

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

### **Системы осушения территорий**

Методические указания по выполнению студентами контрольной работы



Новосибирск 2017

УДК 631.62 (07)

ББК 40.63, Я7

С 409

Составитель: к.т.н., доцент С.М. Тулиглович.

Рецензент: к.т.н., доцент Булаев Е.А.

Методические указания для выполнения контрольных работ по дисциплине Системы осушения территорий / Составитель: к.т.н., доцент С.М. Тулиглович, Новосибирский ГАУ, Новосибирск 2017, - 41с.

Целью контрольной работы является закрепление теоретических знаний и практических навыков самостоятельного решения задач по Системам осушения территорий; умения самостоятельно пользоваться научной и справочной литературой.

При выполнении работ студент должен проявить творческую инициативу в решении данной проблемы и уметь обосновать выводы и предложения.

Методические указания предназначены для студентов агрономического факультета по направлению подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование всех форм обучения.

Утверждены учебно-методическим советом агрономического факультета (протокол № 02 от 15 февраля 2017 г).

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, 2017

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **1. Внешние и внутренние требования**

Внешние требования к освоению дисциплины «Системы осушения территорий» регламентируются ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.02 Природопользование и водопользование.

Внутренние требования определяются видами и задачами профессиональной деятельности и формируемыми компетенциями.

### **2. Цели и задачи дисциплины**

Основной целью дисциплины является формирование системного мировоззрения, представлений, теоретических знаний и практических навыков у студентов по системе осушения различного типа территорий.

Исходя из цели, в процессе изучения дисциплины решаются **следующие задачи**:

- изучить условия строительства осушительной сети;
- изучить процесс подготовки трасс для каналов;
- изучить основные виды осушения;
- изучить процесс эксплуатации осушительной сети.
- В результате изучения дисциплины студент должен

*Знать:*

- гидравлику, геодезию, строительство и эксплуатацию осушительной сети, метрологию, сертификацию и стандартизацию;
- природно-техногенные комплексы и основы природообустройства;
- основные виды осушений;
- выполнение проектных и изыскательских работ, основы строительного дела, эксплуатацию и мониторинг систем и сооружений;
- организацию и технологию работ машин и оборудования по природопользованию, осушению почв, безопасность жизнедеятельности.

*Уметь и обладать навыками:*

- правильно оценивать и грамотно использовать в профессиональной деятельности проектно-изыскательскую документацию и результаты строительных работ, эксплуатации и мониторинга систем и осушительных сооружений;
- обеспечивать правильную и экологически безопасную организацию и технологию работ, применение машин и оборудования для природопользования и осушению почв.

*Владеть:*

- методами проектирования осушительной сети.

### 3. Содержание контрольной работы.

- составление плана осушительной сети;
- определение расстояний между каналами;
- выбор заложения откосов;
- расчет допустимой скорости воды в каналах;
- составление продольных профилей водоприемников, проводящих каналов и некоторых осушителей и т.д.

Для каждого студента выдается отдельное задание. Тема контрольной работы может быть предложена студентом в зависимости от его интересов по согласованию с преподавателем.

### 4. Назначение и требования к каналам осушительной сети

Осушительной системой называется комплекс инженерных сооружений, устройств и мероприятий, которые обеспечивают создание оптимального водного режима переувлажненных земель с учетом выращиваемых пород и культур. Осушительная система состоит из регулирующей, ограждающей и проводящей сети; водоприемника, гидротехнических сооружений; осушаемых земель и проводимых на них мелиоративных мероприятий.

Осушение земель производится в основном двумя способами: открытыми каналами (канавами) и дренажем; лесные земли обычно осушаются открытыми канавами.

Расчеты элементов осушительной системы начинают с расположения на плане проводящей (транспортирующей), оградительной и регулирующей сетей. При этом учитывают ряд факторов: рельеф поверхности, глубину торфа, причины избыточного увлажнения, цель осушения, экономические и хозяйственные требования. С учетом этих факторов при расположении осушительной сети нужно руководствоваться следующими основными указаниями.

**Проводящая сеть** при любом типе водного питания служит для своевременного отвода всех избыточных вод и состоит из магистральных каналов и транспортирующих собирателей. Сеть в основном прямолинейная, с минимальным числом поворотов. Проводят ее по минимальным отметкам местности с учетом минерального дна болот. Если на плане нет явно выраженных ложин, проводящие каналы располагают в зависимости от удобства расположения осушителей. Каналы глубиной до 3 м делают обычно трапецеидальными, что облегчает их крепление. Минимальный уклон дна - 0,0005. Магистральные каналы должны проводиться по наибольшим глубинам торфа (если это возможно) так, чтобы глубина торфа по линии канала была одинаковой или увеличивалась бы к устью. Проводящая сеть должна

быть короткой и без холостых участков.

Магистральные каналы должны сопрягаться с водоприемником под углом около  $60^\circ$ . Также сопрягаются транспортирующие собиратели с магистральным каналом.

**Регулирующая сеть** (открытые осушители) - сеть параллельных каналов, расположенных поперек потока поверхностных и грунтовых вод или параллельно им. Минимальный уклон дна - 0,0005, длина - до 1500 м, ширина по дну - от 0,2 до 0,4 м, глубина от 0,6 до 1,5 м. Заложение откосов зависит от типа грунта и глубины канала. Расстояние между ними зависит от нормы осушения и района работ.

**Ограждающая сеть** включает в себя нагорные, ловчие, тальвеговые и защитные каналы.

**Нагорные каналы** служат для перехвата поверхностных вод, стекающих с вышележащего водосбора. Глубина обычно до  $1\div 1,2$  м, длина от 200-500 м до нескольких километров, уклон - не менее 0,0005, одинаковый по всей длине. Кавальеры устраивают только с низовой стороны. Верхний откос более пологий - от 1:5 до 1:10. Нагорные каналы иногда совмещают с ловчими, образующими нагорно-ловчие каналы.

**Ловчие каналы** устраивают для перехвата поступающих на осушаемую территорию грунтовых вод в зоне наиболее высокого их стояния. Дно и откосы обычно крепят. При наличии подстилающего водоупора дно ловчего канала врезают в него. При глубине  $2\div 2,5$  м и слабых грунтах применяют параболическую форму поперечного сечения, в остальных случаях - трапецеидальную.

**Тальвеговые каналы** устраивают вдоль ложин (тальвегов) и других понижений, имеющих локальный характер. Они должны далее соединяться с магистральными или транспортирующими каналами.

**Защитные каналы** служат для прекращения роста моховых болот в стороны. Их проводят вокруг болот вблизи его краев, под углом к горизонтали и выводят в ближайший водоприемник.

Одновременно с проектированием осушительной сети намечают расположение дорог, сооружений (мосты, трубы и др.), противопожарных объектов (водоемов, шлюзов).

В зависимости от величины осушаемой площади, гидрогеологических условий и причин избыточного увлажнения могут выпадать некоторые элементы осушительной системы. Иногда осушение достигается только регулированием водоприемника или устройством одних нагорных каналов или осушителей. Если позволяет рельеф, проектируют менее разветвленную осушительную сеть.

Геометрические размеры запроектированных каналов определяют гидрологическими и гидравлическими расчетами.

### **Исходные данные.**

- 1.1. Топографический план осушаемого участка с горизонталями (через один метр) в масштабе 1:5000, или 1:10000, или 1:25000. Допускается для более ясного изображения рельефа проводка полугоризонталей через 0.25÷0,5 м.
- 1.2. Задание (приложение 2).

### **Перечень задач к контрольной работе:**

**Задача 1.** Определение масштаба эскизного плана и превышения между горизонталями.

**Задача 2.** Определение среднего уклона поверхности осушаемого участка.

**Задача 3.** Глубина осушительных каналов и проводящей сети.

**Задача 4.** Определение расстояний между осушителями.

**Задача 5.** Проектирование осушительной системы на плане.

**Задача 6.** Продольные профили каналов, осушителей, водоприемников.

**Задача 7.** Коэффициенты откосов осушительных каналов.

**Задача 8.** Гидрологический расчет канала.

**Задача 9.** Гидравлический расчет канала.

**Задача 10.** Устойчивость откосов и дна канала

### ***Оформление контрольной работы производится в виде расчетов и графического материала***

**Задача 1.** Определение масштаба эскизного плана и превышения между горизонталями.

Студенту выдается эскизный план осушаемого участка в горизонталях. Для перевода его в топографический план местности необходимо определить линейный масштаб, используя данные задания по площади осушаемого участка. На листе формата А4 под осушаемый участок отводится площадь  $F_n$  размером 22х17 см. На площади плана  $F_n$  должна разместиться действительная площадь осушаемого участка  $F_0$ , следовательно, масштаб плана  $M$  определится по формуле:

$$M = \sqrt{\frac{F_6}{F_n}} \quad (1)$$

Параметры, входящие в формулу (1), должны иметь одинаковую размерность (см<sup>2</sup>, м<sup>2</sup>). Полученный масштаб округляется до ближайшего большего по стандарту

Сечение горизонталей принимаются в пределах 0,5÷1 м, а отсчет отметки производится от временного репера, которому присваивается любая отвлеченная отметка.

