



А. В. Григорьева

УЧЕНИЕ О ГИДРОСФЕРЕ (ГИДРОЛОГИЯ)

Екатеринбург
УГЛТУ
2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

Кафедра экологии и природопользования

А. В. Григорьева

УЧЕНИЕ О ГИДРОСФЕРЕ (ГИДРОЛОГИЯ)

Рабочая тетрадь для проведения практических занятий
для обучающихся по направлениям «Экология и природопользование»,
«Природообустройство и водопользование».
Очная и заочная формы обучения

Екатеринбург
УГЛТУ
2025

Печатается по рекомендации методической комиссии
Института леса и природопользования УГЛТУ.
Протокол № 1 от 7 октября 2024 г.

Рецензент – доцент кафедры лесоводства, канд. с.-х. наук *В. Н. Луганский*

Предназначена для всех обучающихся, осваивающих образовательные программы всех направлений и специальностей высшего образования, реализуемых в УГЛТУ.

Редактор Н. Ф. Тофан

Оператор компьютерной верстки О. А. Казанцева

Подписано в печать 11.04.2025

Плоская печать

Формат 60×84 /8

Поз. 3

Заказ №

Печ. л. 6,51

Тираж 10 экз.

Редакционно-издательский сектор РИО УГЛТУ
Сектор оперативной полиграфии РИО УГЛТУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

Кафедра экологии и природопользования

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

для выполнения практических работ

вариант № _____

Выполнил(а): _____
(Фамилия И. О.)

Направление: _____

Курс: _____

Группа: _____
(аббревиатура группы)

Проверил(а): _____

Екатеринбург

202_

**ДВИЖЕНИЕ ВОДЫ В ПОЧВОГРУНТАХ. ЗАКОН ДАРСИ.
КОЭФФИЦИЕНТЫ ФИЛЬТРАЦИИ И СПОСОБЫ
ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ
И РАСХОДА ВОДЫ ГРУНТОВОГО ПОТОКА**

Задание 1. Дайте определения основным терминам и понятиям.

Подземные воды _____

Влажность грунта _____

Объемная влажность грунта _____

Влагоемкость грунта _____

Водоотдача грунта _____

Удельная водоотдача грунта _____

Водопроницаемость грунта _____

Капиллярность грунта _____

Коэффициент фильтрации _____

Задание 2. Сформулируйте и запишите закон Дарси.

Задание 3. Определите коэффициент фильтрации методом восстановления воды в скважине после откачки.

Если уровень почвенно-грунтовых вод залегает близко к поверхности земли, коэффициент фильтрации можно определить методом восстановления воды в скважине после откачки.

При этом методе для каждой почвенной разности тарелочным буром диаметром 10–20 см устраивают скважину глубиной, равной глубине осушительных каналов или дрен. После того, как скважина сделана, следует выждать, пока уровень воды в скважине займет первоначальное положение, т. е. до тех пор, пока подъем воды в скважине прекратится. После этого измеряются следующие величины: глубина стояния грунтовой воды от поверхности (начальный уровень h); глубина скважины T ; глубина воды в скважине H ; диаметр скважины d (рис. 1).

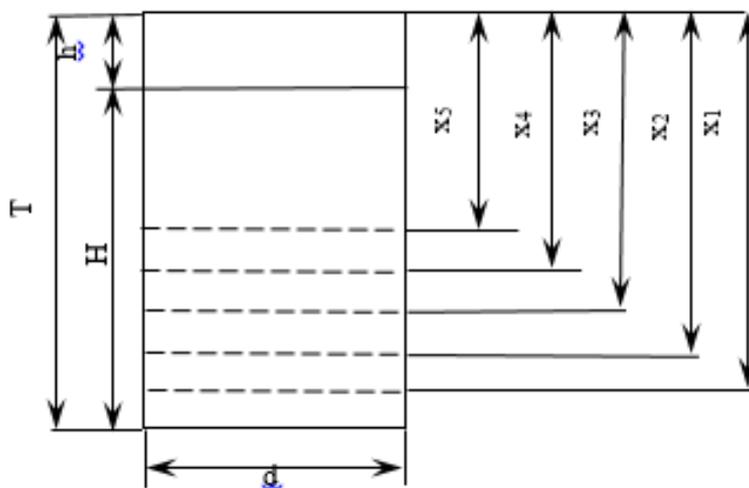


Рис. 1. Измерение подъема воды в скважине после откачки

Когда измерения сделаны, воду из скважины вычерпывают, оставляя на дне лишь небольшой (5–10 см) слой воды, и быстро измеряют расстояние X_1 (от поверхности почвы до пониженного уровня воды в скважине), отмечают время измерения.

Когда уровень воды в скважине снова займет свое первоначальное положение, производят вторую откачку воды и повторяют измерения. Измерения ведут до тех пор, пока уровень воды в скважине поднимается до первоначального положения (до откачки).

Данные измерений записывают в специальную форму:

- 1) глубина скважины, $T = \underline{\hspace{2cm}}$ см;
- 2) глубина стояния грунтовой воды, $h = \underline{\hspace{2cm}}$ см;
- 3) глубина воды в скважине, $H = \underline{\hspace{2cm}}$ см;
- 4) диаметр скважины $d = \underline{\hspace{2cm}}$ см;
- 5) записи подъема уровня воды в скважине (табл. 1).

Таблица 1

Записи подъема уровня воды в скважине

№ п/п	Расстояние от уровня воды до поверхности	Часы	Минуты
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Обработку результатов выполняют согласно табл. 2.

Таблица 2

Форма обработки результатов наблюдений при определении коэффициента фильтрации (K_{ϕ})

Номер наблюдений	Число секунд	$x = x_1' - h$	$\lg \frac{X_0}{X}$
1	2	3	4
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Вычисление коэффициента фильтрации K_{ϕ} производят по следующей формуле:

$$K_{\phi} = 32,6 \frac{r^2}{H} \cdot \operatorname{tg} \alpha, \text{ см/сек,}$$

где r – радиус скважины, см; H – глубина воды в скважине, см; $\operatorname{tg} \alpha$ – тангенс угла наклона.

Тангенс угла наклона определяем графическим способом. Для этого строим график, на котором в принятом масштабе на оси ординат откладываем значения логарифмов, а на оси абсцисс – соответствующее число секунд (рис. 2).

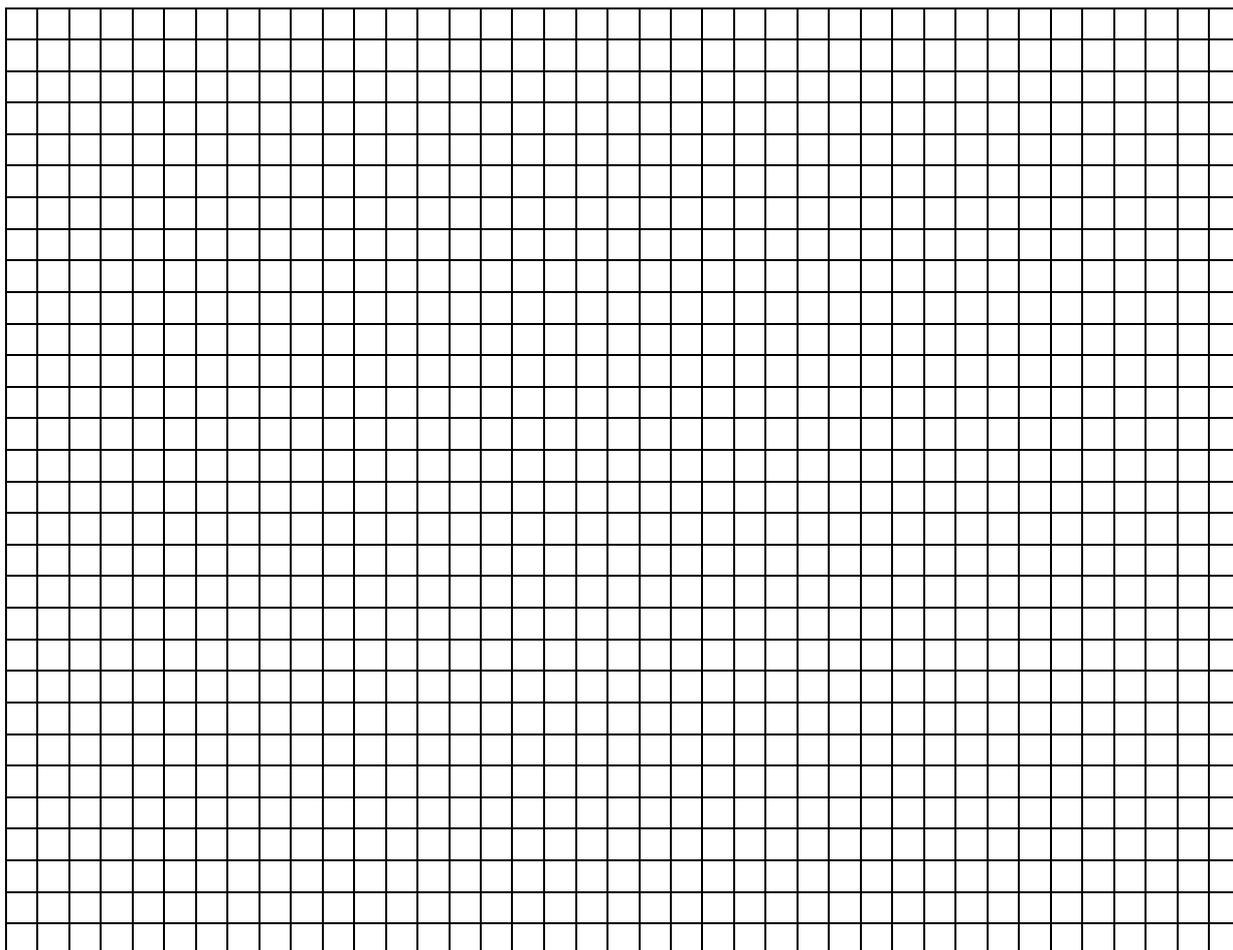


Рис. 2. График определения тангенсов

$$K_{\phi} = 32,6 \frac{r^2}{H} \cdot \operatorname{tg} \alpha = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ см/с.} =$$

$$= \underline{\hspace{2cm}} \text{ м/сут.}$$

Вывод: поскольку коэффициент фильтрации равен _____ м/сут., то по степени водопроницаемости грунт относится к группе _____ (определяем по табл. 3).

Задание 4. Определите коэффициент фильтрации методом инфильтрации воды из скважин и шурфов.

Если уровень почвенно-грунтовых вод залегает глубоко от поверхности земли, то чаще используют метод инфильтрации воды из скважин и шурфов.

Таблица 3

Классификация грунтов по степени водопроницаемости

Группы грунтов	Тип грунта	Коэффициент фильтрации K_f , м/сут.
Высоко-водопроницаемые	Гравий, галька, сильно закарстованные породы	> 100
Хорошо водопроницаемые	Крупнозернистые пески, сильно трещиноватые породы	$10-100$
Водопроницаемые	Средне- и мелкозернистые пески, умеренно трещиноватые и закарстованные породы	$0,1-10$
	Торф осоковый слаборазложившийся	$1,7-5,0$
	Торф осоковый среднеразложившийся	$0,2-0,7$
	Торф сфагновый слаборазложившийся	$0,2-6,9$
	Торф сфагновый хорошо разложившийся	$0,08-1,7$
Слабо водопроницаемые	Суглинки, супеси, песчанистые глины, слабо-трещиноватые породы	$10^{-3}-10^{-1}$
Весьма слабо водопроницаемые	Тяжелые суглинки, глины	$10^{-6}-10^{-3}$
Практически водонепроницаемые (водоупоры)	Плотные глины, нетрещиноватые скальные породы	$< 10^{-6}$

Методика. При этом методе на выбранном месте устраивают измерительный шурф сечением не менее $0,2 \times 0,2$ м или скважину диаметром не менее 0,2 м. Дно шурфа (или скважины) должно доходить до поверхности того слоя, водопроницаемость которого определяется. При глубоком залегании изучаемого слоя (глубже 0,5–0,6 м) сначала выкапывают обычный почвенный шурф (яму), а на дне его устраивают измерительный шурф или скважину. В неустойчивых грунтах шурфы или скважины закрепляют. На дно шурфа или скважины забивают колышек, возвышающийся над дном на 5–10 см. На дно насыпают мелкий гравий или песок толщиной около 2 см.

