

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Романчук Иван Сергеевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 12.01.2026 16:51:32

Уникальный программный ключ:

6319edc2b582ffdacea443f01d5779368d0957ac34f5cd074d81181530452479

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ»

**АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ**

В соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ
«Об образовании в Российской Федерации» ТюмГУ является
правопреемником ГАУ Северного Зауралья и продолжает
реализовывать образовательные программы по соответствующим
видам, уровням и условиям обучения, в том числе с сохранением
всех существующих форм и условий обучения

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
для практических занятий по дисциплине «Мелиорация»
для студентов направления 35.03.04 «Агрономия» профиля
«Агрономия», направления 35.03.03 «Агрохимия и
агропочвоведение» профиля «Агроэкология»

Тюмень, 2020

УДК 631.6
ББК 40.6
У91

Составитель: М.Г. Касторнова, канд.с.-х. наук, доцент

Рецензенты:

Л.Н. Скипин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры техносферной безопасности ТИУ,

Н.В. Санникова, кандидат сельскохозяйственных наук, зав.кафедрой экологии и рационального природопользования ГАУ СЗ

У91 Учебно-методическое пособие для практических занятий по дисциплине «Мелиорация»/ Сост. М.Г. Касторнова.– Тюмень: ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2020. – 87 с.

Учебно-методическое пособие разработано для студентов направления 35.03.04 «Агрономия» профиля «Агрономия», направления 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение» профиля «Агроэкология».

Рекомендовано к изданию методической комиссией Агротехнологического института ГАУ Северного Зауралья, протокол № 8 от 27 мая 2019 г.

© Касторнова М.Г., 2020
© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
ТЕМА 1. Пруд и земляная плотина.....	5
ТЕМА 2. Вероятностная оценка природных факторов при мелио- ративных расчетах.....	19
ТЕМА 3. Режим орошения сельскохозяйственных культур.....	23
ТЕМА 4. Способы орошения.....	29
ТЕМА 5. Оросительная система.....	33
ТЕМА 6. Удобрительное орошение сточными водами.....	42
ТЕМА 7. Предупреждение вторичного засоления и промывка засоленных земель.....	46
Глоссарий.....	54
Библиографический список.....	70
Приложения.....	73

ВВЕДЕНИЕ

Целью изучения дисциплины «Мелиорация» является формирование у студентов современного представления о «мелиорации» как о системе организационно-хозяйственных, технических и социально-экономических мероприятий, направленных на улучшение неблагоприятных условий (почвенных, климатических, гидрологических и др.) для повышения плодородия почвы и обеспечения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Задачами преподавания дисциплины являются:

- изучение теоретических основ регулирования водного и, связанных с ним, воздушного, пищевого, теплового и солевого режимов почв, в сочетании с соответствующей агротехникой для обеспечения оптимальных условий роста и развития сельскохозяйственных культур;
- владение методами создания и поддержания оптимальных условий в системе почва-растение-атмосфера для успешного возделывания сельскохозяйственных культур без снижения экологической устойчивости агромелиоративных ландшафтов.

Данное учебно-методическое пособие содержит темы практических занятий, которые соответствуют рабочей программе курса «Мелиорация» для студентов направления 35.03.04 «Агрономия» профиля «Агрономия», направления 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение» профиля «Агроэкология».

В учебно-методическом пособии приведены расчеты проектирования пруда и земляной плотины, вероятностной оценки природных факторов, режима орошения сельскохозяйственных культур, элементов оросительной системы, гидравлические расчеты каналов и трубопроводов, а также расчеты оросительной нормы освещенных животноводческих стоков и промывной нормы.

Каждая тема содержит цель и задачи занятий, а так же практическое задание, рассчитанное на индивидуальную работу студентов.

Учебно-методическое пособие направлено на реализацию таких компетенций, как уметь проводить оценку и группировку земель по их пригодности для сельскохозяйственных культур и оптимизировать водный режим растений на мелиорируемых землях.

ТЕМА 1. ПРУД И ЗЕМЛЯНАЯ ПЛОТИНА

Цель занятий: запроектировать пруд и земляную плотину.

Задачи: выполнить гидрологические и водохозяйственные расчеты пруда, определить конструкцию и параметры земляной плотины. Начертить поперечный и продольный профили плотины.

Прудом условно принято считать водоем, в котором скапливается не более 1 млн. м³ воды, более 1 млн. м³ – водохранилищем. Пруды накапливают воду местного стока для нужд сельского хозяйства, орошения, водоснабжения, разведения рыб, водоплавающей птицы и других целей.