На плане изображается в условных обозначениях ситуация, соответствующая (приблизительно) условиям заболоченных лесных площадей (болото, луг, гарь, вырубка, кустарник, древостой и т.д.).

## **Задача 2.** Определение среднего уклона поверхности осушаемого участка.

В дальнейших расчетах потребуется применить значения уклонов местности как водосборной площади, так и осушаемого участка. Для водосборной площади требуется топографическая карта всего водосбора, с которого вода будет поступать к объекту осушения. При отсутствии такой карты определяется средний уклон только осушаемого участка.

С этой целью на плане нужно выбрать три участка с различными уклонами, которые характеризуются разными расстояниями между соседними горизонталями, и на каждом участке определить уклон  $i$  как отношение превышения между горизонталями  $\Delta h$  к расстоянию между ними по перпендикуляру  $l_r$  (горизонтальное проложение):

$$i = \frac{\Delta h}{l_r} \quad (2)$$

Средний уклон  $i_{cp}$  определяется как отношение арифметической суммы значений уклонов  $i_n$  к количеству замеров  $n$ :

$$i_{cp} = \frac{\sum i_n}{n} \quad (3)$$

Полученное значение следует считать как средний уклон водосборной площади.

## **Задача 3.** Глубина осушительных каналов и проводящей сети.

Глубины осушительных каналов после осадки торфа  $T_0$  принимаются следующие:

глубина торфа, м	0,1-0,5	0,5-1,3	более 1,3
глубина каналов, м	0,75-0,9	0,9-1,0	1,0-1,2

После осушения болот происходит осадка торфа, поэтому проектную глубину каналов  $T_{np}$  определяют по формуле:

$$T_{np} = T \cdot T_0 \quad (4)$$

Коэффициент  $m$  зависит от плотности торфа и типа болота (таблица 1).

Таблица 1. Значения величины коэффициентов  $m$ , в зависимости от плотности торфа.

Тип болота	плотный торф	торф менее плотный	довольно рыхлый торф	рыхлый торф
1	2	3	4	5
низинный	1.2	1.25	1.35	1.50
переходный	1.25	1.32	1.42	1.58
верховой	1.3	1.40	1.50	1.65

*Пример 1.* Глубина торфа больше глубины канала и равна 1,6 м. Глубина канала после осадки торфа должна быть 1,1 м. Болото низинного типа. Торф плотный,  $m = 1,2$

$$T_{np} = 1,2 \cdot 1,1 = 1,32, \text{ м}$$

*Пример 2.* Глубина торфа меньше глубины канала и равна 0,6 м. Характеристика торфа такая же, как и в примере 1.

Глубина канала в торфе до осадки его равна мощности торфа  $T_T$ . Определяем мощность торфа после осадки  $T'_T$  и осадку поверхности  $H_0$ :

$$T'_T = \frac{T_m}{m} = \frac{0,6}{1,2} = 0,5 \text{ м,}$$

$$H_0 = T'_T - T = 0,6 - 0,5 = 0,1 \text{ м}$$

Проектная глубина осушителя равна:

$$T_{np} = T_0 + H_0 = 1,1 + 0,1 = 1,2 \text{ м.}$$

Кроме глубин  $T_0$  и  $T_{np}$  осушителей, необходимо определить соответствующие глубины для каналов проводящей сети. Глубины собирателей  $T_0$  и  $T_{np}$  должны быть больше на 0,1÷0,2 м глубин осушителей, а глубины



магистральных каналов на 0,2÷0,3 м больше глубин собирателей.

#### Задача 4. Определение расстояний между осушителями.

Расстояния между осушителями - важный момент в расчетах осушительной сети, от этого зависит эффективность и стоимость осушительных работ. При определении расстояний между осушителями следует учитывать цель осушения, климатические и почвенногрунтовые условия, тип леса, уклон поверхности, причины избыточного увлажнения и т.п.

Для определения расстояний между осушителями с учетом основных факторов, действующих на них, используется таблица 2 с поправками к ней (таблица 3). В выбранные из таблицы значения расстояний необходимо вводить следующие поправки:

- а) в таблице расстояния даны для глубин осушителей после осадки торфа 1,0 м; при изменении глубины осушителей на 0,2 м расстояния между ними изменяются на 10-15%;
- б) поправочный коэффициент на территориальное расположение объекта проектирования (зональный коэффициент) (таблица 3).

Таблица 2 Расстояние между осушителями при осушении лесных земель.

Группа болот	типов	Глубина торфа, м	Подстилающий грунт	Расстояние между осушителями, м
1		2	3	4
Низинный (евтрофный) тип заболачивания				
		0.3-0.6	Глина, суглинок Супесь, мелкозернистый песок Средне - и крупнозернистый песок	130-170 150-210 160-230
		0.6-1.0	Глина, суглинок Супесь, мелкозернистый песок Средне - и крупнозернистый песок	140-180 150-190 160-210
		более 1,0 м	Для всех грунтов	150-190
Переходный (мезотрофный) тип заболачивания				
		0.3-0.6	Глина, суглинок Супесь, мелкозернистый	100-130

		песок Средне - и крупнозернистый песок	120-150  130-160
	0.6-1.0	Глина, суглинок Супесь, мелкозернистый песок Средне - и крупнозернистый песок	120-140 125-160  140-180
	более 1,0 м	Для всех грунтов	130-160
Верховой (олиготрофный) тип заболачивания			
	0.3-0.6	Глина, суглинок Супесь, мелкозернистый песок Средне - и крупнозернистый песок	80-110 100-140  115-160
	0.6-1.0	Глина, суглинок Супесь, мелкозернистый песок Средне - и крупнозернистый песок	90-120 100-130  110-150
	более 1,0 м	Для всех грунтов	90-130

Таблица 3. Поправочные коэффициенты  $K_{oc}$  на расстояния между осушителями при осушении лесных земель

Республика, край, область	$K_{oc}$	Республика, край, область	$K_{oc}$	Республика, край, область	$K_{oc}$
Архангельская	0.68	Калужская	1.02	Магаданская	0.70
Вологодская	0.80	Костромская	0.83	Сахалинская	0.74
Ленинградская	0.92	Московская	1.01	Калининградская	1.09
Мурманская	0.70	Тульская	1.03	Орловская	1.05
Новгородская	0.90	Ярославская	0.89	Рязанская	1.04
Псковская	1.00	Воронежская	1.20	Смоленская	0.99
Кемеровская	0.76	Курская	1.01	Камчатская	0.70
Новосибирская	0.78	Липецкая	1.13		
Омская	0.75	Тамбовская	1.15	Алтайский край	0.83
Томская	0.76	Белгородская	1.20	Красноярский край	0.73
Тюменская	0.74	Курганская	1.00	Приморский край	0.72
Иркутская	0.74	Оренбургская	1.22	Хабаровский край	0.74
Читинская	0.71	Пермская	0.81		
Брянская	1.08	Свердловская	0.89	Бурятская Республика	0.72
Владимирская	0.94	Челябинская	0.91	Тувинская Республика	0.71
Ивановская	0.91	Амурская	0.75	Якутская Республика	0.71

### **Задача 5.** Проектирование осушительной системы на плане.

Прежде чем располагать осушительную сеть на плане, необходимо тщательно изучить рельеф по горизонталям (лощины, водоразделы и пр.) и уяснить правила расположения осушительной сети.

Осушительная система состоит из следующих элементов: 1) водоприемника; 2) проводящей (транспортирующей) сети; 3) регулирующей сети, непосредственно влияющей на водный режим осушаемой площади; 4) оградительной сети, которая перехватывает приток поверхностных и грунтовых вод с вышележащей части водосбора (бассейна); 5) сооружений на осушительной сети; 6) дорог.

В качестве водоприемников служат реки, ручьи, реже озера, овраги, иногда подземные водоносные слои. Водоприёмник может находиться как на осушаемой территории, так и вне её.