После этого в шурф или скважину наливают воду до верха колышка. Затем доливают определенное количество воды ($0-1000 \text{ см}^3$) и отмечают время долива по часам. Когда уровень воды в скважине снизится до верха колышка, снова доливают то же количество воды и отмечают время и т. д. Поскольку сначала одновременно с фильтрацией происходит впитывание воды в почву, то поступление воды в почву с течением времени замедляется. Исследование продолжается до тех пор, пока не стабилизируется фильтрационный расход. В бланке специальной формы записывают все полученные данные (табл. 4).

Таблица 4

Вычисление расхода воды для определения коэффициента фильтрации*

Номера доливов	Время начала определений	Время долива воды	Количество долитой воды, см ³	Время между доливками, с	Фильтрационный расход, см ³ /с
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

* Шурф / скважина с закрепленными / незакрепленными стенками
(ненужное зачеркнуть) (ненужное зачеркнуть)
 размером / радиусом _____ см, поддерживаемый слой воды _____ см.
(ненужное зачеркнуть)

Коэффициент фильтрации определяют по формуле:

$$K_{\phi} = \frac{Q}{F},$$

где

Q – установившийся расход воды, см³/с;

F – площадь смоченной поверхности шурфа или скважины, см²;

определяют по следующим формулам:

1) для скважин с незакрепленными стенками $F = \pi r (r + 2z)$;

2) для скважин с закрепленными стенками $F = \pi r^2$;

3) для шурфов с незакрепленными стенками $F = a b + 2 (a + b) z$;

4) для шурфов с закрепленными стенками $F = a b$, где r – радиус скважины, см; a и b – длина сторон прямоугольного шурфа, см; z – высота постоянного слоя воды, см.

$F =$ _____ см².

$K_{\phi} = \frac{Q}{F} =$ _____ = _____ см/с = _____ м/сут.

Вывод: поскольку коэффициент фильтрации равен _____ м/сут., то по степени водопроницаемости грунт относится к группе _____ (см. табл. 3).

Задание 5. Определите скорость и расход воды грунтового потока.

Методика. Сначала определяют уклон грунтовых вод. Для этого на местности разбивается треугольник, по углам треугольника, близкого к равностороннему, бурят скважины. Стороны треугольника измеряют, а треугольник снимают инструментально (гониометром, теодолитом и пр.). Нивелировкой определяют отметки поверхности земли у каждой скважины. После этого измеряют глубины грунтовых вод в скважинах и вычисляют отметки уровней грунтовой воды; по этим отметкам проводят горизонталы, которые называются *гидроизогипсами*. По гидроизогипсам определяют уклон грунтовой воды.

Исходные данные записывают в табл. 5.

Таблица 5

Исходные данные

Номер скважины	1	2	3
Отметка поверхности			
Уровень грунтовых вод, м			
Общее падение (Δh)			
Длина линий стока (L)			
Ширина грунтового потока (B , м)			
Мощность грунтового потока (H , м)			

Расход грунтового потока Q (м³/сут.) определяется по формуле:

$$Q = wv = \underline{\hspace{10em}} = \underline{\hspace{2em}} \text{ м}^3/\text{сут.},$$

где

w – площадь живого сечения потока, м²;

v – скорость грунтового потока, м/сут.

Площадь поперечного сечения грунтового потока определяют умножением мощности потока (H) на его ширину (B):

$$w = H \cdot B = \underline{\hspace{10em}} = \underline{\hspace{2em}} \text{ м}^2.$$

Скорость грунтового потока определяют умножением коэффициента фильтрации (K_f , берем из задания 3) на уклон (i):

$$v = K_f \cdot i = \underline{\hspace{10em}} = \underline{\hspace{2em}} \text{ м/сут.}$$

Уклон рассчитывается по формуле:

$$i = \frac{\Delta h}{L} = \underline{\hspace{10em}} = \underline{\hspace{2em}},$$

где

Δh – общее падение;

L – длина линии стока.

Расчет отметок уровня грунтовых вод для каждой скважины:

Номер скважины	1	2	3
Отметка уровня грунтовых вод			

Расположение скважин и гидроизогипс, направление и длину линии стока показываем на рис. 3.

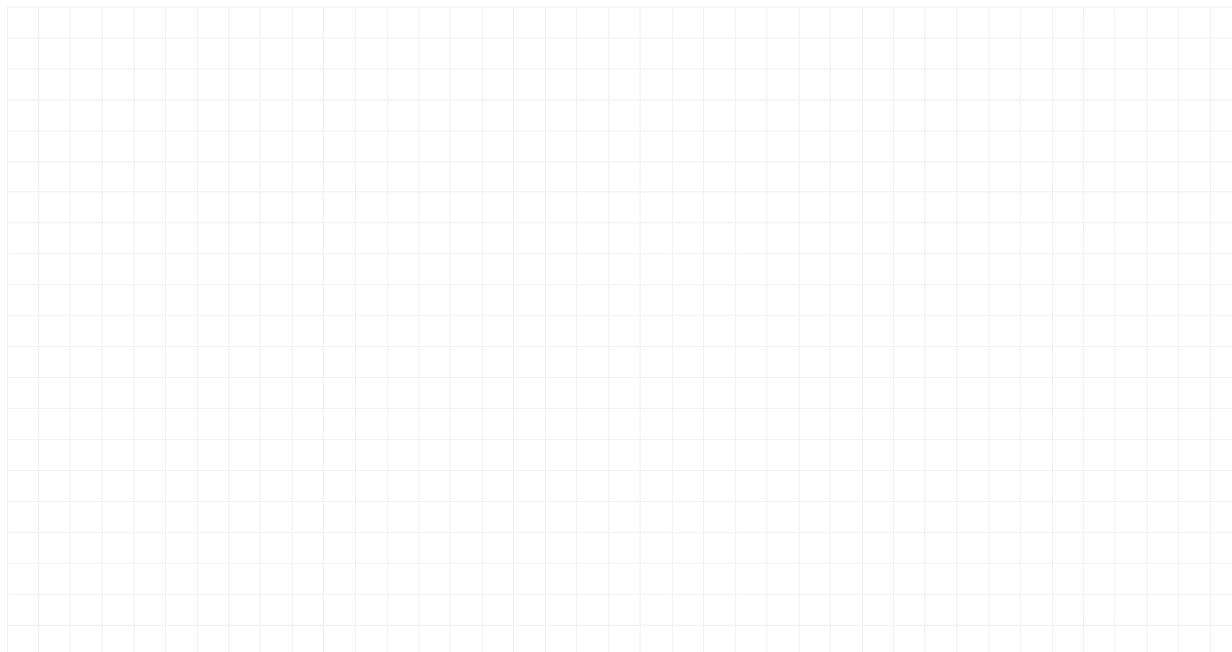


Рис. 3. Расположение скважин и гидроизогипс

ГИДРАВЛИКА И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Задание 1. Дайте определения основным терминам и понятиям.

Гидравлика _____

Гидростатика _____

Пьезометрическая высота _____

Установившееся (стационарное) движение воды _____

Неустановившееся (нестационарное) движение воды _____

Равномерное движение воды _____

Неравномерное движение воды _____

Ламинарное движение воды _____

Турбулентное движение воды _____

Спокойные потоки воды _____

Бурные потоки воды _____

Сопротивления по длине потока _____

Местные сопротивления _____

Потери по длине потока _____

Местные потери _____

Общие потери _____

Задание 2. Сформулируйте и запишите закон Паскаля.

Задание 3. Сформулируйте понятие «число Рейнольдса», объясните его практическое значение.

Задание 4. Опишите основные гидравлические характеристики водного потока.

Задание 7. Решите задачу.

Определить гидравлический радиус (R , м), скорость движения потока (v , м/с) (по формуле Шези) и расход воды при равномерном движении жидкости (Q , м³/с) при следующих условиях:

Дано:

$\omega =$ _____ м ²	$R =$ _____
$\chi =$ _____ м	_____
$C =$ _____	$v =$ _____
$i =$ _____	_____
_____	$Q =$ _____
_____	_____

ОЗЕРО. ТИПОЛОГИЯ ОЗЕР. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОЗЕР. ПОСТРОЕНИЕ ПЛАНА ОЗЕРА В ИЗОБАТАХ

Задание 1. Запишите понятия «озеро», «озерность».

Озеро _____

Озерность _____

Задание 2. Запишите основные типы озер (приведите примеры).

1. По размеру:

2. По степени постоянства:

3. По географическому положению:

4. По происхождению озерной котловины:

Задание 3. Запишите важнейшие озера мира по частям света, заполнив табл. 6.

Таблица 6

Важнейшие озера мира

Часть света	Название озера	Площадь озера, км ²	Объем воды в озере, км ³	Наибольшая глубина воды в озере, м

План озера в изобатах представлен на рис. 5.

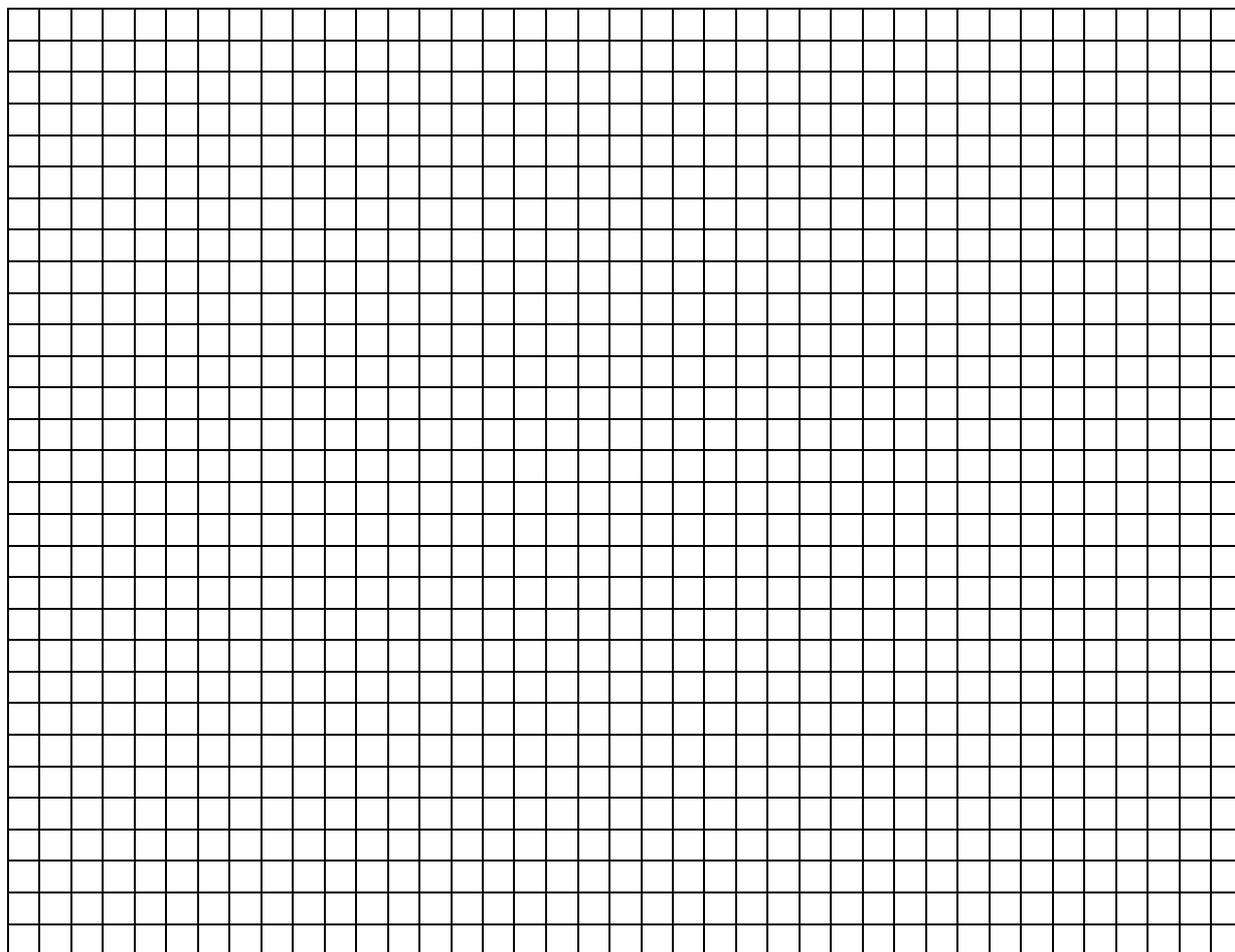


Рис. 5. План озера в изобатах. Масштаб _____

**КРУГОВОРОТ ВОДЫ В ПРИРОДЕ И ВОДНЫЙ БАЛАНС.
СТОК, ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ И МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ.
ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСТЫ НА РЕКАХ**

Задание 1. Дайте определения основным терминам и понятиям.