Чтобы создать пруд, строят чаще всего земляную плотину. Для проектирования плотины и определения емкости создаваемого пруда необходимо произвести топографическую съемку местности, а также гидрологические, гидрогеологические и гидрометрические изыскания. Но, прежде всего надо выбрать место под плотину. Это место должно отвечать целому ряду требований:

- возможность создания пруда необходимой емкости;
- балка должна быть достаточно глубокой, глубина воды у плотины не менее 4-6 м, а в средней части пруда – 2-3 м, чтобы вода не прогревалась, и водоем не зарастал травой;
- продольный уклон дна балки допускается в пределах 0,0005-0,01;
- достаточная водоудерживающая способность ложа будущего пруда;
- балка должна иметь узкое место (в нижней трети) для устройства плотины с меньшим объемом земляных работ;
- в откосах балки не должно быть действующих оврагов;
- необходимо предусмотреть место для устройства водосбросного сооружения;
- наличие строительных материалов и подъездных путей.

Задание 1. Выбрать место под пруд и земляную плотину, определить глубину и уклон дна балки, показать створ плотины на плане балки.

Для выбора места под пруд используйте план балки и план прилегающего к балке водосбора.

1. Определение глубины балки:

$$h_6 = H_B - H_n, \text{ м} \quad (1)$$

где,

h_6 – общая глубина балки, м,

H_B и H_H – отметки самой высокой и самой низкой точек балки, м.

2. Определение среднего продольного уклона дна балки.

Для определения уклона на горизонталях верхней и нижней частей дна балки назначают точки А и Б (рис. 1). Определите разность отметок этих точек. Измерьте расстояние между точками А и Б по плану балки, с учетом масштаба, найдите средний уклон дна балки по формуле:

$$i = \frac{h}{l_{AB}}, \quad (2)$$

где,

h – разница отметок точек А и Б, м

l_{AB} – расстояние между точками А и Б, м.

3. Установление места створа плотины на плане.

Линию оси плотины нанесите на план карандашом перпендикулярно общему направлению балки. Длина будущей плотины не должна быть очень большой (200-300 м). Створ плотины проектируют в самом узком месте балки, в нижней ее трети (рис. 1). После установления створа плотины определите отметку дна пруда H_d .

4. При назначении места плотины следует предусмотреть в дальнейшем необходимость устройства водосбросного канала, нужного для сброса излишней воды во время паводков или ливневых дождей.

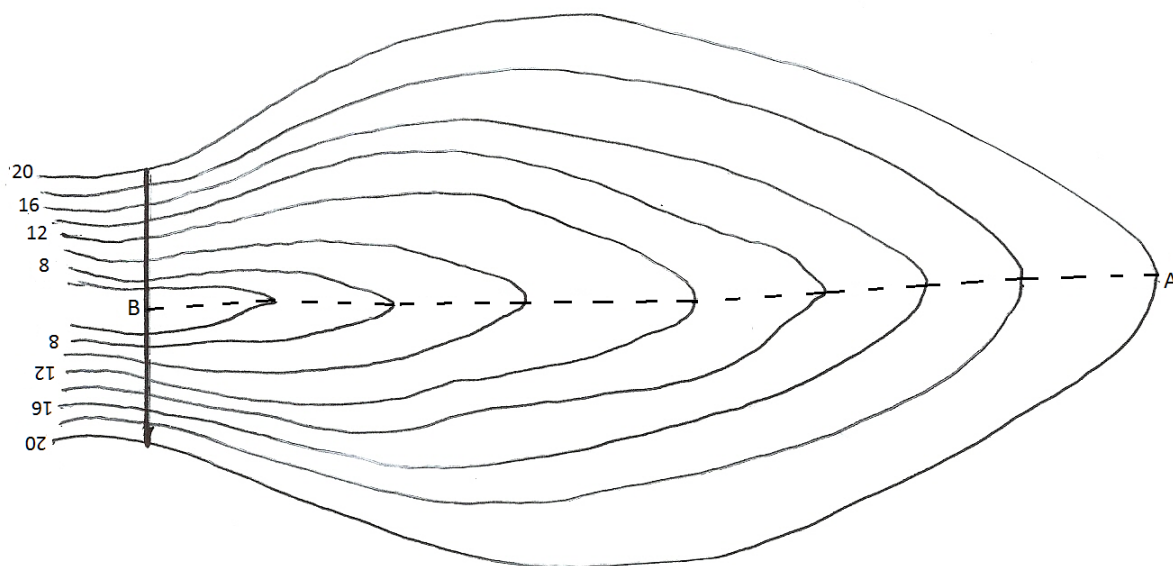


Рис 1. План балки (М 1:10000)