Проводящая сеть состоит из магистрального канала и транспортирующих собирателей; последние могут быть нескольких порядков. К регулирующей сети относятся осушители, принимающие грунтовые, а отчасти и поверхностные воды, и тальвеговые каналы, которые служат для отвода в основном поверхностной воды из отдельных небольших ложбин и западин. К оградительной сети относятся нагорные, ловчие и защитные каналы, которые располагаются по границам осушаемого участка и служат для перехвата поверхностного (нагорные каналы) и грунтового стока (ловчие каналы) или для прекращения роста болот в стороны (защитные каналы).

К сооружениям на сети относятся мосты, трубы-переезды, перепады, быстротоки, крепления откосов и др. Осушение площади должно сопровождаться также проектированием лесных дорог

Направление осушительных (регулирующих) каналов зависит в основном от рельефа, а также от расположения дорожной и квартальной сети, глубины торфа и других факторов.

Осушители следует располагать под острым углом к горизонталям поверхности, чтобы каналы более полно перехватывали поток поверхностных и грунтовых вод и в то же время имели естественный продольный уклон поверхности по оси осушителей. Величина острого угла между горизонталями и направлением осушителей зависит от величины уклона поверхности и допустимого продольного уклона дна осушителей. Чем больше уклон поверхности, тем под меньшим углом к горизонталям можно проектировать осушители, сохраняя при этом требуемый продольный уклон дна. Расположение осушителей в зависимости от рельефа приведено на рисунке 1.

Тальвеговые каналы располагают по дну отдельных ложбин, ложин и

западин (котловин).

Нагорные и ловчие каналы проектируют по границам осушаемого участка, обычно под острым углом к горизонталям.

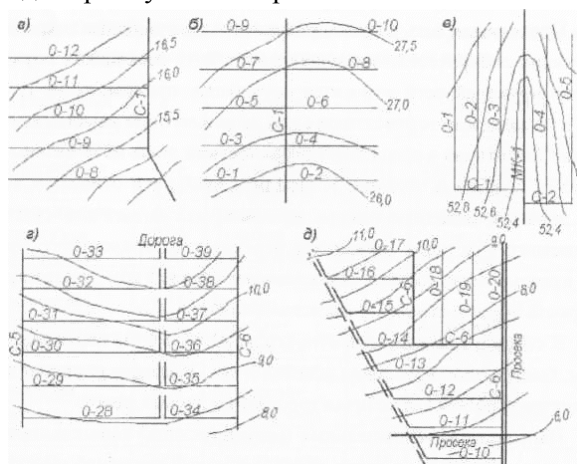


Рис.1 Основные варианты расположения осушительной системы в зависимости от рельефа.

О-осушители,; С-собиратели; МК- магистральный канал.

Проводящие каналы размещаются по самым низким элементам рельефа, магистральный канал - по основной ложине (рис. 1, а), собиратели - по второстепенным (рис. 1, а, б). Если ясно выраженных ложин на участке нет, проводящие каналы проектируют так, чтобы было удобнее располагать осушители и дороги, а также с учетом других приводимых ниже требований.

При размещении осушительной сети на болотах следует учитывать глубину торфа. Желательно, чтобы трассы каналов, и особенно проводящих, проходили по местам с наибольшей глубиной торфа (где после осушения будет наибольшая осадка), и чтобы глубина торфа не уменьшалась к устью каналов.

Размещение осушительной сети должно быть увязано с расположением существующей и проектируемой квартальной и дорожной сети. При этом надо учитывать следующее:

1. с целью более быстрого и лучшего осушения дорог и просек на осушаемом участке целесообразно проектировать каналы вдоль дорог и просек, причем располагать каналы надо с верховой стороны (по уклону поверхности) или с двух сторон дороги (на дорогах с интенсивным движением) (рис. 1);
2. новые дороги целесообразно проектировать вдоль каналов с низовой стороны. В этом случае вынимаемый при рытье канала грунт

используется для полотна дороги;

3. каналы должны меньше пересекать просеки и дороги в целях уменьшения количества труб для переездов, мостов и переходов;
4. осушительные каналы должны меньше препятствовать заездам на межканальные полосы. С этой целью целесообразно, если позволяет рельеф, вдоль дорог и просек проектировать прерывистые каналы (рис. 1, г, д).

Регулирующие каналы могут впадать в проводящий канал под прямым и острым углом. Транспортирующие собиратели впадают в магистральный канал под острым углом (около  $60^{\circ}$ – $80^{\circ}$ ).

В зависимости от рельефа поверхности возможны и повороты каналов в плане. Угол поворота крупных каналов не должен быть менее  $120^{\circ}$ . Для осушителей допускаются повороты и при прямом угле, но с закруглением при впадении в собиратель.

В качестве примера приводится схема размещения осушительной сети в двух кварталах заболоченной лесной площади (рис. 2).

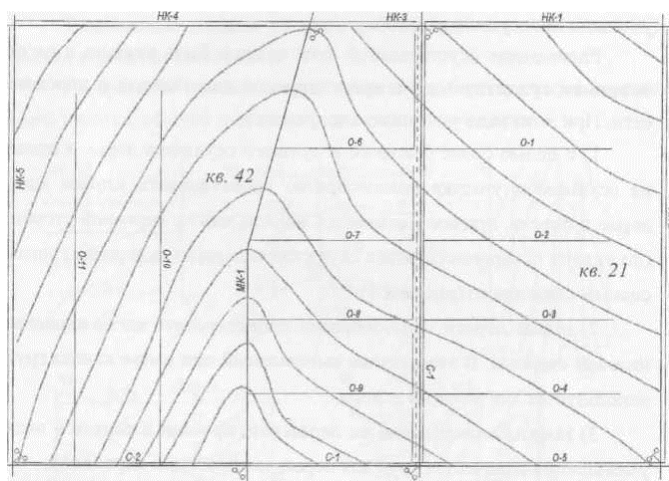


Рис. 2 План осушительной системы.

Размещение осушительной сети обычно начинается с магистрального канала и оградительной сети. В приведенном примере магистральный канал следует проектировать по основной ложине в квартале 42. Проводящая сеть на остальной территории, где нет ясно выраженных ложин, располагается в зависимости от удобства размещения осушителей, а также в зависимости от имеющихся квартальных просек и дорог. Если осушаемый участок небольшой и выраженных ложин не имеется, магистральный канал может отсутствовать.

В нашем примере осушаемый участок с трех сторон (с северной,

западной и восточной) огражден от поступления поверхностного стока с вышележащих частей водосбора пятью нагорными каналами. Один из них НК-2 впадает в осушитель 0-5, НК-1 и НК-5 впадают в собиратели С-1 и С-2, а НК-3 и НК-4 в магистральный канал МК-1.

Осушители на всем участке расположены под наиболее острым углом к горизонталям рельефа (в соответствии с основным правилом расположения регулирующей сети), параллельно квартальным просекам, с равными расстояниями между ними в пределах квартала или части квартала между магистральным каналом и просекой. Уклоны поверхности по оси всех осушителей находятся в допустимых пределах. С учетом осушающего влияния нагорных каналов НК-2 и НК-4, осушители от 0-1 до 0-5, 0-10 и 0-11 начаты, отступя от этих каналов на половину принятого расстояния между осушителями, благодаря чему уменьшается объем земляных работ и стоимость осушения. В квартале 21 и в северной части квартала 42 осушители располагаются в направлении с севера на юг, в южной части квартала 42 в направлении с запада на восток. Осушители от 0-1 до 0-5 и 0-10 и 0-11 впадают в собиратели С-1 и С-2, остальные осушители (0-6 - 0-9) непосредственно в магистральный канал. При таком размещении регулирующей сети собиратель С-1 проектируется вдоль южной просеки квартала 21 в направлении с запада на восток, у восточной просеки он под прямым углом поворачивает направо к магистральному каналу. Короткий собиратель С-2 проектируется вдоль восточной просеки квартала 42 в направлении с юга на север с вводом его в магистральный канал.

Вдоль собирателя С-1 по квартальной просеке между кварталами 21 и 42 проектируется устройство дороги. С противоположной стороны она осушается осушителями 0-6 ÷ 0-10, верховые части которых повернуты вдоль дороги и образуют с южной стороны ее прерывистый канал. Разрывы в канале шириной около 10 м обеспечивают заезд техники внутрь квартала 42. Грунт, вынимаемый при устройстве каналов, используется для устройства полотна дороги. Для проезда по просекам и дорогам предусматривается устройство шести труб - переездов.

