
		Пески средне- и крупнозернистые	120	60	
	0,6-1,0	Глины, суглинки	120	60	
		Супеси и пески мелкозернистые	125	65	
		Пески средне- и крупнозернистые	130	65	
	более 1,0	Торф	120	60	
	Ельники, кедровники, лиственничники и смешанные насаждения (долгомошниковые, В ₄)	0,3-0,6	Глины, суглинки	100	50
			Супеси и пески мелкозернистые	115	55
			Пески средне- и крупнозернистые	125	60
0,6-1,0		Глины, суглинки	110	55	
		Супеси и пески мелкозернистые	120	60	
		Пески средне- и крупнозернистые	125	65	
более 1,0		Торф	125	65	
Безлесные переходные болота (В _{5.6})		0,3-0,6	Глины, суглинки	75	35
			Супеси и пески мелкозернистые	85	40
			Пески средне- и крупнозернистые	95	45
	0,6-1,0	Глины, суглинки	90	40	
		Супеси и пески мелкозернистые	95	45	
		Пески средне- и крупнозернистые	95	45	
	более 1,0	Торф	90	45	

Окончание прил.

Группа типов леса и лесорастительных условий	Глубина слоя торфа, м	Подстилающий почвогрунт	Расстояние, отвечающее максимальной	
			рентабельности	продуктивности
Верховой (олиготрофный) тип заболачивания				
Сосняки сфагновые (А ₅)	0,3-0,6	Глины, суглинки	80	45
		Супеси и пески мелкозернистые	100	50
		Пески средне- и крупнозернистые	110	55
	0,6-1,0	Глины, суглинки	105	50
		Супеси и пески мелкозернистые	110	55
		Пески средне- и крупнозернистые	115	55
	более 1,0	Торф	110	55
Сосняки долгомошниковые (А ₄)	0,3-0,6	Глины, суглинки	130	70
		Супеси и пески мелкозернистые	145	80
		Пески средне- и крупнозернистые	160	85
	Сосна по верховому болоту (А ₅ — А ₆)	0,6-1,0	Глины, суглинки	80
Супеси и пески мелкозернистые			85	45
Пески средне- и крупнозернистые			85	45
более 1,0	Торф	80	40	
Безлесные верховые болота пушицево-кустарничково-сфагновые (А ₅ — А ₆)	более 1,0	Торф	60	30

Примечания. 1. При грунтово-напорном типе водного питания расстояние между осушителями уменьшают на 10-30 %.

2. При систематическом расположении осушителей расстояние между ними может меняться на ± 10 %.

Поправочные зональные коэффициенты K_{ос} на базовое расстояние между осушителями

Экономический район, край, республика	K _{ос}	Экономический район, край, республика	K _{ос}
Россия		ПРИБАЛТИЙСКИЙ РАЙОН	
СЕВЕРНЫЙ РАЙОН		Калининградская обл.	1,09
Архангельская обл.	0,68		
Южная обл.	0,75	ВОЛГО-ВЯТСКИЙ РАЙОН	
Вологодская обл.	0,80	Горьковская обл.	0,95
западная часть	0,85	Марийская АР	0,95
северо-восточная часть	0,77	Кировская обл.	0,80
Мурманская часть	0,70	Мордовская АР	1,00
Карельская АР	0,80	Чувашская АР	1,01
северная часть	0,75		
южная часть	0,85	ЦЕНТРОАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНЫЙ РАЙОН	
средняя часть	0,80	Воронежская обл.	1,20
Коми АР	0,75	Курская обл.	1,11
СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ РАЙОН		Липецкая обл.	1,13
Ленинградская обл.	0,92	Тамбовская обл.	1,15
Новгородская обл.	0,90	Белгородская обл.	1,20
Псковская обл.	1,00		
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ РАЙОН		УРАЛЬСКИЙ РАЙОН	
Брянская обл.	1,08	Курганская обл.	1,00
Владимирская обл.	0,94	Оренбургская обл.	1,22
Ивановская обл.	0,91	Пермская обл.	0,81
Калининская обл.	0,92	Свердловская обл.	0,89
Калужская обл.	1,02	Челябинская обл.	0,97
Костромская обл.	0,83	Удмуртская АР	0,85
юго-западная часть	0,85	Башкирская АР	0,99
северо-восточная часть	0,80		
Московская обл.	1,01	ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ РАЙОН	
Орловская обл.	1,05	Алтайский край	0,83
Рязанская обл.	1,04	Кемеровская обл.	0,76
Смоленская обл.	0,99	Новосибирская обл.	0,78
Тульская обл.	1,03		
Ярославская обл.	0,89		

Экономический район, край, республика	К ос	Экономический район, край, республика	К ос
Омская обл.	0,85	ТУВИНСКАЯ АР	0,71
Томская обл.	0,76		0,71
Тюменская обл.	0,74	ЯКУТСКАЯ АР	
южная часть	0,98		
ВОСТОЧНО- СИБИРСКИЙ РАЙОН		ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ РАЙОН	0,72
Красноярский край	0,73	Приморский край	0,74
Иркутская обл.	0,74	Хабаровский край	0,75
Читинская обл.	0,71	Амурская обл.	0,70
		Камчатская обл.	0,70
		Магаданская обл.	0,74
БУРЯТСКАЯ АР	0,72	Сахалинская обл.	0,71

Примечание. Коэффициенты относятся к геометрическому центру указанных республик, краев, областей; для других частей этих территорий поправочный коэффициент находится путем интерполяции.