Круговорот воды в природе _____

Основные фазы круговорота воды: _____

Виды кругооборота воды:

1) большой (мировой) кругооборот характеризуется: _____

Водный баланс большой территории и за большой промежуток времени выражается упрощенным уравнением водного баланса:

2) малый (внутриконтинентальный) кругооборот характеризуется: _____

Уравнение водного баланса для небольшого участка земной поверхности и незначительного промежутка времени имеет вид:

Практическое значение уравнения водного баланса:

Сток _____

Виды стока:

Факторы стока:

Характеристики стока:

Объем стока W_c (м³) _____

Модуль стока q (л/с с 1 га или м³/с с 1 км²) _____

Слой стока $h_{ст.}$ (мм) _____

Годовой слой стока $h_{ст.}$ (мм/год) _____

Коэффициент стока σ _____

Норма стока _____

Методы изучения стока (дать краткое описание).

1. Метод стоковых площадок _____

2. Метод водного баланса (гидрометрических водосливов) _____

3. Метод гидрологических постов на реках _____

Задание 2. Решите задачу.

Определить объем стока, слой стока, модуль стока, коэффициент стока при следующих условиях:

Дано:

$F = \underline{\hspace{2cm}}$ м²

$C = \underline{\hspace{2cm}}$ мм

$O = \underline{\hspace{2cm}}$ мм

$Q = \underline{\hspace{2cm}}$ м³/с

$t = \underline{\hspace{2cm}}$ мин

$W_{ст.} = \underline{\hspace{2cm}}$

$h_{ст.} = \underline{\hspace{2cm}}$

$q = \underline{\hspace{2cm}}$

$\sigma = \underline{\hspace{2cm}}$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ВОДЫ ПО ПОВЕРХНОСТНОЙ СКОРОСТИ, ОПРЕДЕЛЕННОЙ ПОПЛАВКАМИ, И ЖИВОМУ СЕЧЕНИЮ ПОТОКА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ВОДЫ ВОДОСЛИВАМИ. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ЧАСТОТЫ И ОБЕСПЕЧЕННОСТИ УРОВНЕЙ ВОДЫ

Задание 1. Рассчитать расход воды по поверхностной скорости, определенной поплавками, и живому сечению потока.

Расход воды _____

Расход воды (Q , м³/с или л/с) определяется по формуле:

$$Q = w \cdot v,$$

где w – площадь живого сечения потока, м²;

v – средняя скорость течения воды, м/с.

Методика. Для определения поверхностной скорости на реке выбирают прямолинейный незаросший участок без подпора воды. На выбранном участке разбивают три створа (рис. 6). Расстояние между крайними створами должно равняться приблизительно 3- или 4-кратной ширине реки. Поплавок должен проходить это расстояние не менее чем за 25 с. Поплавки

(не менее 10 шт.) бросают на середину реки на 1–2 м выше верхнего створа, где наибольшая скорость воды. Секундомером засекают время прохождения каждого поплавка через верхний и нижний створы. После этого проводят детальные промеры живых сечений на каждом створе.

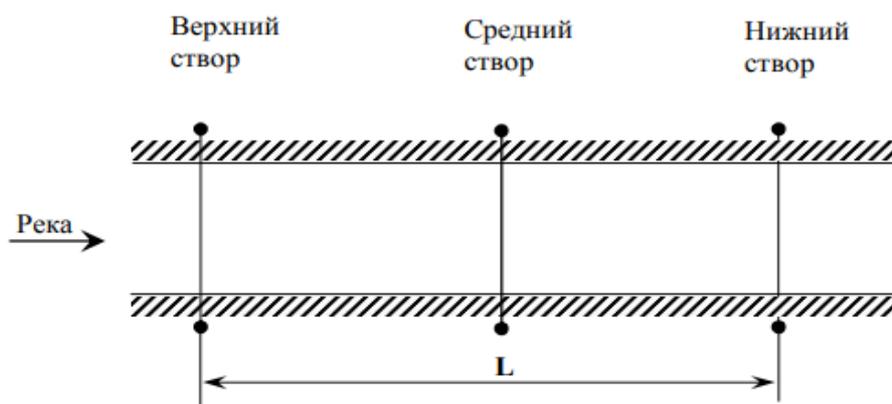


Рис. 6. Разбивка створов на реке

Полученные данные записывают в форму:
 расстояние между крайними створами (L) _____ м;
 время прохождения брошенных в воду поплавков (t) _____ с;
 промеры живых сечений на верхнем створе:

Расстояние от уреза воды, м										
Глубина воды, м										

промеры живых сечений на среднем створе:

Расстояние от уреза воды, м										
Глубина воды, м										

промеры живых сечений на нижнем створе:

Расстояние от уреза воды, м										
Глубина воды, м										

Средняя скорость течения:

$$v_{\text{ср.}} = v_{\text{пов.}} \cdot K = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м/с.}$$

Поверхностная скорость течения:

$$v_{\text{пов.}} = \frac{L}{t_{\text{ср.}}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м/с.}$$

Среднее время ($t_{\text{ср.}}$) равно среднему из двух наименьших значений времени прохождения поплавками расстояния между крайними створами:

$$t_{\text{ср.}} = \frac{t_{1\text{min}} + t_{2\text{min}}}{2} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ с.}$$

Переходной коэффициент K :

$$K = \frac{c}{c + 14} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Скоростной коэффициент (С) определяется по формуле Базена:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

Коэффициент шероховатости (γ) для чистых земляных русел $\gamma = 1,30$.

Гидравлический радиус составит:

$$R = \frac{\omega_{\text{ср}}}{\kappa_{\text{ср}}} = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м.}$$

Средняя площадь живого сечения на исследуемом участке реки:

$$\omega_{\text{ср}} = \frac{\omega_{\text{в}} + 2\omega_{\text{с}} + \omega_{\text{н}}}{4} = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}^2.$$

Средняя площадь живого сечения на исследуемом участке реки:

$$\kappa_{\text{ср}} = \frac{\kappa_{\text{в}} + 2\kappa_{\text{с}} + \kappa_{\text{н}}}{4} = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м.}$$

Площадь живого сечения на верхнем створе:

$$w_{\text{в}} =$$

Смоченный периметр на верхнем створе:

$$\chi_{\text{в}} =$$

Площадь живого сечения на среднем створе:

$$w_{\text{с}} =$$

Смоченный периметр на среднем створе:

$$\chi_{\text{с}} =$$

Площадь живого сечения на нижнем створе:

$w_n =$

Смоченный периметр на нижнем створе:

$\chi_n =$

Расход воды в реке составит:

$Q = \omega_{\text{ср.}} \cdot v_{\text{ср.}} =$ _____ $\text{м}^3/\text{с}.$

Задание 2. Определите расход воды методом гидрометрических водосливов.

Водослив _____

Ширина водослива (b) _____

Ширина порога водослива (a) _____

Верхний бьеф _____

Нижний бьеф _____

Напор (H) _____

Виды водосливов по форме выреза в стенке: _____

Виды водосливов по профилю стенки: _____

Виды водосливов по влиянию глубины воды в нижнем бьефе на пропускную способность водослива: _____

Расход воды определяется по формулам:

для прямоугольного незатопленного водослива с тонкой стенкой:

для трапецеидального незатопленного водослива с тонкой стенкой:

для водослива с широким порогом:

для треугольного незатопленного водослива:

Водосливы применяются _____

Определить расход воды по водосливу с _____ сечением при следующих условиях:

Дано:

$H =$ _____ м

$b =$ _____ м

$Q =$

Задание 3. Постройте графики частоты и обеспеченности уровней воды.

Основными гидрологическими характеристиками рек являются:

Методика. Наблюдения за горизонтами воды ведут ежедневно. Результаты фиксируются в специальные формы, по ним составляются таблицы ежедневных уровней воды и хронологический график колебаний горизонтов воды. При проектировании и строительстве объектов на затопляемых территориях необходимо знать повторяемость и продолжительность стояния разных горизонтов воды за определенный период (год, сезон года, вегетационный период и др.). Для этих целей строят графики повторяемости (частоты) и продолжительности (обеспеченности).

Для построения графиков амплитуды колебаний уровней воды за исследуемый период разбиваются на интервалы длиной 5–10 см (в зависимо-

сти от величины амплитуды и целей построения графика). Из таблицы ежедневных уровней определяют число дней стояния горизонтов в каждом интервале (табл. 7). Эти данные служат для построения *графика частоты*. Он показывает количество дней, в течение которых уровни воды находились в пределах того или иного интервала.

Таблица 7

Повторяемость и продолжительность стояния горизонтов воды

Интервалы уровня над нулем поста, см	Повторяемость стояния горизонтов		Продолжительность стояния горизонтов	
	дни	%	дни	%
140–121		1,40		1,40
120–101		3,50		4,90
100–81		6,30		11,2
80–61		9,10		20,3
60–41		19,6		39,9
40–21		53,1		93,0
20–2		7,00		100
Всего		100	–	–

Для построения графика частоты на рис. 7 откладывают по вертикальной оси – уровни, по горизонтальной оси – дни. Количество дней в каждом интервале откладывают от середины интервала. Полученные точки соединяют прямыми линиями. Верхний конец линии соединяют с осью ординат у самого высшего горизонта воды, а внизу – с осью абсцисс у самого низкого горизонта воды.

Эти же оси координат используют для построения *графика обеспеченности* (рис. 7). Он показывает число дней, в течение которых уровни воды находились не ниже того или иного интервала (в пределах данного интервала и выше). Число дней откладывают от нижнего края каждого интервала.