Все запроектированные каналы, дороги и сооружения вычерчивают на плане с использованием условных обозначений, приведенных в методических указаниях. Для каждого канала указывается его название и номер, как показано на рис. 2.

Также необходимо отразить на плане из каких элементов проектируется осушительная система, из каких каналов состоит осушительная сеть и как они расположены на плане, привести основные количественные характеристики элементов осушительной системы (число каналов и их протяженность по видам, протяженность дороги, виды и количество сооружений и т.д.).

### Задача 6. Продольные профили каналов, осушителей, водоприемников.

При построении продольных профилей горизонтальный масштаб принимается равным масштабу плана 1:10000 или 1:5000, а вертикальный – 1:100 или 1:50.

Построение продольных профилей надо начинать с осушителей, а затем уже строить продольные профили собирателей и магистрального канала. В контрольной работе можно ограничиться построением продольного профиля одного магистрального канала. Для построения профиля следует выбирать магистральный канал, впадающий в водоприемник.

Перед построением профилей надо установить проектную глубину каналов, знать допустимые и оптимальные продольные уклоны дна каналов и определить отметки поверхности по оси каналов. Порядок установления глубины каналов приведен выше.

Продольные уклоны дна каналов принимают для осушителей  $0,0005 \div 0,01$  (лучшие уклоны  $0,001 \div 0,005$ ), для магистральных каналов и крупных транспортирующих собирателей от 0,005 до 0,0005.

Если уклоны поверхности не позволяют запроектировать дно канала в указанных пределах, следует провести расчет на допустимую скорость. Желательно, чтобы продольные уклоны не уменьшались к устью.

Отметки поверхности по оси канала вычисляют по отметкам горизонталей. Для этого на плане по оси канала (для которого строится профиль) разбивают пикеты через 100 м, начиная всегда от устья канала. Далее по отметкам горизонталей вычисляют отметки поверхности на каждом пикете с точностью до 0,01 м. Отметки пикетов, расположенных между горизонталями, вычисляют интерполяцией. Например, для определения отметки ПК-3 (рис. 3) следует провести через точку пикета линию, перпендикулярную горизонталям.

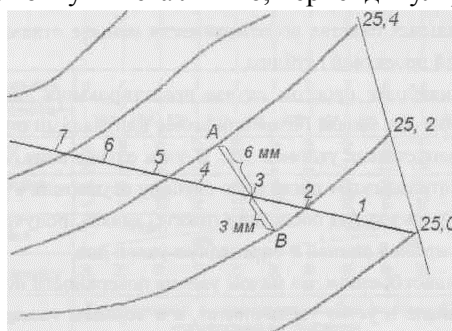


Рис.3 Определение отметок пикетов, расположенных между горизонталями.

Предположим, что длина этой линии равна 9 мм, а от пикета до точек А

**и В** (до горизонталей) расстояния, соответственно, равны 6 и 3 мм. Превышение на 3 мм расстояния  $(0,2 \times 3) : 9 = 0,07$  м, а на 6 мм  $(0,2 \times 6) : 9 = 0,13$  м. Вычитая из отметки 25,4 превышение 0,13 или прибавляя к отметке 25,2 превышение 0,07, получаем отметку поверхности ПК-3, равную 25,27. Таким способом определяют отметки на каждом пикете. Построение продольного профиля осушителя или собирателя начинают с вычерчивания на миллиметровой бумаге семи граф шириной  $0,5 \div 1,0$  см каждая (рис. 4). Названия граф всегда помещают слева.

Примечание [BK1]: Что это?

Вычисленные и записанные 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  $6 \div 12$  см. После того, как отметки всех пикетов нанесены на поле продольного профиля, полученные точки соединяют прямыми линиями. Таким образом, строится профиль поверхности по оси канала.

Затем проектируют дно канала, которое по возможности должно иметь по всей длине одинаковый уклон, т.е. надо стремиться, как можно меньше менять уклон дна. В то же время важно, чтобы глубины на отдельных пикетах по возможности меньше отличались от установленной проектной глубины.

При наиболее простом случае проектирования дна уклон поверхности по оси канала более или менее одинаковый и находится в пределах допустимых уклонов дна. В этом случае вниз от линии поверхности откладывают проектную глубину осушителя в устье (нулевой пикет) и вверх (на последнем пикете) канала, полученные точки соединяют прямой линией и определяют уклон дна.

При однообразном, но малом уклоне поверхности по оси канала глубину канала в устье увеличивают, а в верхнем конце канала несколько уменьшают по сравнению с проектной глубиной, чтобы довести уклон дна до допустимого. Если профиль поверхности по оси канала резко изменяется по длине, то приходится разбивать его на несколько частей, и для каждой выделенной части дно проектировать отдельно, т.е. с разными уклонами. Например, в нашем случае (рис. 4) на профиле магистрального канала выделено две части: от ПК-0 до ПК-4 и от ПК-4 до ПК-10+40.

После проведения линии дна вычисляют отметки и уклоны дна и записывают их 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 через уклон дна. Для этого его умножают на расстояние между пикетами и полученное превышение прибавляют к отметке предыдущего пикета. Например, чтобы определить отметку дна на ПК-2, нужно уклон 0,0017 умножить на 100 и полученное превышение 0,17 м прибавить к отметке ПК-1 ( $0,17 + 9,95 = 10,12$  м). Полученные отметки записывают в



соответствующую графу с точностью до 0,01 м.

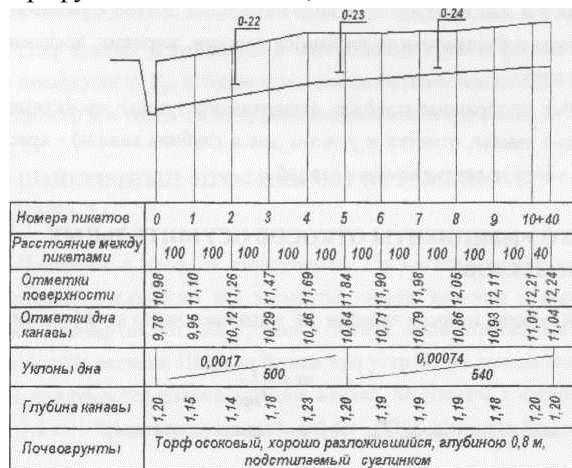


Рис.4 Продольный профиль магистрального канала

По разности отметок поверхности земли и дна находится глубина осушителя на каждом сечении. Если при этом окажется, что на отдельных сечениях глубина канала будет меньше минимальной, то надо изменить положение линии дна с целью углубления осушителя. Если уклон больше допустимого, то следует уменьшить глубину в устье и несколько увеличить вверх. При проектировании собирателя на профиль наносят отметки дна устьев впадающих осушителей с соблюдением масштабов, а при проектировании дна магистрального канала отметки дна устьев впадающих в него собирателей и осушителей. Линию дна проводят ниже показанных отметок дна устьев на указанные выше величины и с соблюдением допустимых уклонов. Далее определяют отметки и уклоны дна, глубины на пикетах, и все эти величины записывают в соответствующие графы профиля.

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

Все продольные профили вычерчивают в цвете: проектные линии (дно канала, отметки и уклоны дна и глубина канала) - красной, вода синей, а все остальное черной.

#### Задача 7. Коэффициенты откосов осушительных каналов.

Крутизну откосов каналов  $m$  выражают через коэффициент откоса:

$$m = \frac{l}{T_{пр}}, \quad (5)$$

где  $l$  - заложение откоса;  $T_{пр}$  - глубина канала (проектная).

Коэффициенты откосов зависят от почвогрунтов, глубины канала и других факторов и принимаются обычно кратными 1/4. При проектировании коэффициенты откосов принимают по таблице 4.

Для лесопарков коэффициенты откосов, приведенные в таблице 4, следует увеличивать на 0,25, а для парков - на 0,5 (с целью засева откосов травами и придания им большей устойчивости).