Поправочный коэффициент на базовое расстояние между осушителями в зависимости от грунтовых условий и установившейся глубины каналов

Т уст. ка- на- ла	Минеральный грунт и торф глубиной 0,3- 0,6 м подстилаемый			Торф глубиной 0,6- 1,0 м при врезании дна канала в грунт			Торф		
	гли- ной и сугл.	легким сугл. и супе- сью	пес- ком	гли- ной и сугл.	легк. сугл. и суп.	пес- ком	низин ный	пере- ход- ный	вер- ховой
0,3	0,35	0,44	0,48	0,12	0,13	0,15	0,14	0,13	0,12
0,4	0,46	0,53	0,58	0,25	0,26	0,27	0,27	0,26	0,25
0,5	0,56	0,62	0,68	0,37	0,39	0,41	0,41	0,40	0,39
0,6	0,65	0,70	0,76	0,60	0,52	0,50	0,55	0,54	0,53
0,7	0,75	0,79	0,84	0,65	0,66	0,66	0,67	0,66	0,65
0,8	0,84	1,87	0,90	0,77	0,78	0,78	0,78	0,77	0,76
0,9	0,92	0,94	0,96	0,89	0,90	0,91	0,91	0,90	0,88
1,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,1	1,05	1,07	1,09	1,07	1,10	1,12	1,07	1,07	1,07
1,2	1,09	1,14	1,17	1,11	1,21	1,22	1,14	1,12	1,11
1,3	1,13	1,21	1,25	1,14	1,29	1,30	1,20	1,17	1,15
1,4	1,16	1,26	1,32	1,17	1,36	1,37	1,23	1,19	1,16
1,5	1,19	1,32	1,39	1,18	1,41	1,45	1,25	1,21	1,17
1,6	1,22	1,37	1,46	1,18	1,47	1,52	1,26	1,22	1,18
1,7	1,25	1,41	1,52	1,19	1,51	1,59	1,27	1,22	1,18
1,8	1,29	1,45	1,58	1,20	1,54	1,66	1,28	1,22	1,18

Приложение 8

Коэффициенты откосов каналов

Вид грунта	Для осушителей	Для проводящих и оградительных каналов глубиной		Для водоприемников
		0,8-1,5 м	Более 1,5 м	
Глина (фракции 0,005 мм более 33%)	0,75. 1,00	1,00. 1,25	1,25	1,25. 1,50
Суглинок легкий	1,25. 1,50	1,50	1,50. 1,75	1,75. 2,00
средний	1,00. 1,25	1,25	1,25. 1,50	1,50. 1,75
тяжелый	1,00	1,00. 1,25	1,25. 1,50	1,50. 1,75
Супеси	1,50	1,50	1,50. 1,75	1,75. 2,00
Песок мелкозернистый, насыщенный водой (фракции диаметром 0,05 мм менее 80%)	Необходимо крепление подводной части, со следующими коэффициентами откосов в верхней части			
Плывун	2,00	2,00. 2,50	2,25. 3,00	2,75. 3,00
Песок среднезернистый (фракции диаметром 0,25 мм менее 80%)	1,50	1,50. 1,75	1,75. 2,00	2,00. 2,50
Песок крупнозернистый	1,25. 1,50	1,50	1,50. 2,00	2,00. 2,25
Торф осоковый:				
слабо разложившийся	0,50	0,50. 0,75	0,75. 1,00	1,00. 1,25
хорошо разложившийся	0,75	0,75. 1,00	1,00. 1,25	1,25. 1,50
Торф сфагновый:				
слабо разложившийся	0,50	0,50. 0,75	0,75. 1,00	1,00. 1,25
хорошо разложившийся	0,75	0,75. 1,00	1,00. 1,25	1,25. 1,50
Торф древесный:				
слабо разложившийся	1,00	1,00	1,00. 1,25	1,25. 1,50
хорошо разложившийся	1,00. 1,25	1,25. 1,50	1,50. 1,75	1,50. 1,75

Примечание. При мощности слоя торфа более 50% глубины канала допускается проектирование откосов по торфяному грунту, а при мощности слоя торфа до 50% - по минеральному (за исключением песчаных грунтов, где откосы проектируются по подстилающему грунту при заглублении в него канала более чем на 25 см).