Задание 2. Выполнить гидрологические и водохозяйственные расчеты пруда

В задачу гидрологических расчетов входит определение величины водосборной площади пруда для выбранного створа плотины, годового притока воды (V_p), мертвого ($V_{мо}$) и полного объемов ($V_{пол}$), нормального подпорного уровня (НПУ), потерь воды на фильтрацию ($V_{ф}$) и испарение ($V_{исп}$), а также полезного объема ($V_{плз}$).

2.1 Определение водосборной площади

Водосборной площадью называется часть площади, расположенной выше створа плотины, поверхностный сток, с которой поступает в проектируемый пруд. Она ограничивается водораздельной линией.

Размер водосборной площади определяется по плану местности, прилегающей к балке, в масштабе, для чего нужно, исходя из указанных выше требований, предъявляемых к выбору места для створа плотины, произвести следующие действия.

1. Перенесите линию оси плотины с плана балки на план водосбора, учитывая нужное уменьшение ее длины в соответствии с новым масштабом (рис. 2).

2. Нанесите на план водораздельную линию для намеченного створа плотины. Построение водораздельной линии начинайте от плотины, проводите от руки, не пользуясь линейкой, линию пути стекания той крайней струйки воды, которая, двигаясь по поверхности почвы по линии наибольшего уклона, т.е. перпендикулярно направлению горизонталей, должна быть, задержана плотиной, эта линия должна быть четко обозначена на плане - она ограничивает водосборную площадь (рис. 2).

3. Определите размеры водосборной площади можно планиметром - более точно, или разбивкой ее на простейшие геометрические фигуры, например, на трапеции, - более грубо. Применяем второй способ. Разбиваем водосборную площадь на трапеции одинаковой высоты, например, 2 см. Измерив, все основания, подсчитываем площадь каждой трапеции, а суммированием находим площадь водосбора. Подсчет водосборной площади ведется по форме, приведенной в качестве примера в таблице 1. Измеренная на плане водосборная площадь определена в см^2 . Для перевода в гектары необходимо учесть масштаб плана.