Таблица 4. Коэффициенты откосов

Почвогрунты	Каналы регулирующие	Каналы проводящие и оградительные	Водоприемники
1	2	3	4
Глина и тяжелый суглинок	0,75-1,00	1,00-1,25	1,25-1,50
Средний суглинок	1,00-1,25	1,25-1,50	1,50-1,75
Легкий суглинок и супесь	1,25-1,50	1,50-1,75	1,75-2,00
Песок крупнозернистый	1,50-1,75	1,75-2,00	2,00-2,25
Песок среднезернистый	1,25-1,50	1,50-2,00	2,00-2,25
Песок мелкозернистый	1,50-2,00	1,75-2,50	2,50-3,00
Торф осоковый	0,50-0,75	0,75-1,25	1,25-1,50
Торф сфагновый	0,50-0,75	0,75-1,25	1,25-1,50
Торф древесный	0,75-1,25	1,00-1,75	1,25-1,75

Если каналы углубляются в минеральные грунты (за исключением песков) на  $1/2 T_{пр}$  и более или в пески больше чем на 0,25 м, коэффициенты для всего песка принимаются по этим грунтам.

**Гидрологический и гидравлический расчеты каналов.** Гидрологический и гидравлический расчеты проводят с целью определения ширины по дну крупных проводящих каналов. Для небольших собирателей, водосборная площадь которых менее 500 га, ширину по дну можно принимать без расчетов

равной  $0,4 \div 0,5$  м.

Непосредственно ширина каналов по дну находится гидравлическим расчетом. В этом расчете ширина канала по дну определяется подбором и принимается такой, чтобы в расчетный период канал отводил всю поступающую в него воду и уровень воды в нем не превышал расчетного горизонта. Следовательно, расход воды с водосборной площади  $Q_v$  в этот период должен быть равен расходу воды по каналу (пропускной способности канала)  $Q_k$ . На осушенной площади в расчетный период корнеобитаемый слой почв не должен подтопляться. Поскольку  $Q_v = q_p \cdot F$ , а

$Q_k = \omega \cdot v$  должна проектироваться такая ширина канала по дну, чтобы в расчетный период наблюдалось равенство:

$$q_p \cdot F = \omega \cdot v \quad (6)$$

где  $q_p$  - расчетный модуль стока, м<sup>3</sup>/(с га);  $F$  - площадь водосбора, га;  $\omega$  - живое сечение канала, м,  $v$  - скорость течения воды в канале, м/с.

#### Задача 8. Гидрологический расчет канала.

При гидрологическом расчете нужно решить три вопроса:

1. на **какие** воды производить расчет (так как в течение года и в отдельные годы меняется количество притекающей в канал воды), т.е. определить расчетный период, на какие воды проводить расчет и расчетную обеспеченность;
2. как определить расчетные модули стока;
3. каким принять положение расчетного горизонта воды в канале.

В работе нужно привести обоснованные ответы на все вопросы гидрологического расчета.

Для создания на осушенных землях оптимального для древесных растений водно-воздушного режима важнейшими требованиями являются освобождение от гравитационной влаги корнеобитаемой зоны почв к началу роста корней древостоя и предотвращение далее кратковременного затопления этой зоны на протяжении всего периода вегетации. Чтобы выполнить такие требования, расчетный модуль стока должен быть больше самого высокого значения его, возможного в данный период. Поскольку подтопление корневых систем во вне вегетационный период, в том числе и в период весеннего половодья, не наносит существенного вреда древесным растениям и является на осушенных лесных землях допустимым, расчетные модули стока целесообразно

принимать меньше максимального. Этим двум условиям отвечает послепаводковый модуль стока, в связи с чем при осушении лесных земель расчеты следует проводить на послепаводковые воды, а в качестве расчетного периода принимать весну.

Расчетные модули стока при осушении лесных земель принимаются с обеспеченностью 25%, при осушении лесопарков - 10%. При такой обеспеченности модули стока, равные расчетному или превышающие его, будут наблюдаться в среднем соответственно 1 раз в 4 года и 1 раз в 10 лет. В этих случаях каналы могут не справиться с пропуском поступающей в них воды и на осушенных площадях может быть подтопление корнеобитаемого слоя почв.

Для упрощения в данной работе за расчетный период можно принять лето и расчет произвести на средневысокие летние воды, модули стока и расходы которых легко рассчитать.

Расчетный модуль стока средневысоких летних вод  $q_p$ , л/(с/га), (средний по наблюдениям за многолетний период модуль стока самых высоких летних паводков), определяется по формуле А.А.Дубаха:

$$q_p = \frac{3}{\sqrt[3]{F}} \cdot \sqrt[4]{\frac{i}{0.0003} \cdot \frac{K}{1.55}} \quad (7)$$

где  $F$  - площадь водосбора, га;  $K$  - коэффициент прихода - расхода влаги (этот коэффициент для таежной зоны варьирует от 1,20 до 2,0, в среднем около 1,60);  $i$  - средний уклон для рассчитываемого канала.

Положение расчетного горизонта воды принимается ниже бровки канала после осадки торфа при осушении лесных земель на 0,2÷0,3 м, при осушении лесопарков - на 0,3÷0,4 м.

#### Задача 9. Гидравлический расчет канала.

Подбор ширины по дну  $b$  начинают обычно с минимального значения 0,4 м. При этой ширине определяют скорость течения и расход воды, для чего находят следующие величины и в такой последовательности:

- площадь живого сечения  $\omega$ , м<sup>2</sup>, (часть поперечного сечения канала, занятого водой) - вычисляется как площадь трапеции:

$$\omega = (b + t \cdot h_p) \cdot h_p, \quad (8)$$

где  $t$  - коэффициент откоса;  $h_p$  - расчетная глубина воды в канале, м;

- смоченный периметр  $\chi$ , м (подводная часть периметра поперечного сечения канала)

$$x = b + 2h_p \sqrt{1 + m^2}, \quad (9)$$

- гидравлический радиус  $R$ , м

$$R = \frac{\omega}{x}, \quad (10)$$

- скоростной коэффициент  $C$  по формуле Н. Н. Павловского

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^y, \quad (11)$$

где  $n$  - коэффициент шероховатости русла, равный 0,03;  $y$  - переменный показатель степени

$$y = 1.5\sqrt{n} \text{ при } R < 1 \text{ м}; y = 1.3\sqrt{n} \text{ при } R > 1 \text{ м}$$

Скоростной коэффициент  $C$  можно определить и по формуле И. И. Агроскина:

$$C = 17.72 \cdot (K + \lg R), \quad (12)$$

где  $K$ -параметр гладкости:

$$K = \frac{0.05643}{n} \quad (13)$$

для предварительных расчетов  $C$  можно определять по таблице (приложение 1), при  $n = 0,017 \div 0,035$ . При окончательном расчете  $C$  следует вычислять по одной из указанных выше формул:

- скорость течения воды  $v$ , м/с, по формуле равномерного движения воды в открытых водотоках (формула Шези):

$$v = C\sqrt{R \cdot i}, \quad (14)$$

где  $R$  - гидравлический радиус, м;  $i$  - уклон дна канала в рассчитываемом сечении;

- расход воды по каналу  $Q_k$ , м<sup>3</sup>/с, по формуле

$$Q_k = \omega \cdot v \quad (15)$$

Если полученный расход  $Q_k$  равен расходу с водосборной площади  $Q_b = q \cdot F$  или отличается от него не более как на 5% (при  $b = 0,4$  м допускаются любые превышения), то ширина по дну  $b$  принята правильно. В противном случае изменяют значение  $b$  и снова проводят расчет по вышеуказанным формулам до тех пор, пока не будет соблюдено равенство:

$$q_p \cdot F = \omega \cdot C\sqrt{R \cdot i}, \quad (16)$$

В производственных проектах гидравлический расчет проводят для всех проводящих каналов, за исключением небольших собирателей с водосборной площадью менее 500 га. Причем для одного и того же канала расчет производят в тех сечениях, где сильно изменяется величина водосборной площади и резко изменяется уклон дна. В работе достаточно сделать один расчет для устья магистрального канала или собирателя. Величина водосборной площади канала дается в задании или определяется по карте.

Для примера приведем гидравлический расчет для устьевого сечения магистрального канала.

Допустим, что водосборная площадь  $F=1950$  га. Глубина магистрального канала после осадки торфа равна 1,1 м. Коэффициент откоса 1,0. Коэффициент шероховатости русла  $n = 0,030$ . Средний уклон магистрального канала примем равным 0,0012. Уклон дна канала в расчетном сечении 0,0015. Значение коэффициента  $K$  для Вологодской области равно 1,51. Средневысокий летний модуль стока (по формуле 7) равен:

$$q_p = \frac{3}{\sqrt[3]{1950}} \cdot \sqrt[4]{\frac{0.0012}{0.0003} \cdot \frac{1.51}{1.55}} = 0,332 \frac{\text{л}}{\text{с га}}$$

Приток воды с водосборной площади к каналу:

$$Q_B = 0,332 \cdot 1950 = 647 \text{ л/с.}$$

Следовательно, надо подобрать такую ширину канала по дну  $b$ , чтобы расход воды по каналу был в пределах 615÷679 л/с.