Приложение 9

Значение коэффициента С по формуле академика Н.Н Павловского

R, м	n			
	0,025	0,030	0,035	0,040
0,20	26,9	21,3	17,4	14,5
0,22	27,6	21,9	17,9	15,0
0,24	28,3	22,5	18,5	15,5
0,26	28,8	23,0	18,9	16,0
0,28	29,4	23,5	19,4	16,4
0,30	29,9	24,0	19,9	16,8
0,35	31,1	25,1	20,9	17,8
0,40	32,2	26,0	21,8	18,6
0,45	33,1	26,9	22,6	19,4
0,50	34,4	27,8	23,4	20,1
0,55	34,8	28,5	24,0	20,7
0,60	35,5	29,2	24,7	21,3
0,65	36,2	29,8	25,3	21,9
0,70	36,9	30,4	25,8	22,4
0,75	37,5	30,9	26,35	22,9
0,80	38,0	31,5	26,8	23,4
0,85	38,4	31,8	27,15	23,8
0,90	38,9	32,2	27,6	24,1
0,95	39,5	32,75	28,1	24,6
1,00	40,0	33,3	28,6	25,0
1,10	40,9	34,1	29,3	25,7
1,20	41,6	34,8	30,0	26,3

Примечание. Промежуточные значения скоростного коэффициента находятся интерполяцией.

Приложение 10

Средние скорости, не допускающие заиливания каналов

Наносный грунт	Минимальные допустимые скорости, м/с
Ил	0,10
Песчаная пыль (диаметром 0,01-0,05 мм)	0,10 - 0,20
Песок мелкий (диаметром 0,05 - 0,10 мм)	0,25
Песок средний и крупный (диаметром 0,1 - 2,0 мм)	0,40-0,60
Торфяная буза	0,20

Приложение 11

Максимально допустимые скорости

Грунты	Максимальные скорости, м/с
Глина	0,75 - 0,25
Песок (d = 1 - 2 мм)	0,60 - 0,75
Песок (d = 0,5 мм)	0,40 - 0,60
Песок (d = 0,5 - 0,1 мм)	0,35 - 0,45
Суглинок легкий	0,60 - 0,90
Суглинок средний	0,65 - 1,00
Суглинок тяжелый	0,70 - 1,20
Торф сфагновый, мало-разложившийся	1,2
То же, хорошо разложившийся	0,5 - 0,8
Торф осоковый и древесный разложившийся	0,4 - 0,7
Гравий d = 2,5 - 5 мм	0,8 - 1,0

Приложение 12

Максимально допускаемые средние скорости течения воды для некоторых типов крепления откосов каналов

Тип крепления	Допускаемые средние скорости, м/с, при средней глубине потока, м		
	0,4	1,0	2,0
Дерн плашмя	0,6	0,8	0,9
Дерн в стенку	1,5	1,8	2,0
Хворостяное покрытие	1,8	2,2	2,5

Дерн

Приложение 13

Основные характеристики осушительной системы

1. Площадь осушенного гидролесомелиоративного фонда, га	
2. Протяженность отрегулированных водоприемников, км	
3. Протяженность каналов, км В том числе: проводящих (магистраль, собиратели) регулирующих (осушители) оградительных (нагорные, ловчие)	
4. Степень канализованности осушенного гидролесомелиоративного фонда, м/га	
5. Протяженность дорожной сети, км	
6. Объем земляных работ, тыс. м ³ В том числе на 1 га, м ³	
7. Объем трассоподготовительных работ, га В том числе: разрубка трасс коренка трасс	
8. Сооружения на осушительной системе, шт. В том числе: мосты трубы-пересыды пешеходные мостики крепления, м ²	
9. Затраты на уход и содержание осушительной системы, тыс. рублей	
10. Объем выполненных в порядке ведения лесного хозяйства на осушенных землях при эксплуатации осушительной сети, га В том числе: рубка леса, в том числе «по состоянию» создание лесных культур	

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по осушению лесных земель. Изыскания. - М.: Союзгипролесхоз, 1985.-Ч.1. 64 с.
2. Руководство по осушению лесных земель. Проектирование. - М.: Союзгипролесхоз, 1986.-Ч. 2.-100 с.
3. Руководство по осушению лесных земель. Приложения. - М.: Союзгипролесхоз, 1986.-Ч. 3.-114 с.
4. Руководство по разработке раздела «Охрана природы» в составе проектной документации по гидrolесомелиорации. Приложение к Руководству по осушению лесных земель. - М.: Союзгипролесхоз, 1988.- 17 с.
5. Сабо Е. Д., Иванов Ю.Н., Шатило Д.А. Справочник гидrolесомелиоратора. - М: Лесн. пром-сть, 1981.-200 с.
6. Бабилов Б.В. Гидротехнические мелиорации лесных земель. - М: Лесн. пром-сть, 1984.-192 с.
7. Маковский В.И., Чиндяев А.С. Лесоводственно-экологические основы мелиорации лесов на Среднем Урале.- Свердловск: УрО АН СССР, 1988.- 95 с.
8. Чиндяев А.С. Лесоводственная эффективность осушения болотных лесов Среднего Урала.- Екатеринбург: УГЛТА, 1995.-186 с.
9. Основные положения по гидrolесомелиорации. СПб., 1995. 60 с.