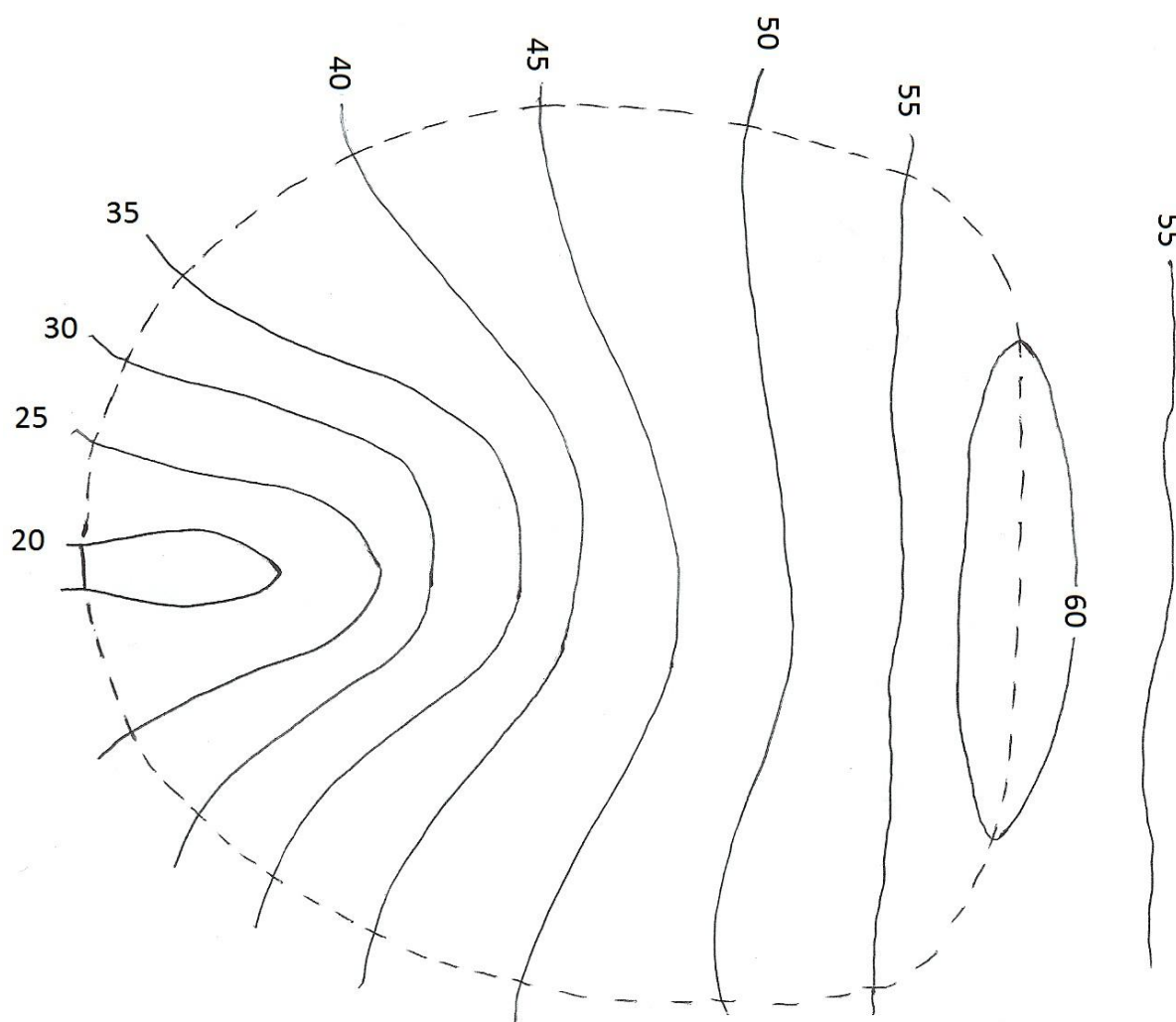


Рис 2. План водосборной площади балки (М 1:50000)

Таблица 1 – Определение водосборной площади

№ трапеции	Длина основания, см		Высота, см	Площадь трапеции, см ²	Площадь водосбора, га
	верхнего	нижнего			
1	6,7	8,4	2	15,1	
2	8,4	8,6	2	17,0	
3	8,6	8,2	2	16,8	
4	8,2	7,4	2	15,6	
5	7,4	6,2	2	13,6	
6	6,2	4,2	2	10,4	
				88,5	

2.2 Определение притока воды в пруд при 80%-ной обеспеченности весеннего стока

Расчет на заполнение пруда для районов неустойчивого увлажнения ведется только на весенние талые воды, которые непременно бывают ежегодно, летние осадки во внимание не принимаются, так как они не всегда выпадают в достаточном количестве.

Расчетный приток 80%-ной обеспеченности характеризуется тем, что 80 раз в столетие фактический приток будет больше расчетного, а 20 раз – меньше расчетного. Упрощая это отношение, можно сказать, что расчет стока 80%-ной обеспеченности в многолетнем разрезе в среднем можно ожидать 4 раза в течение 5 лет, а, следовательно, и наполнение пруда расчетным стоком будет иметь место также 4 раза в 5 лет.

Приток воды в пруд рассчитаем по формуле:

$$V_{80\%} = V_p = 10 \cdot h_{80\%} \cdot w_b, \text{ м}^3 \quad (3)$$

где,

10 – коэффициент перевода слоя стока из мм в м³/га,

$h_{80\%}$ – слой стока воды 80%-ной обеспеченности, мм,

w_b – водосборная площадь, га.

Расчетное количество воды, которое задерживается в пруду весной и в течение последующего вегетационного периода и расходуется из него на орошение, или, иначе говоря, срабатывается, именуется рабочим объемом пруда, который, следовательно, равен объему притока воды в пруд при 80%-ной обеспеченности. Рабочий объем является важным расчетным элементом.

2.3 Составление табличной характеристики и вычерчивание графической зависимости пруда

При наполнении или опорожнении пруда вместе с объёмом будет изменяться его глубина, связанная с отметкой горизонта воды, и площадь его водного зеркала. Эта зависимость легче всего устанавливается по графической характеристике пруда, построение которой должно вестись в следующей последовательности:

1. Определить ёмкость чаши пруда в предположении послойного его заполнения. Послойное заполнение чаши пруда показано на рисунке 3.