Примем  $b$  равным 0,4 м и по формулам 8-9 произведем расчет:

$$h_p = T_0 - h = 1,1 - 0,3 = 0,8 \text{ м, } \omega = (0,4 + 1,0 \cdot 0,8) \cdot 0,8 = 0,96 \text{ м}^2$$

$$x = 0,4 + 2 \cdot 0,8 \sqrt{1 + 1^2} = 2,66 \text{ м}$$

$$R = \frac{0,96}{2,66} = 0,36 \text{ м}$$

При  $R = 0,36$  м примем  $C = 25,3$ , тогда по формуле Шези при уклоне канала, равном 0,0015, находим:

$$v = 25,3 \sqrt{0,36 \cdot 0,0015} = 0,588 \text{ м/с}$$

$$Q_k = \omega \cdot v = 0,96 \cdot 0,588 = 0,564 \text{ м}^3/\text{с} = 564 \text{ л/с}$$

Таким образом, в результате расчета мы получим, что расход воды по каналу  $Q_k$  меньше притока воды к каналу с водосборной площади  $Q_B$ .

$$Q_B = 647 \text{ л/с, } Q_k = 564 \text{ л/с.}$$

Следовательно, принятая ширина канала по дну оказалась недостаточной.

Примем  $b = 0,6$  м и вновь проведем расчеты:

$$h_p = 1,1 - 0,3 = 0,8 \text{ м,}$$

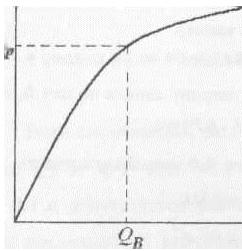
$$\omega = (0,6 + 1,0 \cdot 0,8) \cdot 0,8 = 1,12 \text{ м}^2$$

$$x = 0,6 + 2 \cdot 0,8 \sqrt{1 + 1^2} = 2,86 \text{ м}$$

$$R = \frac{1,12}{2,86} = 0,39 \text{ м}$$

Коэффициент  $C$  для большей точности вычислим по формуле Н. Н. Павловского:

$$y = 1,5 \sqrt{0,03} = 0,26$$



$$C = \frac{1}{n} \cdot R^y = \frac{1}{0,03} \cdot 0,39^{0,26} = 26,0$$

$$v = 26,0 \sqrt{0,39 \cdot 0,0015} = 0,63 \text{ м/с}$$

$$Q_k = \omega \cdot v = 1,12 \cdot 0,63 = 0,706 \text{ м}^3/\text{с} = 706 \text{ л/с}$$

Рис.6 зависимость  $Q=f(b)$

В результате второго расчета мы получили расход воды по каналу несколько больше притока воды к нему, что является недопустимым. Определив два значения пропускной способности, одно меньше, чем сток по гидрологическому расчету, другое больше, находим расчетное значение ширины канала -  $b_p$  путем построения графика зависимости  $Q = f(b)$  при постоянном значении  $h_p$  магистрального канала (рис. 6).

В координатной системе  $Q = f(b_p)$  находим точки  $Q_{min}$  и  $Q_{max}$ , отвечающие значениям  $b_{min}$  и  $b_{max}$ . Кривая  $Q = f(b_p)$  проходит через начало координат, т.к. при

$b_p = 0$   $Q = 0$  (рис. 6). На полученной кривой находим значение  $Q$ , отвечающее гидрологическому расходу, полученному в результате гидрологического расчета. Проведя горизонтальную линию через найденную на кривой точку, определим значение  $b_p$  на ординате графика.

#### Задача 10. Устойчивость откосов и дна канала

После построения продольного профиля становится очевидным, на каких участках канала дно имеет максимальный и минимальный уклоны. Установив  $i_{max}$  и  $i_{min}$ , необходимо выполнить расчет на устойчивость откосов и дна канала. Устойчивость канала к размыву определяется по формуле (14), в которую следует поставить параметры, отвечающие максимальному значению пропускной способности  $Q$ , найденному графическим путем, и максимальный

уклон  $i_{max}$

Если полученное значение скорости окажется больше табличного, принятого для соответствующего типа грунта, следует отметить необходимость крепления откосов и дна канала на данном участке или изменение уклона. Размывающие скорости для грунтов приведены в таблице 5.

Таблица 5. Размывающие скорости для грунтов

№ п/п	Грунт	Размер фракций, мм или степень разложения торфа, %	Скорость м/с
1	Песок:		
	крупный	1.0-2.5 (90% от веса)	0.60-0.75
	средний	0.25-1.0 (90% от веса)	0.45-0.60
	мелкий	0.05-0.25 (90% от веса)	0.35-0.45
2	Суглинок:		
	тяжелый	0.01 (35% от веса)	0.70-1.30
	средний	0.01(22% от веса)	0.60-1.00
	легкий	0.01(17% от веса)	0.50-0.70
3	Торф:		
	смагновый	55	0.65-0.75
	гипново-осоковый	55	0.85-0.90
	древесный	70	0.40-0.45

Примечание. Минимальные скорости принимаются равными 0.2-0.4 м/с

Проверка на заиливание канала производится для минимальных значений уклонов, согласно продольному профилю, для наполнения канала  $h_{min} = 0,15$  м. Полученная расчетом минимальная скорость  $v_{min}$  должна быть больше 0,2 м/с. В противном случае делается заключение об изменении уклона канала в большую сторону либо предусматривается регулярная очистка канала от наносов на данном участке. Такое заключение выносится только после проверки канала на следующий год, в период весеннего паводка. Если наблюдается самовосстановление отметок дна канала на участках заиливания, принудительной очистки дна не требуется.

### Определения

(краткий терминологический словарь)

Акведук	Мост, поддерживающий лоток (трубопровод), который является частью водовода, предназначен для переброски воды через реку, овраг.
---------	---



Активный слой почвы	Слой почвы, где расположена основная масса (до 90%) корневой системы растений, в осушаемой зоне мощность активного слоя почвы - от 6 до 1,2 м.
Аэрация почвы (АП)	Наличие свободной порозности, определяемая как разность между пористостью и её влажностью. Оптимальным уровнем АП является 20÷40% корнеобитаемого слоя почвы, которые должны быть свободны от влаги, и заполнены воздухом.
Бассейн водосборный	Прилегающая к реке, речной системе или озеру территория, с которой происходит сток воды.
Верховое болото	Болото, образующееся на водораздельных территориях в условиях переувлажнения атмосферными осадками, с произрастанием на них не требовательным к минеральному питанию олиготрофных растений.
Влагоемкость почвы	Способность почвы поглощать и удерживать определенное количество воды.
Влажность почвы	Содержание в почве влаги, которое выражается в % от массы абсолютно сухой почвы.
Водопроницаемость	Количество воды, фильтруемое почвой в определенный интервал времени.
Водное законодательств о российской федерации	Водный кодекс РФ и принимаемые в соответствии с ним федеральные законы и иные нормативные правовые акты РФ или ее субъектов.
Водоём противопожарный	ГТС на мелиоративной системе для аккумуляции воды с целью тушения пожаров на торфяниках.
Временный осушитель	Канал, устраиваемый для предварительного осушения болот с глубокой залежью торфа, для повышения их несущей способности, для удаления воды из микропонижений
Вынос проекта в натуру	Геодезические работы, предшествующие строительству мелиоративных систем и включающие обследование территорий, закрепление в натуре пунктов опорной геодезической сети и производство разбивочных работ в процессе строительства.
Гидротермическ	Совокупность явлений поступления, расхода и

ий режим почв	переноса влаги и тепла в почве.
Гидротехническое изыскания	Комплекс полевых, камеральных и лабораторных работ для определения условий строительства , работы и эксплуатации ГТС.
Государственный земельный кадастр	Единая государственная многоуровневая информационная база систематизированных данных на бумажных и цифровых носителях, получаемых в процессе кадастрового учета, содержащие сведения о земельных участках и неразрывно связанных с ними иных объектов недвижимости, включающих данные о местоположении, целевом назначении, разрешенном использовании, стоимости и правовом положении.
Государственная регистрация прав	Юридический акт признания и подтверждения государством возникновения, ограничения, перехода или прекращения прав на недвижимое имущество в соответствии с Гражданским кодексом РФ.
Государственный водный кадастр	Систематизированный, постоянно пополняемый и при необходимости уточняемый свод официальных сведений о водных объектах, их режиме и качестве вод; о водных ресурсах и их использовании; о водохозяйственных объектах и водопользователях.
Государственный учет вод	Систематическое определение и фиксация в установленном порядке количества и качества водных ресурсов, имеющихся на данной территории.
Грунтовые воды	Подземные воды первого от поверхности земли постоянного водоносного горизонта.
Дефицит водный в растениях	Недостаток насыщения клеток растений водой, возникающий вследствие преобладание расхода влаги над её поступлением
Дамба	ГТС в виде насыпи, по устройству аналогичное земляной плотине.
Дамба обвалования	Вид дамбы для защиты от затопления сельскохозяйственных угодий, территорий народно-хозяйственных объектов, улучшения санитарных условий водоёмов, для ограничения зоны растекания гидросмеси.