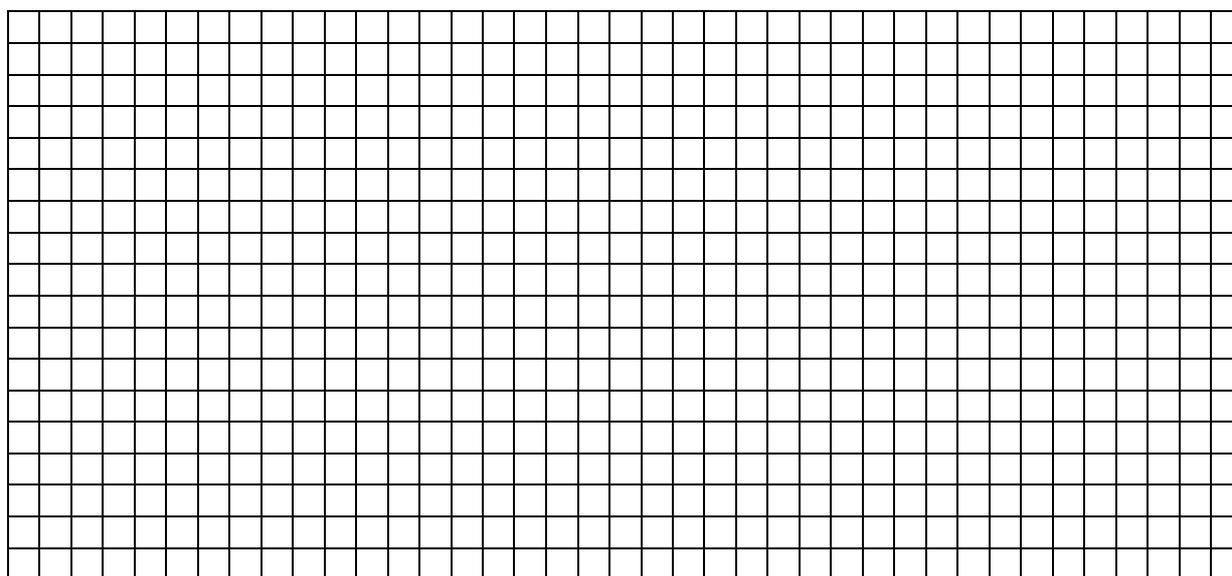


Рис. 7. График частоты и обеспеченности горизонтов

Наиболее часто повторяющийся в течение вегетационного периода горизонт воды называется *бытовым* горизонтом. Согласно рис. 7, ГБВ = _____ см.

ГИДРОЛОГИЯ РЕК

Задание. Дайте определения основным терминам и понятиям, определите морфометрические характеристики речных систем.

Исследуемая речная система изображена на рис. 8.

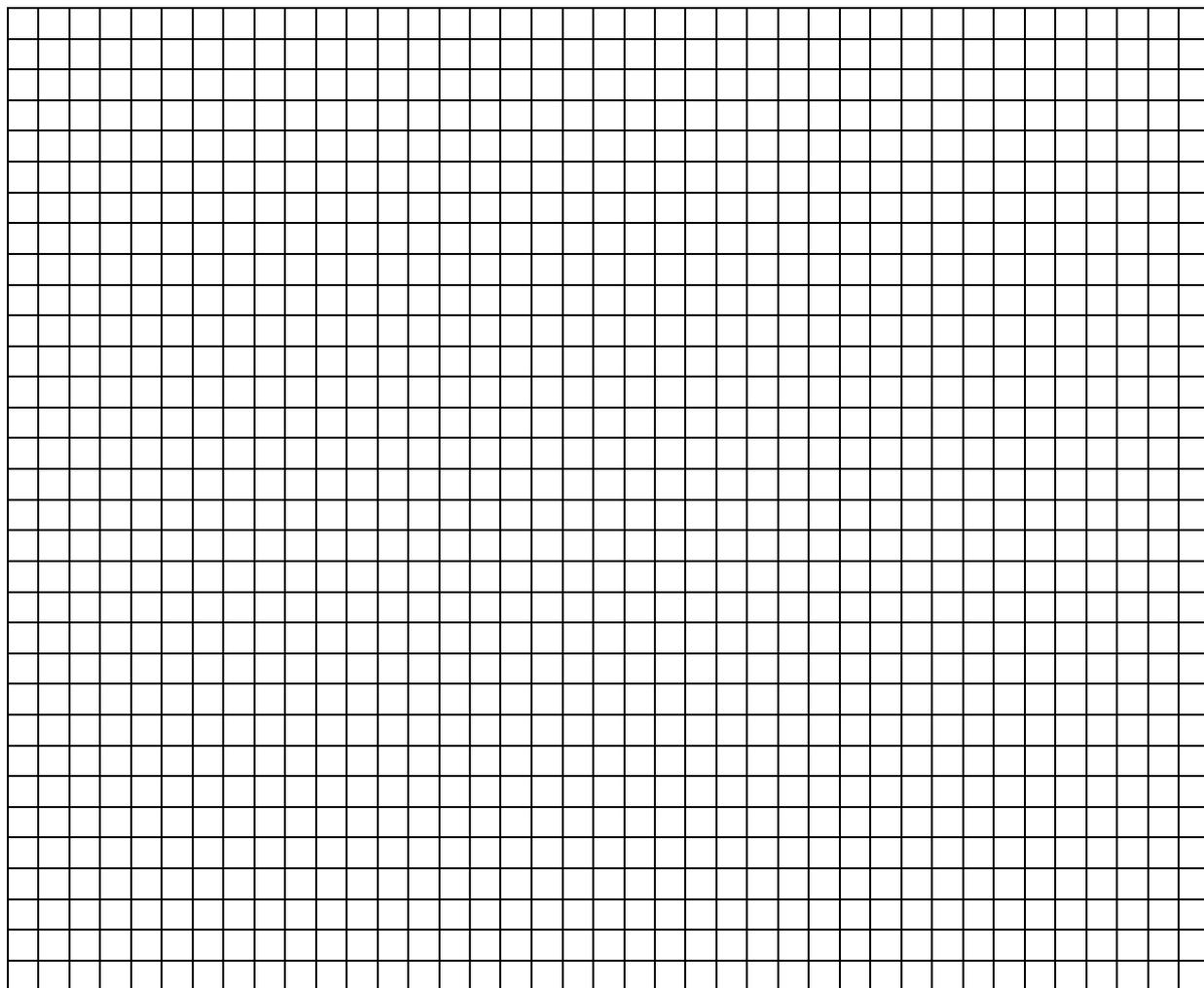


Рис. 8. Речная система. Масштаб 1:10000

Река _____

Ручей _____

Гидрографическая сеть бассейна _____

Русловая сеть _____

Речная система состоит из *главной* реки и всех впадающих в нее *притоков* различного порядка.

Длина реки (L) _____

Исток _____

Устье реки _____

Длина главной реки $L_{\text{гл.р.}} = \text{_____ см} \cdot 100 = \text{_____ м}$.

Притоки 1-го порядка – это водотоки (притоки), которые впадают непосредственно в главную реку (L в нижнем индексе указывается номер притока цифрой в кружочке).

Притоки 2-го порядка – это водотоки (притоки), впадающие в притоки 1-го порядка.

Притоки 3-го порядка – это водотоки (притоки), впадающие в притоки 2-го порядка.

Притоки 4-го порядка – это водотоки (притоки), впадающие в притоки 3-го порядка.

Общая протяженность речной системы – это сумма длин главной реки и всех ее притоков:

$$\sum L = L_{\text{гл.р.}} + \text{_____} = \text{_____}$$

Территория земной поверхности, включая толщу почво-грунтов, откуда данная речная система или отдельная река получает водное питание, называется *бассейном* речной системы или реки. Бассейн каждой реки включает в себя *поверхностный* и *подземный* водосборы.

Поверхностный водосбор _____

Подземный водосбор _____

Граница между смежными водосборами называется *водоразделом*. Различают *поверхностный (орографический)* и *подземный* водоразделы.

Длина водораздельной линии $L_{\text{вод.л.}} = \text{_____ см} \cdot 100 = \text{_____ м}$.

Главная река делит бассейн на *правый* и *левый* берега.

Межбассейновыми пространствами называются такие участки склонов, сток с которых происходит непосредственно в главную реку. Они расположены между площадями водосборов притоков, впадающих и главную реку с одного берега.

Распределение площади бассейна реки между правым и левым берегом представлено в табл. 8., определение площади бассейна главной реки, притоков и межбассейновых пространств – на рис. 9.

длины главной реки и притоков, расстояния от устья до места впадения притоков. Гидрографическая схема строится в масштабе (рис. 11). Длина главной реки откладывается на горизонтальной линии, а притоки наносятся на соответствующих берегах (в местах их впадения) под некоторым произвольным углом, примерно $30\text{--}40^\circ$ к реке, в которую впадают. На схеме подписываются названия главной реки и притоков и указывается их длина в метрах.

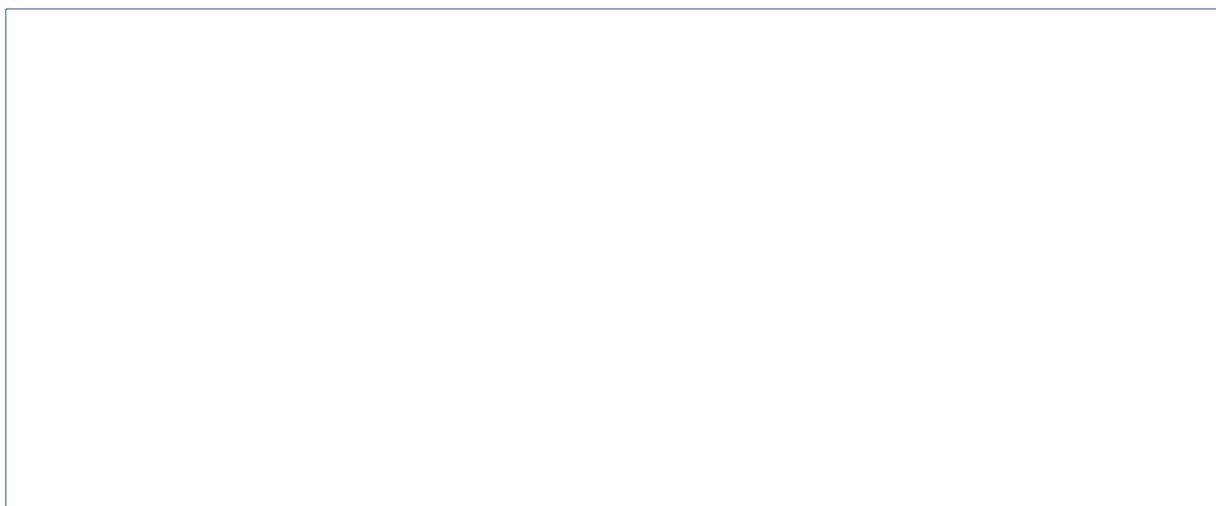


Рис. 11. Гидрографическая схема реки. Масштаб 1:10000

Важной характеристикой бассейна служит распределение площади бассейна по высотам местности, представленное *гипсографической кривой*, показывающей, какая часть площади бассейна (в км^2 или %) расположена выше любой заданной отметки местности. Для построения гипсографической кривой необходимо «перенести» орографический водораздел бассейна реки, устье главной реки, высотные точки и горизонталы местности на рис. 12. Отметки горизонталей определяем согласно принятым в геодезии правилам, сечение горизонталей 100 м. Отметка поверхности устья определяется методом интерполяции. Если на карте ниже устья горизонталь с меньшей отметкой поверхности отсутствует, то отметка поверхности устья главной реки принимается меньше отметки предыдущей горизонтали на 50 (половина сечения горизонталей).

Далее, измеряются площади, расположенные между горизонталями. Для этого интервал между максимальным и минимальным значением отметок поверхности необходимо разбить на высотные ступени (100 м). Высотные отметки горизонталей и результаты вычисления площадей, заключенных между ними, приведены в табл. 10.

По данным измерений площадей и отметкам горизонталей строится график распределения площадей по высотным зонам, показывающий размеры площадей, лежащих между высотными отметками. Он имеет вид столбчатой диаграммы, по горизонтали откладываются площади, по вертикали – высотные отметки (рис. 13).