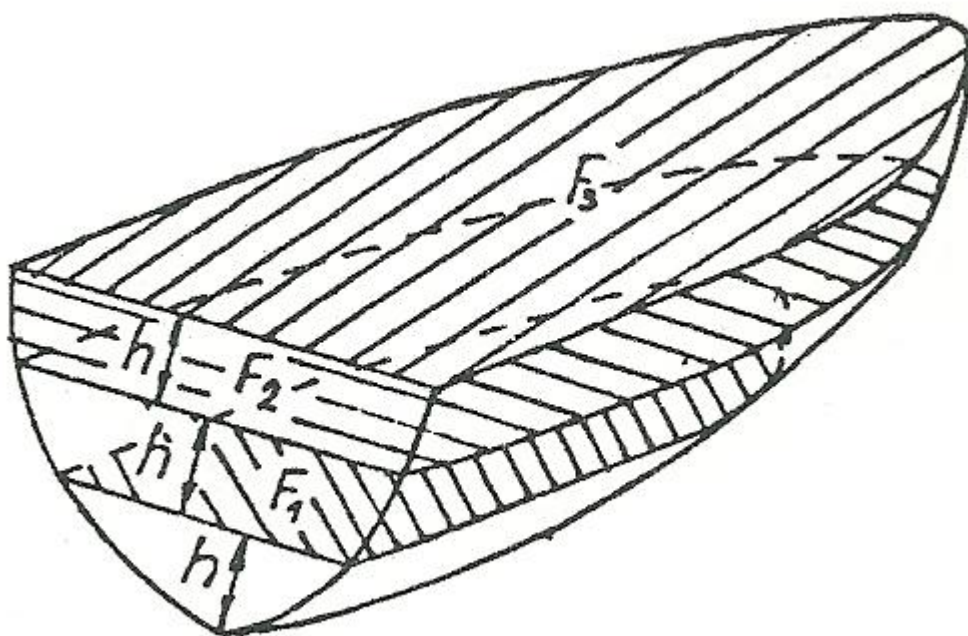


Рис 3. Послойное заполнение чаши пруда

Вычисляя послойные площади зеркала водной поверхности пруда и объёма при заполнении балки, получаем следующую табличную характеристику пруда (табл. 2).

Таблица 2 – Характеристика пруда

Отметка горизонта воды, м	Глубина воды у плотины, м	Площадь водного зеркала F , га	Средняя площадь водного зеркала $F_{ср}$, га	Высота слоя воды h , м	Объём воды V , тыс.м ³	Суммарный объём воды V , тыс.м ³
6	0	0,3	0	0	0	0
8	2	0,9	0,6	2	12	12
10	4	3,7	2,3	2	46	58
12	6	7,8	5,8	2	116	174
14	8	12,8	10,3	2	206	380
16	10	20,2	16,5	2	330	710
18	12	30,0	25,1	2	502	1212
20	14	41,0	35,5	2	701	1913

2. На основании данных табл. 2 следует построить графическую характеристику пруда (рис. 4).