Дождевание	Способ полива при помощи установок (устройств), которые разбрызгивают воду в виде дождя с интенсивностью, близкой к интенсивности впитывания почвой над поверхностью культур.
Дренаж	Сбор и отвод избыточных почвенно-грунтовых вод за пределы осушаемой территории с помощью водотоков.
Дюкер	Напорный водовод, который устраивают на каналах при встрече препятствий, проходящих на отметках, близких к отметкам трассы канала.
Закрытая сеть	Система подземных трубопроводов или полостей в грунте на мелиорируемых землях.
Зольность торфа	Отношение массы минеральной части торфа, оставшейся после прокаливания при температуре $600\div 800\text{ }^{\circ}\text{C}$ , к сухой массе торфа.
Канал	Искусственное русло правильной формы с уклоном дна в сторону отвода воды и с безнапорным течением, устраиваемое в грунте.
Контурные каналы	Каналы, устраиваемые по окрайкам болот как профилактическое средство против разрастания болот в стороны и для защиты леса от болот.
Коэффициент заболоченности	Относительная заболоченность, отношение площади болот к общей площади водосбора в %.
Коэффициент заложения откосов	Величина, характеризующаяся отношением заложения откоса $b$ к его высоте $h$ , или $m=b:h$ .
Ловчие дрены, или головные дрены	Элементы ограждающих сети осушительных систем, устраиваемые для перехвата грунтовых и поверхностных вод, поступающих на осушаемую территорию с прилегающего водосбора.
Ловчий канал	Оградительный канал, предназначенный для защиты территории от притока грунтовых вод с вышележащей водосборной площади.
Магистральный канал	Главный канал оросительной или осушительной системы, к которому причленяются каналы меньшего

	порядка.
Мелиорация	Совокупность организационно-хозяйственных и гидротехнических мероприятий по коренному улучшению земель. Это изменение природных условий путей регулирования водного и воздушного режимов почвы в благоприятном для растений направлении.
Мох	Стелющееся или прямо стоящее споровое растение без корней и цветков, произрастающее обычно на болоте, в сырых местах на земле, деревьях и камнях и образующее сплошной стелющийся покров.
Наименьшая влагоёмкость (НВ)	Количество влаги, прочно удерживающееся в почве после полного свободного стекания гравитационной воды.
Нагорно-ловчий канал	Элемент оградительной и осушительной сети, предназначенный для защиты осушаемой территории от притока поверхностных и грунтовых вод с прилегающего водосбора.
Нагорный канал	Канал оградительной сети, предназначенный для защиты осушаемой территории от притока поверхностных и грунтовых вод с вышележащей водосборной площади.
Низинные болота	Болота с наличием в растительном покрове и торфе эвтрофных болотных растений и отсутствием сфагноума или присутствием только его видов, относящихся к эвтрофной группе.
Норма осушения	Характеристика режима уровня грунтовых вод, которые следует поддерживать на осушаемой площади в различные периоды вегетации сельскохозяйственных и лесных культур.
Обвалование	Обнесение (ограждение) территории земляным валом (дамбой)
Область выклинивания подземных вод	Область полной или частичной разгрузки подземных вод.

Оградительная сеть	Комплекс сооружений и устройств, предназначенных для защиты осушаемой территории от притока поверхностных и грунтовых вод и сброса их в проводящую сеть.
Оградительный канал	Канал, проведенный по границе осушаемого массива.
Одерновка	Способ крепления откосов каналов, дамб, плотин и других земляных сооружений при помощи дерна.
Оползание откоса	Смещение грунта вниз по откосу под воздействием массовых или внешних сил.
Оптимальная влажность почвы	Влажность корнеобитаемого слоя почвы, при которой обеспечивается максимальная продуктивность возделываемых культур при оптимуме других условий среды произрастания растений.
Осадка торфа	Уменьшение мощности торфяной залежи после строительства осушительной системы на болоте и в процессе сельскохозяйственного использования торфяной почвы.
Осушаемая территория	Земельный массив, входящий в состав осушительной системы, на котором устраняется избыточная увлажненность почвы, поддерживается в нем оптимальный водно-воздушный режим, создаются условия для получения высоких урожаев и высокопроизводительного использования техники.
Осушаемые земли	Земли с осушительной сетью для ликвидации избыточной увлажненности корнеобитаемого слоя почвы, поддержания в нем оптимального водно-воздушного режима и создания условия для получения высоких урожаев культур и высокопроизводительного использования техники.
Осушение	Удаление избытка воды с поверхности земли, из почвы и грунта.
Осушительная мелиорация	Коренное улучшение переувлажненных земель с помощью осушения т.е. удаления избытка воды с поверхности земли, из почвы и грунта с целью обеспечения благоприятных условий для

	выращивания различных культур и освоения территорий.
Осушительная сеть	Каналы и дрены осушительной системы, собирающие и отводящие воду с избыточно увлажненных или заболоченных земель в водоприемник.
Осушительная система	Избыточно увлажненная территория вместе с сетью каналов и дрен, с гидротехническими и эксплуатационными сооружениями, обеспечивающими ее осушение.
Осушительно-оросительная система	Мелиоративная система двухстороннего регулирования водного режима почв, обеспечивающая осушение корнеобитаемого слоя во влажные периоды и увлажнение его путем орошения в засушливые периоды.
Осушительные каналы	Каналы, применяемые при осушении земель, в зависимости от назначения, входят в состав проводящей, оградительной и регулирующей сети осушительных систем.
Ответственность за нарушение водного законодательства	Вид правовой ответственности, которая наступает за совершение правонарушений в области водных отношений.
Относительная влажность почвы	Влажность почвы относительно НВ, зависящая от требования культур. При снижении влажности почвы до 60÷70% Нв нарушается сплошное капиллярное передвижение воды, называемое влажностью разрыва капиллярной связи, близкой к влажности замедления роста растений (ВЗР) и соответствует нижнему пределу оптимальной влажности роста и развития растений. ВЗР указывает на необходимость проведения полива.
Охрана вод	Система водохозяйственных мероприятий, обеспечивающая возможности удовлетворения текущих и перспективных потребностей общества в воде, осуществляемая путем управления водными ресурсами и допускающая только такие качественные и качественные их изменения, которые направлены

	на улучшение социально-экономических условий жизни общества.
Очередность строительства	Технологически и организационно увязанная последовательность выполнения отдельных видов работ на объектах строительства.
Очистка каналов	Одно из мероприятий по уходу и текущему ремонту, обеспечивающих восстановление проектных функций.
Перераспределение стока	Искусственное изменение режима естественного стока с целью создания благоприятных условий для водопользования.
Переходные болота	Болота, в составе растительности которых или в торфе олиготрофные и мезотрофные виды сфагнома, травянистые растения, растущие на низинных болотах, а из древесины-болота и сосны.
Плодородие почвы	Способность почвы обеспечивать потребности растений в факторах и условиях жизни: в питательных веществах, воздухе, тепле, воде, благоприятной среде для развития корневой системы.
Плотность почвы, $d_v$	Все единицы объема рассматриваемого тела, $г/см^3$ , $т/м^3$
Полная влагоемкость (ПВ)	Наибольшее количество влаги, которое может содержаться в почве при условии полного заполнения всех пустот и пор.
Почва	Природное образование, состоящее из генетически связанных горизонтов, формирующихся в результате преобразования поверхностных слоев литосферы под воздействием воды, воздуха и животных организмов, а также деятельности человека.
Пусковой комплекс	Отдельные объекты, на которые разбивается строительство водопроводящих систем в целях повышения эффективности капитальных вложений, сокращения доли незавершенного строительства, ускорения окупаемости вкладываемых в строительство средств.
Расход воды	Объем воды, протекающей 1 секунду через поперечное живое сечение водотока.