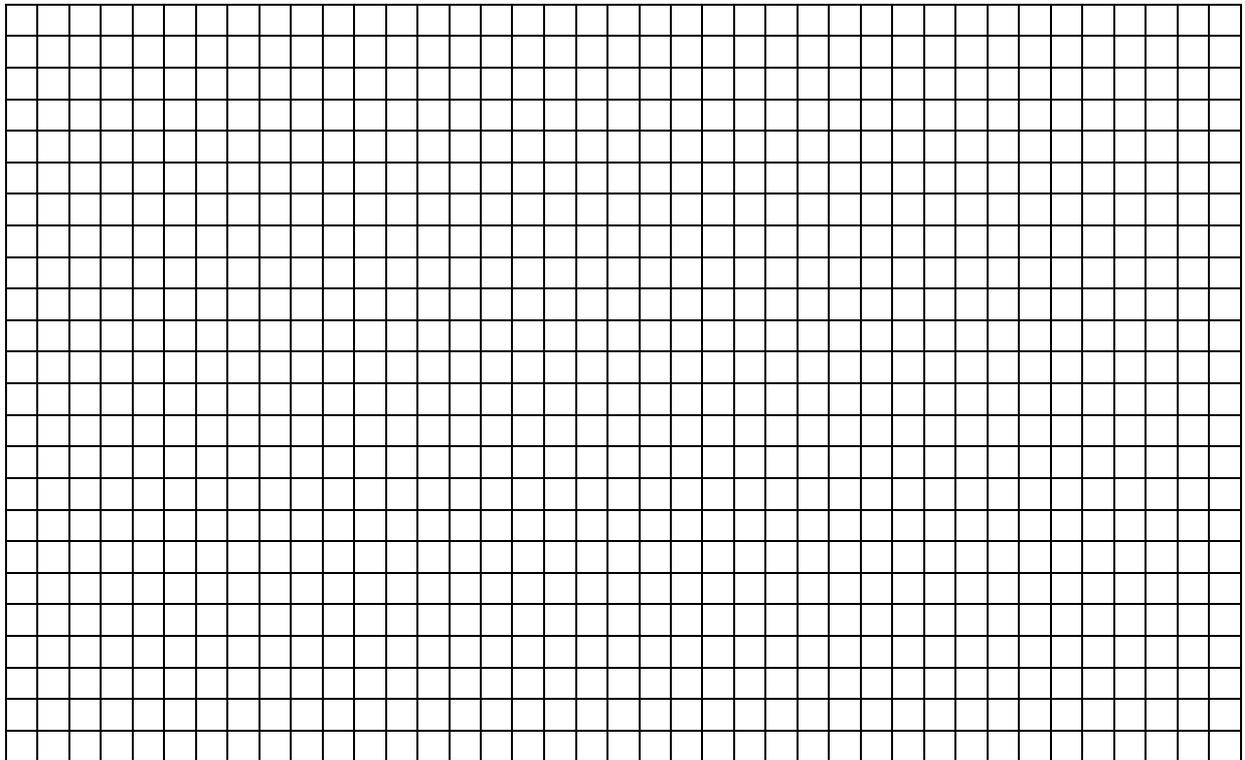


Рис. 13. Распределение площади бассейна по высотам и гипсографическая кривая.
Масштаб _____

После того как график распределения площадей построен, проводится кривая нарастания площадей по высотным зонам – гипсографическая кривая, – которая может быть получена путем последовательного суммирования площадей, отложенных по оси абсцисс на предыдущем графике. Точки гипсографической кривой откладываются на нижних границах высотных интервалов и соединяются плавной линией. На графике под масштабом площадей наносится шкала процентов из расчета, что общая площадь бассейна равна 100 %. Точке на кривой с абсциссой 50 % и будет соответствовать высота на оси ординат, которую можно считать *средней высотой водосбора*.

Длина бассейна ($L_б$) – это прямая, соединяющая устье реки и точку на водоразделе, прилегающую к истоку реки:

$$L_б = \text{_____} \text{ см} \cdot 100 = \text{_____} \text{ м.}$$

Ширина бассейна ($B_б$) – это прямая, перпендикулярная линии длины бассейна:

$$B_б = \text{_____} \text{ см} \cdot 100 = \text{_____} \text{ м.}$$

Максимальная ширина бассейна ($B_{б \text{ max}}$) определяется по прямой, перпендикулярной к длине бассейна в наиболее широкой его части:

$$B_{б \text{ max}} = \text{_____} \text{ см} \cdot 100 = \text{_____} \text{ м.}$$

Средняя ширина бассейна ($B_{б \text{ ср}}$) вычисляется по формуле:

$$B_{б \text{ ср}} = \frac{F_{бас}}{L_б} = \text{_____} = \text{_____} \text{ м.}$$

Густота речной сети (d) – это отношение общей протяженности речной сети к площади бассейна:

$$d = \frac{\sum L}{F_{\text{бас}}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad \text{м/м}^2.$$

Средняя длина склонов бассейна ($L_{\text{скл.ср.}}$) определяется по формуле:

$$L_{\text{скл.ср.}} = \frac{1}{2d} = \frac{\quad}{\quad} = \quad \text{м.}$$

Коэффициент извилистости главной реки ($K_{\text{изв.}}$) – это отношение длины главной реки к длине отрезка, соединяющего исток и устье главной реки:

$$K_{\text{изв.}} = \frac{L_{\text{гл.р.}}}{L_{\text{отр.}}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad.$$

Коэффициент разветвления ($K_{\text{разв.}}$) – это отношение длины всех протоков ($\sum \ell$) к длине участка ($\ell_{\text{уч.}}$), на котором произошло разветвление:

$$K_{\text{разв.}} = \frac{\sum \ell}{\ell_{\text{уч.}}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad.$$

Коэффициент асимметрии (a) – это степень асимметричности бассейна реки относительно главного водотока, отношение двойной разности площадей берегов к общей площади бассейна:

$$a = \frac{2 \cdot (F_{\text{прав.бер.}} - F_{\text{лев.бер.}})}{F_{\text{бас.}}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad.$$

Коэффициент развития водораздельной линии (m) – это отношение длины водораздельной линии к длине окружности круга, площадь которого равна площади бассейна реки:

$$m = \frac{L_{\text{вод.л.}}}{L_{\text{окр.кр.}}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad.$$

Вычисления производятся с помощью формул для расчета длины окружности круга ($L_{\text{окр.кр.}} = 2\pi r$) и площади круга ($S = \pi r^2$), а также с учетом того, что $S = F_{\text{бас.}}$.

Долина и русло реки (дать краткое описание).

Речные долины по происхождению могут быть: _____

По форме поперечного профиля они подразделяются на: _____

В поперечном профиле долины выделяют: _____

В пределах дна (ложа) долины находятся: _____

Русла рек по форме в плане подразделяются на: _____

Основные морфологические элементы русла следующие: _____

Фарватер _____

Продольный профиль реки – это график изменения отметок дна и водной поверхности вдоль русла. Продольные профили рек могут быть:

Продольный профиль главной реки представлен на рис. 14. При его построении необходимо: за ПК₀ принять устье главной реки, за конечный пикет – исток главной реки, пикеты между истоком и устьем главной реки поставить в местах пересечения главной реки с горизонталями местности. На продольном профиле также показываются места впадения в главную реку притоков первого порядка с учетом данных табл. 9.

Уклон реки вычисляют по формуле:

$$i = \frac{\Delta H}{L},$$

где ΔH – падение, L – длина реки на участке.

Уклоны водной поверхности на каждом участке реки (т. е. между пикетами) рассчитываются в долях от единицы:

$$i_{\text{ПК0-ПК1}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad .$$

$$i_{\text{ПК1-ПК2}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad .$$

$$i_{\text{ПК3-ПК4}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad .$$

$$i_{\text{ПК4-ПК5}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad .$$

$$i_{\text{ПК5-ПК6}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad .$$

$$i_{\text{ПК6-ПК7}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad .$$

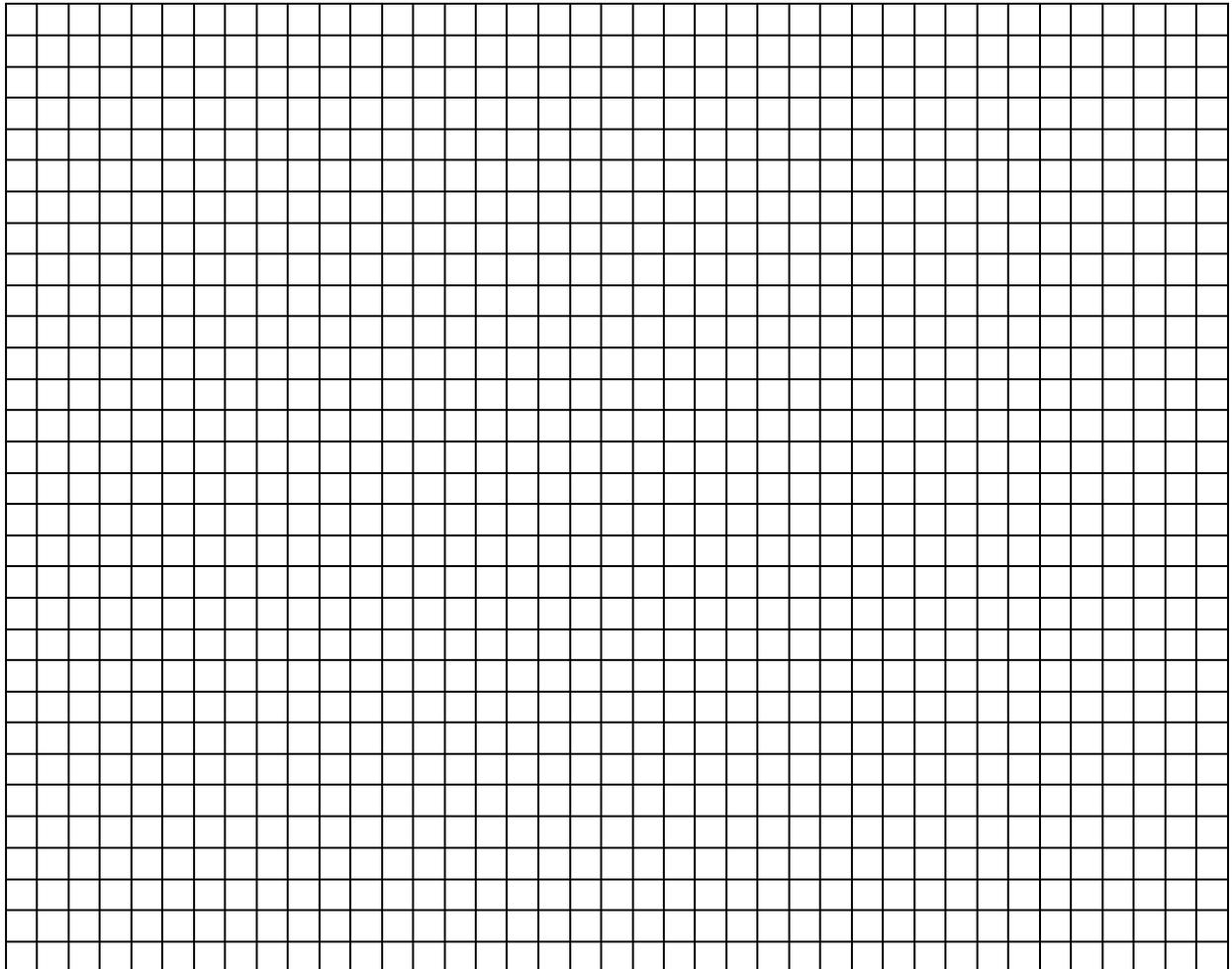


Рис. 14. Продольный профиль главной реки. Масштаб 1:10000

Разность отметок дна или водной поверхности реки на каком-либо ее участке называется *падением* (ΔH). Разность отметок истока ($ПК_0$) и устья ($ПК_y$) реки составляет *полное падение реки*:

$$\Delta H = ПК_y - ПК_0 = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м.}$$

ΔH отмечаем на продольном профиле главной реки (рис. 15).