Режим осушения	Совокупность показателей водного режима почв, определяющих оптимальные условия выращивания культур и получения высоких и устойчивых урожаев на осушенных землях.
Слани	Переносной настил под экскаватором, применяемый на болотах, когда несущая способность торфа ниже максимального удельного давления экскаватора во время его работы.
Сметная документация	Комплекс сметных расчетов и смет для определения затрат на строительство объектов.
Способ осушения	Способ сбора и отвода избыточных поверхностных и (или) подземных вод осушаемых земель, сочетания технических средств и агротехнических приемов для осушения земель.
Сработка торфа	Уменьшение мощности торфяной залежи и почвы при выращивании культур на осушаемом болоте под влиянием биохимических процессов.
Тальвег	Линия наиболее низких отметок долины, русла реки, минерального дна болота и других звеньев гидрографической сети (балки, лощины, ложбины).
Тальвеговый канал	Одиночный канал глубиной 1.2÷1.5 м, устраиваемый для осушения узких заболоченных понижений.
Торф	Обводненная горная порода растительного происхождения, предшественник генетического ряда углей.
Торфование почвы	Внесение торфа на песчаные и супесчаные почвы для улучшения их водно-физических свойств.
Торфяная залежь	Вертикальное напластование отдельных видов торфов от поверхности до минерального дна торфяного месторождения или подстилающих озерных отложений, формирующиеся в процессе развития болота.
Торфяник	Природное образование, состоящее из живого верхнего слоя современных влаголюбивых растений-торфообразователей и ниже залегающей толщи



	торфяной залежи, сложенной торфом, образовавшимся в процессе естественного отмирания и неполного распада болотных растений в условиях избыточного увлажнения и недостаточной аэрации.
Усадка торфа	Уменьшение объема торфа при его высыхания под воздействием капиллярных сил, перераспределения растворимых химических веществ, разрушения структурных агрегатов, что обуславливает изменение структурных связей торфа.
Фильтрация	Движение флюида любой природы в пористой или трещиноватой среде.

Условные обозначения

	Акведук на канале
	Акведук через канал
	Быстроток
	Водовыпуск в закрытую сеть * (Т или О)
	Водовыпуск в сбросной канал * (Т или О)
	Водозабор бесплотинный
	Впуск в коллектор
	Временный осушитель (ВО-1)
	Границы полей севооборота
	Дюкер на канале
	Дюкер под каналом
	Дорожная сеть
	Канавы нагорная водоотводящая
	Концевой сброс
	Ливнеспуск
	Лесные полевые защитные полосы
	Магистральный канал (МК)
	Мост * (А, или Ж, или П)

	Населенный пункт
	Насосная станция * (НС <sub>в</sub> , НС <sub>п</sub> , НС <sub>пл</sub> , НС <sub>с</sub> )
	Номер поля и севооборота/площадь нетто, га
	Осушитель (О-1)
	Осушительный канал * (ОК-1)
	Отстойник на канале
	Перегораживающее сооружение * (Т или О)
	Перепад * (С или К)
	Пост гидрометрический
	Рыбозащитное устройство
	Трубчатый переезд (труба на канале)
	Труба под каналом
	Устье коллектора

Примечание. (\*)

Для обозначения различных видов водовыпусков и перегородивших сооружений при условном графическом обозначении

ставят индекс: трубчатый - Т, открытый - О.

Для обозначения перепадов разных видов при условном графическом обозначении ставят индекс: ступенчатый - С, консольный -К.

Для обозначения разных видов мостов ставят индекс: автомобильный - А, пешеходный - П, железнодорожный - Ж.

Виды колодцев обозначают индексами: распределительный - Р, смотровой - С, фильтрующий – Ф.

Типы насосных станций обозначают индексами: стационарная - С, передвижная - П, плавучая - ПЛ, для водоснабжения - В.

Тип канала: осушительный канал - ОК-, нагорный канал –НК-1; ловчий канал-ЛК-1; тальвеговый канал-ТГ-1; защитный канал-ЗК-1.

#### Рекомендуемая литература.

1. Бабилов Б.В., Гидротехнические мелиорации лесных земель, изд. Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, СПб.: Лань, 2011, -40с.
2. Базавлук В. А. Инженерное обустройство территорий. Мелиорация: учебное пособие/ В. А. Базавлук ; Том. политехнический университет. - Москва : Юрайт, 2016. - 139 с.
3. Голованов А.И., Мелиорация земель. [Электронный ресурс]: учебник/ А.И. Голованов, И.П. Айдаров, М.С. Григоров. Электрон.дан. – СПб.: Лань, 2015, - 816 с.
4. Дубенок Н. Н. Гидротехнические сельскохозяйственные мелиорации [текст] : учебное пособие : / Н. Н. Дубенок, К. Б. Шумакова ; Рос. гос. аграр. ун-т, - МСХА им. К.А. Тимирязева, - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Проспект, 2016. - 336 с.
5. Теодоронский В. С., Гидротехнические мелиорации [текст] : учебник для академического бакалавриата/ Теодоронский, А. А. Золотаревский, Е. Д. Сабо ; - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2017. - 336 с.
6. Тимерьянов, А.Ш. Лесная мелиорация [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2014. — 160 с.
7. Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов - Издание 2-е, переработанное и дополненное. - Красноярск: СибГТУ, 2006. - 56 с.
8. Маслов Б.С. Справочник. Осушение. Под ред. Б.С.Маслова М.: Агропромиздат, 1985.
9. Агроскин И.И. Гидравлический расчет каналов. М-И.: Госэнаргоиздат, 1958.
10. СНиП 2.06.03-85. Мелиоративные система и сооружения. М.: Госкомстрой СССР, 1986.
11. Руководство по осушению лесных земель: Проектирование. Союзгипролесхоз М., 1986, Ч.2., -100 с.

# Приложение 1

Значения коэффициента  $C$  по формуле Н.Н. Павловского

Гидравлический радиус, $R$	Коэффициент шероховатости, $n$					
	0,017	0,020	0,0225	0,025	0,0275	0,030
0,20	43,6	35,7	30,8	26,9	23,8	21,3
0,22	44,4	36,4	31,5	27,6	24,2	21,9
0,24	45,2	37,1	32,2	28,3	25,0	22,5
0,26	45,9	37,8	32,8	28,8	25,6	23,0
0,28	46,5	38,4	33,4	29,4	26,2	23,5
0,30	47,2	39,0	33,9	29,9	26,6	24,0
0,32	47,8	39,5	34,4	30,3	27,04	24,4
0,34	48,3	40,0	34,9	30,8	27,48	24,9
0,36	48,8	40,5	35,4	31,3	27,92	25,3
0,38	49,3	41,0	35,9	31,7	28,36	25,6
0,40	49,8	41,5	36,3	32,2	28,80	26,0
0,42	50,2	41,9	36,7	32,6	29,16	26,4
0,44	50,7	42,3	37,1	32,9	29,52	26,7
0,46	51,1	42,7	37,5	33,3	29,88	27,1
0,48	51,5	43,1	37,8	33,6	30,24	27,4
0,50	51,9	43,5	38,2	34,0	30,6	27,8
0,55	52,8	44,4	39,0	34,65	31,8	28,5
0,60	53,7	45,2	39,8	35,5	32,0	29,2
0,65	54,45	45,9	40,5	36,2	32,7	29,8
0,70	55,2	46,6	41,2	36,9	33,3	30,4
0,75	55,85	47,15	41,8	37,4	33,9	30,85
0,80	56,5	47,9	42,4	38,0	34,5	31,5
0,85	57,0	48,35	42,8	38,45	34,95	31,9
0,90	57,5	48,8	43,2	38,90	35,40	32,3

**Задание**

по выполнению контрольной работы по системам осушения территорий

**Исходные данные**

1. План участка.
2. Географический район.
3. Тип болота.
4. Площадь болота.
5. Питание болота.
6. Средняя глубина торфа.
7. Площадь водосбора.
8. Подстилаемый грунт.
9. Краткая характеристика водоприемника.
10. Задача 1-10

Тулиглович Сергей Михайлович

**Системы осушения территорий**

Методические указания по выполнению студентами контрольной работы

Печатается в авторской редакции

---

Отпечатано на агрономическом факультете

Новосибирского государственного аграрного университета, 2017

630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 333. Тел. /факс (383)267-36-10. E-mail: agro\_dek@ngs.ru