Средний уклон бассейна реки ($I_{ср}$) вычисляется по формуле:

$$I_{ср} = \frac{\Delta H}{\sqrt{F_{бас}}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} .$$

Километрическое падение (километрический уклон) ($I_{км.}$) – это падение на 1 км длины реки. Для этого величину падения уровня ΔH , выраженную в сантиметрах, делят на длину участка русла в километрах:

$$I_{км.} = \frac{\Delta H}{L_{гл.р.}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} .$$

Рис. 15. План балки. Масштаб 1:2500

Задание 3. Выберите место под пруд и плотину.

При проектировании пруда его располагают недалеко от места потребления воды, а из санитарных соображений – выше населенного пункта с учетом топографических и гидрографических условий и экономических требований.

При выборе места необходимо изучить ложе будущего пруда, которое должно отвечать следующим условиям:

- 1) пруд должен иметь достаточную для его заполнения водой водосборную площадь;
- 2) продольный уклон балки в зоне пруда должен быть около 0,007, т. к. при большем уклоне требуется устройство более высокой плотины;
- 3) крутизна берегов будущего пруда должна быть 30–50°, т. к. при крутых берегах возможно их разрушение, а при очень пологих образуется обширная зона мелководья, благоприятная для зарастания и развития малярийных комаров;
- 4) для уменьшения потерь на фильтрацию воды ложе пруда должно состоять из маловодопроницаемых грунтов (глины, суглинки).

При выборе места под створ плотины учитывают:

- 1) местоположение карьеров для разработки грунтов, используемых при строительстве плотины (желательно, чтобы карьер располагался по рельефу выше плотины и имел пригодный для отсыпки плотины грунт);
- 2) следует предусмотреть возможность надежного и прочного размещения водосбросных и водопропускных сооружений для сброса излишней воды из пруда в обход или через плотину;
- 3) недопустимо иметь при сбросе воды из пруда значительные скорости вдоль верхового откоса плотины;
- 4) предусмотреть возможность трассировки полотна дороги по гребню плотины;
- 5) учесть устойчивость и надежность грунтов у основания плотины;
- 6) не допустить выхода грунтовых вод в основание плотины.

Основные требования к земляной плотине сводятся к следующему:

- 1) для уменьшения объема земляных работ плотину располагают в наиболее узкой части балки (рис. 15);
- 2) продольная ось плотины должна быть перпендикулярна горизонталям склона;
- 3) выше плотины не должно быть действующих оврагов, или они должны быть закреплены.

Задание 4. Определите емкость пруда.

Для определения емкости пруда необходимо заполнить табл. 11. Для этого рис. 15 (горизонтالي и ось будущей плотины) переносим на рис. 16.

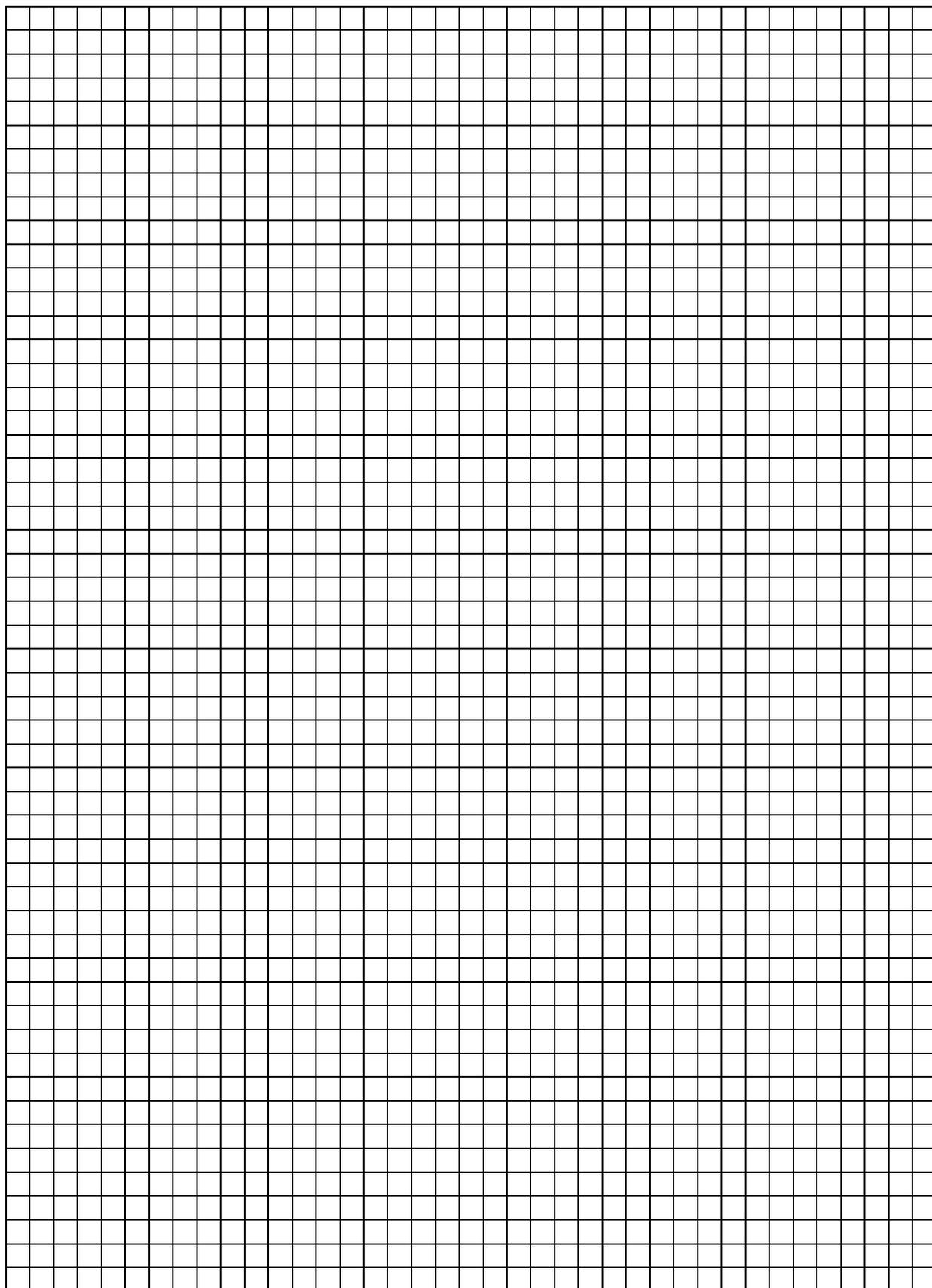


Рис. 16. Определение площади, ограниченной горизонталью.
Масштаб 1:2500

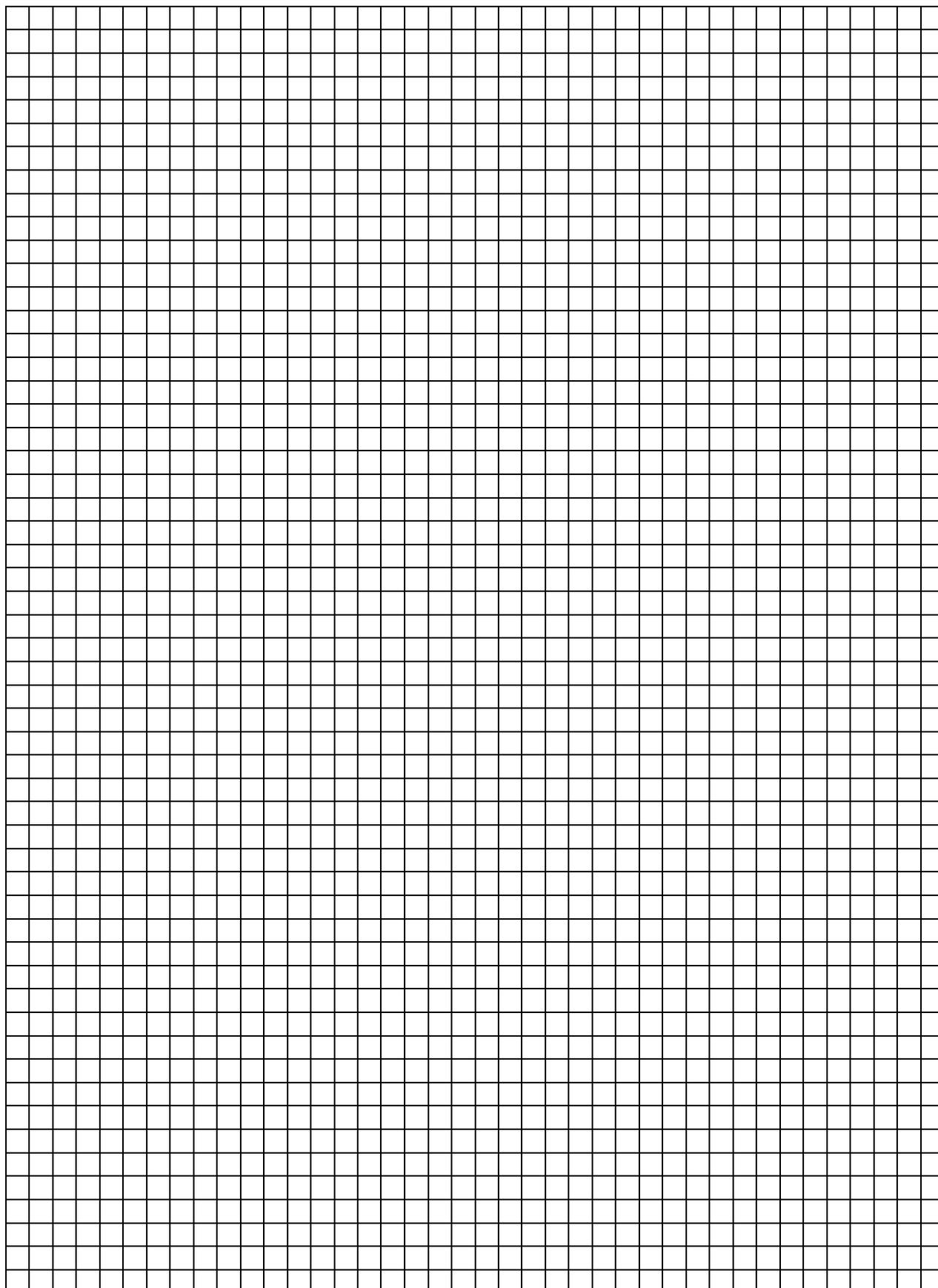


Рис. 17. Топографическая характеристика пруда.
Масштаб _____

Задание 5. Выполните водохозяйственный расчет пруда.

Водохозяйственный расчет пруда включает в себя расчет полезного объема, мертвого объема, объема потерь, резервного объема.

Полезный объем пруда ($V_{\text{полезн.}}$) – это количество воды, которое идет на удовлетворение нужд водоснабжения населенного пункта ($V_{\text{быт.}}$), орошение питомников ($V_{\text{орош.}}$), для противопожарных целей ($V_{\text{пож.}}$) и называется *полезной водоотдачей пруда*:

$$V_{\text{полезн.}} = V_{\text{орош.}} + V_{\text{пож.}} + V_{\text{быт.}} = \underline{\hspace{10em}} \text{ м}^3.$$

Величину *мертвого объема пруда* определяют:

1) по количеству наносов, поступающих в пруд с водосборной площади. По санитарным нормам в целях уменьшения прогревания воды в летнее время и снижения процессов разложения и гниения растительных и животных остатков в пруду постоянно должно быть не менее 0,5–1,0 м воды;

2) по минимальной толщине слоя воды в пруду при рыборазведении (при разведении зеркального карпа и линия слой воды в пруду должен быть не менее 0,5 м); поскольку дно пруда наклонно, то толщина мертвого слоя в наиболее глубоком месте у плотины должна быть 2–3,5 м;

3) по глубине промерзания воды (0,5–1,5 м) – дно пруда не должно промерзать, т. к. в нем образуются трещины, вызывающие утечку воды из пруда.

При предварительном расчете мертвый объем ($V_{\text{мо}}$) принимается равным 15 % от полезного объема:

$$V_{\text{мо.}} = 0,15 \cdot V_{\text{полезн.}} = \underline{\hspace{10em}} = \underline{\hspace{2em}} \text{ м}^3.$$

Рассчитанную величину мертвого объема откладывают на топографической характеристике по кривой объемов.

Далее, определяют глубину воды, соответствующую предварительно рассчитанному мертвому объему.

Уровень (горизонт) мертвого объема ($h_{\text{ГМО}}$) составит:

$$h_{\text{ГМО}} = \underline{\hspace{10em}} = \underline{\hspace{2em}} \text{ м.}$$

Если глубина воды составит более 1,5 м, то мертвый объем оставляют вычисленной величиной.

Если же глубина меньше 1,5 м, то горизонт мертвого объема устанавливается на уровне 1,5–2,0 м. На топографической характеристике указывают уточненную отметку горизонта мертвого объема (ГМО) и определяют величину мертвого объема:

$$V_{\text{мо.}} = \underline{\hspace{10em}} \text{ м}^3.$$

Сумма мертвого и полезного объемов составит промежуточную величину – *расчетный объем*:

$$V_{\text{расч.}} = V_{\text{мо.}} + V_{\text{полезн.}} = \underline{\hspace{10em}} = \underline{\hspace{2em}} \text{ м}^3.$$

Расчетный объем откладывают на топографической характеристике (пунктирной линией) и определяют по батиграфической кривой площадь зеркала воды на уровне расчетного объема:

$$S_{\text{расч.}} = \underline{\hspace{2em}} \text{ м}^2.$$

При определении *объема потерь* учитываются потери на испарение, фильтрацию, заиление и льдообразование:

$$V_{\text{потерь}} = V_{\text{исп.}} + V_{\text{ф.}} + V_{\text{з.}} + V_{\text{льд.}} = \text{_____} \text{ м}^3.$$

Потери воды на испарение ($V_{\text{исп.}}$) с водной поверхности зависят от температуры воды и воздуха, влажности воздуха и скорости ветра и определяются по формуле:

$$V_{\text{исп.}} = \Pi_{\text{исп.}} \cdot \frac{S_{\text{расч.}}}{2} = \text{_____} \cdot \text{_____} = \text{_____} \text{ м}^3,$$

где:

$\Pi_{\text{исп.}}$ – слой воды на испарение, принимается для лесной зоны 0,4–0,5 м, лесостепной – 0,6, степной – 0,7–0,8 м;

$S_{\text{расч.}}$ – площадь зеркала воды на горизонте расчетного объема, м².

Поскольку объект проектируется в _____ области, _____ зоне, то $\Pi_{\text{исп.}} = \text{_____}$ м.

Потери на фильтрацию ($V_{\text{ф.}}$) рассчитывают по формуле:

$$V_{\text{ф.}} = \Pi_{\text{ф.}} \cdot \frac{S_{\text{расч.}}}{2} = \text{_____} \cdot \text{_____} = \text{_____} \text{ м}^3.$$

Фильтрация воды из пруда происходит через тело плотины, в обход нее, под плотиной, через ложе пруда, и величина ее зависит от водопроницаемости и механического состава грунта, формы берегов. По рекомендациям профессора М. В. Потапова приближенно слой фильтрационных потерь в год можно принимать по табл. 12.

Таблица 12

Потери воды на фильтрацию из прудов

Гидрологические условия балки	Величина фильтрации в год	
	слой воды, м	от объема пруда, %
Водонепроницаемые грунты при близком залегании грунтовых вод (хорошие условия)	0,5	5–10
Слабоводопроницаемые грунты (средние условия)	0,5–1,0	10–20
Хорошо водопроницаемые неводоносные грунты (плохие условия)	1,0–2,0	20–40

Поскольку почвогрунт балки _____, грунты _____, гидрологические условия балки _____, то величина фильтрации воды в год составляет $\Pi_{\text{ф.}} = \text{_____}$ м.

Потери воды за счет заиления ($V_{\text{з.}}$) зависят от состояния водосбора, степени его распаханности и облесенности. При облесенном нераспаханном водосборе средний слой заиления ($\Pi_{\text{з.}}$) равен 1,7–4,0 см в год, при распаханном водосборе заиление может достигать 20–22 см в год. Потери на заиление рассчитывают по формуле:

$$V_{\text{з.}} = \Pi_{\text{з.}} \cdot \frac{S_{\text{расч.}}}{2} = \text{_____} \cdot \text{_____} = \text{_____} \text{ м}^3.$$

Поскольку _____

а также степень лесистости _____ области (на сколько процентов территория области покрыта лесами, если при более 50 % – территория считается облесенной) составляет _____ %, поэтому водосбор характеризуется как распаханый, необлесенный, $P_3 =$ _____ м в год.

Потери на льдообразование ($V_{\text{льд.}}$) зависят от климатических факторов. Слой воды на льдообразование ($P_{\text{льд.}}$) принимают равным 0,5–1,2 м. Потери на льдообразование рассчитывают в том случае, если пруд проектируется для бытовых нужд и водопотребления:

$$V_{\text{льд.}} = P_{\text{льд.}} \cdot \frac{S_{\text{расч.}}}{2} = \underline{\hspace{2cm}} \cdot \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}^3.$$

Общий объем воды в пруду составит:

$$V_{\text{НПГ}} = V_{\text{мо.}} + V_{\text{полезн.}} + V_{\text{потерь}} = \underline{\hspace{4cm}} \text{ м}^3.$$

Найденный объем откладывается на топографической характеристике, уровень воды называют *нормальным подпорным горизонтом* (НПГ) – это высший подпорный уровень, который плотина может поддерживать в течение длительного времени при нормальной эксплуатации всех сооружений.

По графику определяют площадь зеркала воды на уровне НПГ:

$$S_{\text{НПГ}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}^2.$$

Резервный (форсировочный) объем. В результате весеннего снеготаяния, длительных ливней с водосборной площади в пруд может поступать большое количество воды. В этом случае объем притока будет превышать расход воды, и вода в пруду может подниматься над НПГ. Объем форсировки (резервный объем), располагающийся выше НПГ, служит для сохранения паводковых вод, пропускаемых через водосбросные сооружения. Наивысший горизонт при пропуске наибольшего весеннего паводка называют *максимальным подпорным, или горизонтом высоких вод* (ГВВ).

При объеме пруда ниже НПГ менее 30 тыс. м³ на форсировку целесообразно (экономически) добавлять до 0,5 м; при объеме 30–100 тыс. м³ – до 1,0 м; при объеме более 100 тыс. м³ – до 1,5 м.

Поскольку $V_{\text{НПГ}} =$ _____ м³, то на форсировку добавляем _____ м.

Таким образом, полный объем пруда складывается из объема на НПГ и резервного объема. Установив на топографической характеристике уровень (горизонт) высоких вод, определяют площадь и объем пруда:

$$V_{\text{ГВВ}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}^3;$$

$$S_{\text{ГВВ}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}^2.$$

Задание 6. Рассчитайте параметры плотины.

Высота плотины рассчитывается с учетом глубины пруда в самом глубоком месте у плотины ($h_{\text{ГВВ}}$), запаса на осадку плотины и волнобой:

$$H_{\text{пл.}} = h_{\text{ГВВ}} + h_{\text{волн.}} + h_{\text{ос.}} = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м},$$

где $H_{пл.}$ – высота плотины, м;

$h_{ГВВ}$ – глубина пруда у плотины на уровне ГВВ, м;

$h_{волн.}$ – запас на волнобой, м;

$h_{ос.}$ – запас на осадку плотины (5–10 % от $h_{ГВВ}$).

Глубина пруда у плотины на уровне ГВВ определяется по топографической характеристике пруда – от дна пруда у плотины до ГВВ:

$$h_{ГВВ} = \underline{\hspace{10em}} \text{ м.}$$

Гребень плотины должен быть выше ГВВ настолько, чтобы волны, поднятые ветром, не набегали на него. Запас на волнобой рассчитывается по формуле Е. А. Замарина (Замарин, 1961):

$$h_{волн} = 0,7 + 0,1Z = \underline{\hspace{10em}} = \underline{\hspace{10em}} \text{ м,}$$

где Z – длина по оси пруда, км; определяется на плане балки с горизонталями от оси плотины до горизонтали уровня ГВВ; $Z = \underline{\hspace{10em}}$ км.

Запас на осадку плотины берется 5–10 % от $h_{ГВВ}$:

$$h_{ос.} = \underline{\hspace{10em}} = \underline{\hspace{10em}} \text{ м.}$$

Ширина гребня плотины (a) принимается в зависимости от высоты плотины; а также если плотина непроезжая, то ширина принимается по табл. 13, если плотина проезжая – по табл. 14 с учетом категории дорог.

Таблица 13

Ширина гребня плотины

Высота плотины, м	Ширина гребня, м
до 6	3–4
6–10	4–5
10 и более	5–7

Таблица 14

Ширина гребня плотины для разных категорий дорог

Ширина гребня плотины	Категории дорог общей сети					Сельскохозяйственные дороги	
	I	II	III	IV	V	I группа	II группа
	27,5	15	12	10	8	8,0	8,0–6,5

Поскольку плотина _____, $H_{пл.} = \underline{\hspace{10em}}$ м, категория дорог общей сети _____, сельскохозяйственные дороги _____ группы, то ширина гребня $a = \underline{\hspace{10em}}$ м.

Крутизна откосов плотины характеризуется коэффициентом откоса (m). Коэффициент откоса – это отношение заложения откоса (l) к высоте плотины ($H_{пл.}$) или $\text{ctg } \alpha$, вычисляется по формуле:

$$m = \frac{l}{H_{пл.}}$$

Коэффициенты откосов зависят от вида грунта и высоты плотины. Мокрый, или верховой откос делают более пологим, т. к. он испытывает давление воды и разрушающее действие волнобой (табл. 15).

Таблица 15

Коэффициенты заложения откосов низконапорных земляных плотин

Грунты	Коэффициенты откосов при высоте плотины		
	до 5 м	5–10 м	10–12 м
Суглинистые:			
– верховой	2,50	2,75	3,00
– низовой	1,75	2,00	2,25
Супесчаные:			
– верховой	3,00	3,25	3,50
– низовой	2,00	2,25	2,50
Песчаные:			
– верховой	3,50	3,75	4,00
– низовой	2,50	2,75	3,00

Поскольку строительный грунт _____, высота плотины составляет _____ (_____ м), то

коэффициент верхового (мокрого) откоса $m_v =$ _____;

коэффициент низового (сухого) откоса $m_n =$ _____.

Ширина основания (подошва) плотины рассчитывается по формуле:

$$A = a + H_{пл.} \cdot (m_v + m_n) = \text{_____} \text{ м,}$$

где

A – ширина основания плотины, м;

a – ширина гребня плотины, м;

$H_{пл.}$ – высота плотины, м;

m_v – коэффициент верхового (мокрого) откоса;

m_n – коэффициент низового (сухого) откоса.

Задание 7. Выберите и обоснуйте тип плотины.

Примеры выбора типа плотины в зависимости от строительного грунта и грунтов балки приведены в табл. 16.

Поскольку мощность _____ грунта под плотиной составляет _____ м и строительный грунт _____, то проектируем _____ плотину _____.

В теле плотины противofильтрационные устройства устраивают в виде ядра или экрана. Под плотиной задерживают фильтрацию воды замок или зуб со шпунтовым рядом, по мокрому откосу – понур.

Ядро _____

Высота ядра $H_{яд.} = h_{ГТВ} =$ _____ м.

Гребень ядра $a_{яд.} =$ _____ (принимается от 1,5 до 2,5) м.

Заложение откосов при $H_{пл.} =$ _____ м составит $\ell_{яд.} =$ _____ м.

Основание ядра $A_{яд.} = a + 2 \ell_{яд.} =$ _____ = _____ м.

Длина ядра $L_{яд.} =$ _____ м.

Таблица 16

Рекомендуемые типы низконапорных земляных плотин
и противодиффузионных устройств

Грунты оснований, мощность, м	Строительные грунты, К – коэффициент фильтрации, м/сут.		
	пески крупно-, средне-, мелко-зернистые, К = 1,00–0,75	легкий суглинок, супесь, К = 0,05–0,7	средние и тяжелые суглинки, К = 0,005–0,05
Водо- непроницаемые	Плотина с ядром	Плотина с экраном	Однородная плотина с дренажем и защитным покрытием откосов
Водо- проницаемые, до 3 м	Плотина с ядром и замком	Плотина с замком и экраном	Однородная плотина с замком, дренажем и защитным покрытием откосов
Водо- проницаемые, от 3 до 6 м	Плотина с ядром, зубом и шпунтовым рядом	Плотина с экраном, зубом и шпунтовым рядом	Однородная плотина с зубом, шпунтовым рядом и защитным покрытием откосов
Водо- проницаемые, более 6 м	Плотина с ядром, зубом, шпунтовым рядом и понуром	Плотина с экраном, зубом, шпунтовым рядом и понуром	Однородная плотина с зубом, шпунтовым рядом, понуром и защитным покрытием откосов

Экран _____

Высота экрана $H_{\text{эк}} = h_{\text{ГТВ}} =$ _____ м.

Гребень экрана $a_{\text{эк}} = 0,8$ м.

Основание экрана $A_{\text{эк}} =$ _____ м (не менее 2 м).

Длина экрана $L_{\text{эк}} =$ _____ м.

Замок _____

Ширина по дну $b_3 = 1$ м.

Коэффициенты откосов $m_3 =$ _____ (чем глубже канал, тем более пологим должен быть откос канала).

Глубина замка $T_3 = T$ водопроницаемого слоя + 0,6 = ____ + 0,6 = ____ м.

Ширина по верху $B_3 = b_3 + 2 \cdot m_3 \cdot T_3 = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

Заложение откосов $l_3 = T_3 \cdot m_3 = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

Длина замка $L_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

Зуб со шпунтовым рядом _____

Ширина по дну $b_{зуб} = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

Коэффициенты откосов ($m_{зуб}$) = _____.

Глубина зуба $T_{зуб} = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

Ширина по верху $B_{зуб} = b_{зуб} + 2 \cdot m_{зуб} \cdot T_{зуб} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

Заложение откосов $l_{зуб} = T_{зуб} \cdot m_{зуб} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

Высота шпунтового ряда $H_{шп.р.} = 0,5$ м (врезается в зуб) + 1 м (врезается в водоупор) + величина слоя от основания зуба до поверхности водоупора (T водопроницаемого слоя – $T_{зуб}$):

$H_{шп.р.} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

Длина зуба и шпунтового ряда $L_{з,шп.р.} = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

Понур _____

Толщина понура составляет $0,1h_{ГВВ} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

Протяженность понура (5–8) $h_{ГВВ} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

Дренаж _____

Высота дренажа $H_{др} = 1/4 - 1/5$ высоты плотины = _____ = ____ м.

Ширина дренажа $Ш_{др} = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

Длина дренажа $L_{др} = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

Задание 8. Постройте поперечный профиль плотины.

Поперечный профиль плотины является основным чертежом, отражающим конструкцию плотины. Представлен на рис. 18.

На рис. 18 указываются вертикальная шкала с отметками высот, все параметры плотины, размеры противофильтрационных устройств и дренажа, если они проектируются, отметки характерных горизонтов воды в пруду (ГМО, НПГ, ГВВ), глубина залегания водоупора.

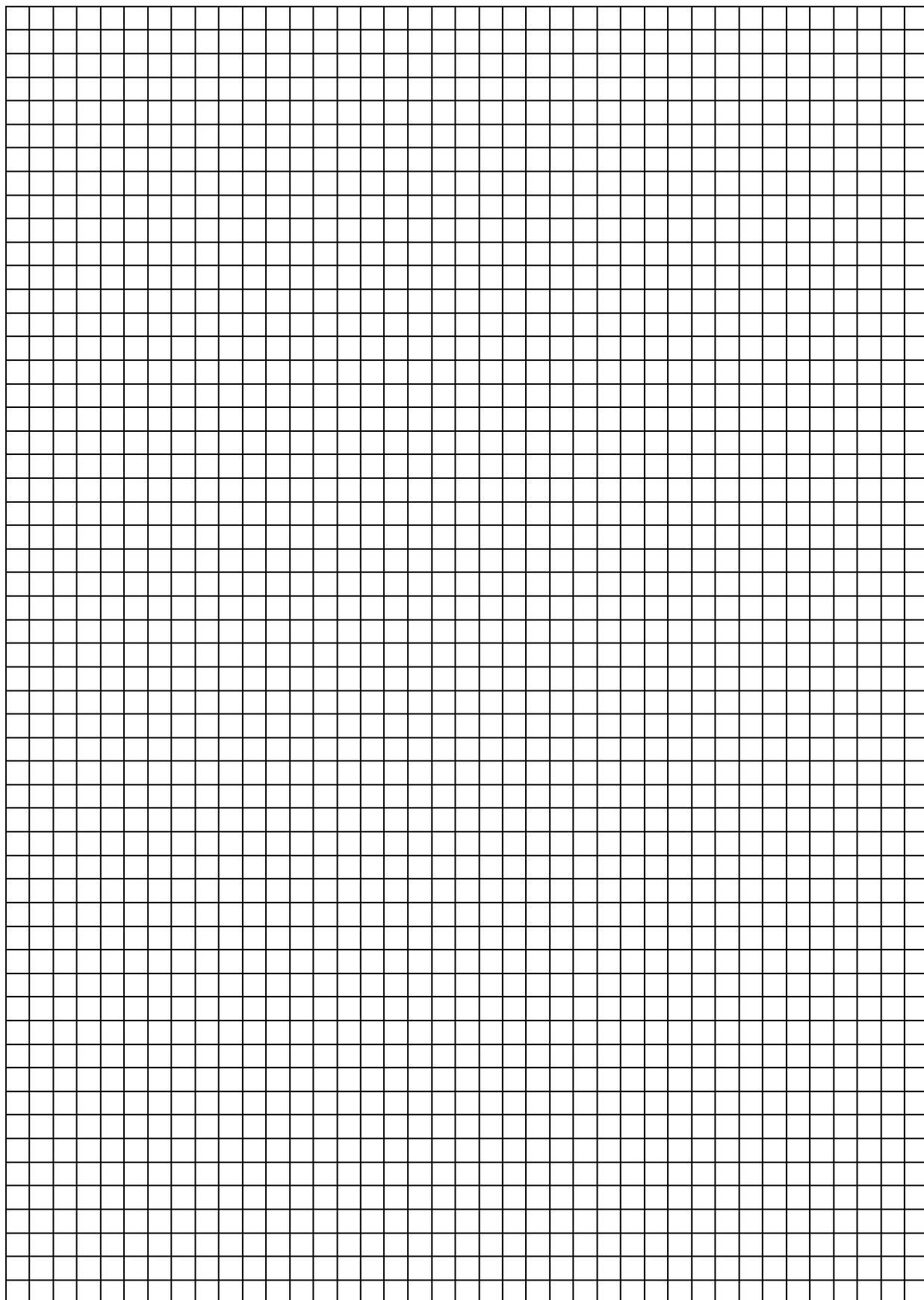


Рис. 18. Поперечное сечение плотины. Масштаб _____

Схема поперечного профиля системы защитных насаждений вокруг пруда представлена на рис. 20.

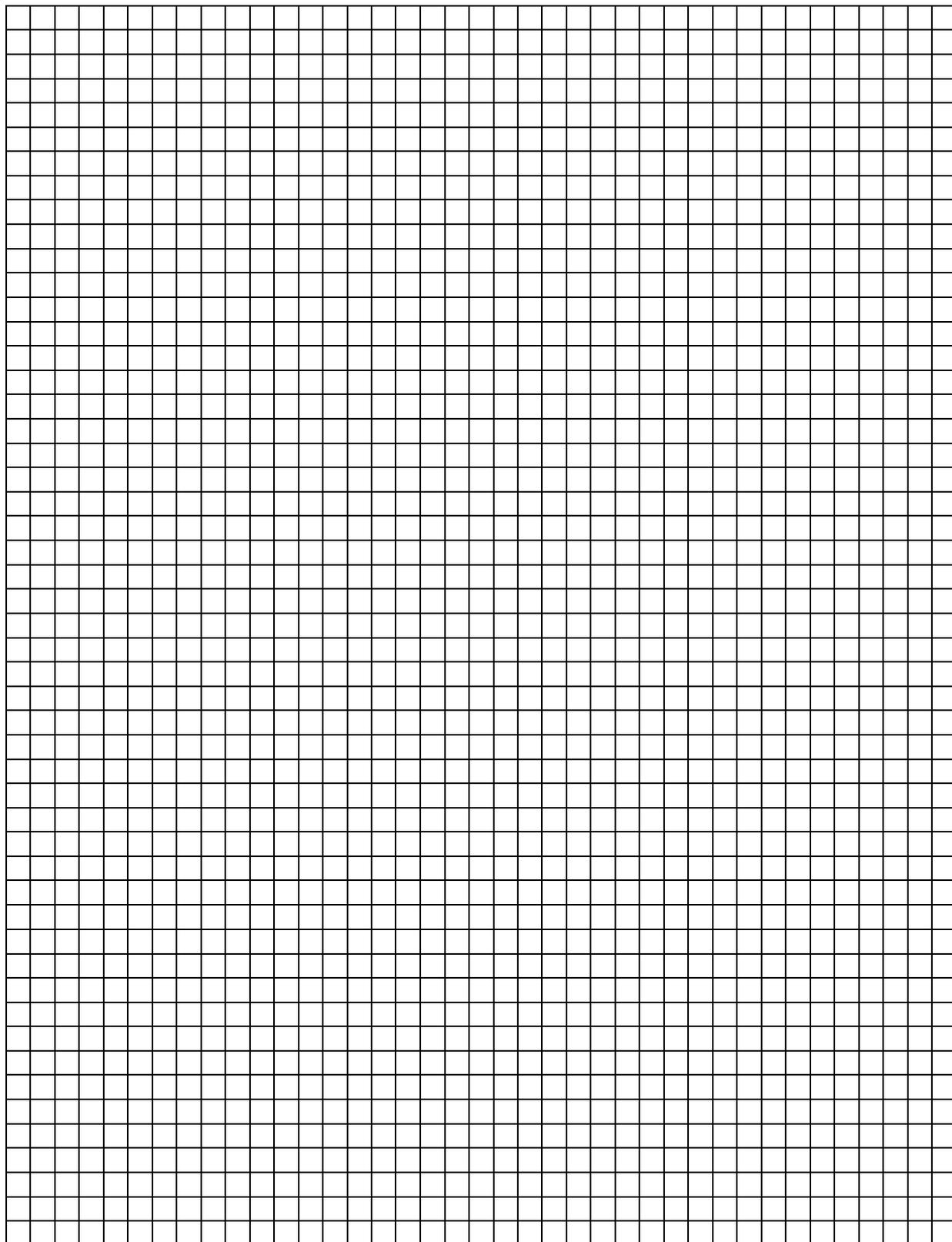


Рис. 20. Схема поперечного профиля системы защитных насаждений вокруг пруда