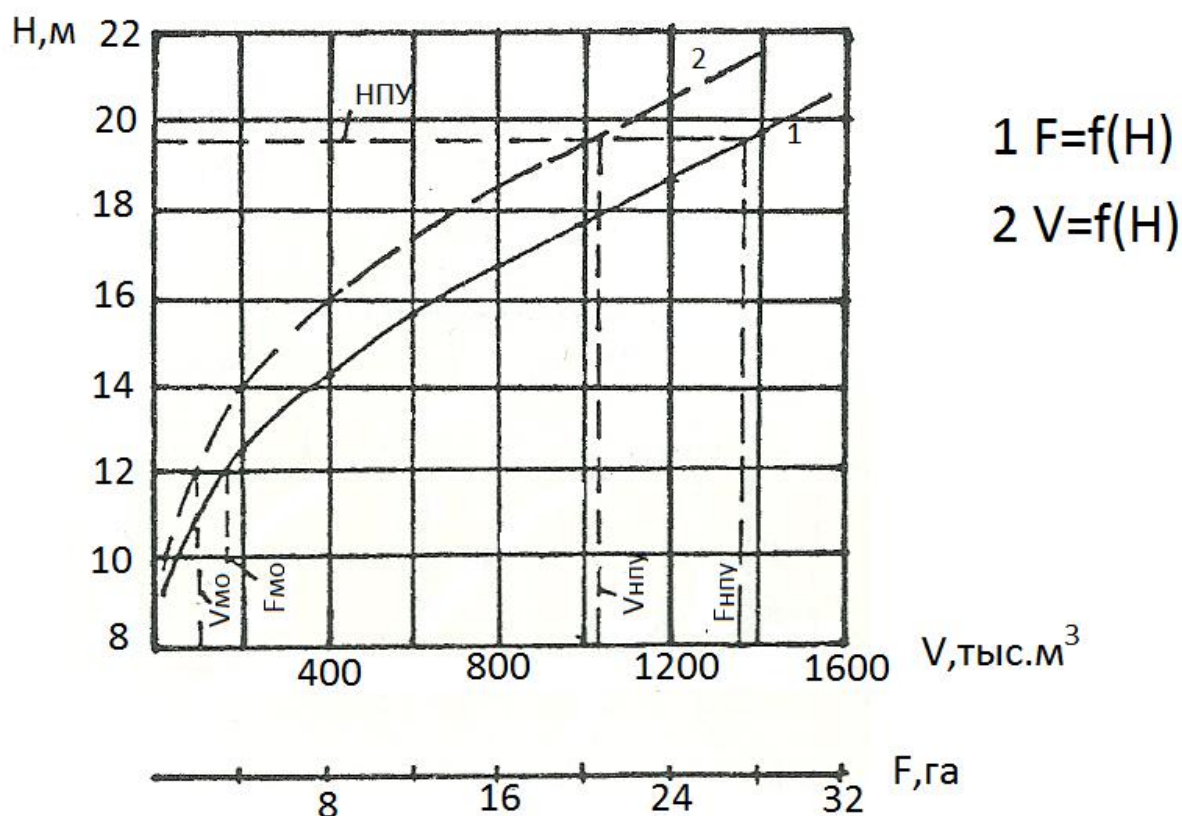


Рис 4. Графическая характеристика пруда

Для построения её на одном чертеже изображаются зависимости:

- а) отметок горизонта воды в пруду (H) и соответствующих им объёмов воды (V);
- б) отметок горизонтов воды в пруду (H) и соответствующих им площадей водного зеркала (F) пруда.

Первая зависимость определяется кривой $V=f(H)$, вторая - кривой $F=f(H)$. Построение следует вести на листе миллиметровой бумаги формата А-4.

2.4 Определение мёртвого объёма пруда и площади его водного зеркала

Мёртвый объём ($V_{\text{мо}}$) – это придонная часть объёма воды в пруду, которая не расходуется на орошение и водоснабжение.

Он необходим для аккумуляции наносов, создания подпора воды в случае самотечной её подачи на поля, не промерзания дна пруда, санитарных, хозяйственных и культурно-бытовых нужд (разведение рыбы, водоплавающей птицы, водопоя скота, устройства купален, лодочных станций и т. д.).

Мёртвый объём определяется из условий возможного заиления пруда, необходимости зимовки маточного стада рыб с учётом образования поверхностного и донного льда и т.д.

По санитарным требованиям глубину мёртвого объёма перед плотиной принимают $h_{\text{мо}} = 2-3$ м. При такой глубине не происходит интенсивного зарастания пруда.

Задаваясь величиной глубины мёртвого объёма, определяют отметку воды $H_{\text{мо}}$ и площадь водного зеркала $F_{\text{мо}}$ (рис.4).

Все построения для определения $F_{\text{мо}}$, $H_{\text{мо}}$ и $V_{\text{мо}}$ должны быть сделаны на графической характеристике пруда (рис.4).

2.5 Определение полного объёма пруда

Мертвый объем пруда заполняется один раз, в первый же год его работы. В последующие годы при весеннем снеготаянии в пруд поступает, сверх находящегося в нем мертвого объема, весенний сток $h_{80\%}$, соответствующий рабочему объему пруда (V_p). Если в пруду заполнен весь рабочий объем и находится мертвый объем, то в нем устанавливается нормальный проектный или подпорный уровень воды (НПУ), который соответствует полному объему пруда.

Полный объем пруда определяем по формуле:

$$V_{\text{пол}} = V_{\text{мо}} + V_p, \text{ м}^3 \quad (4)$$

где,

$V_{\text{мо}}$ – мертвый объем пруда, м^3 ,

V_p – рабочий объем пруда, м^3 .

Построением на графической характеристике найти, пользуясь, кривой $V=f(H)$, отметку горизонта воды НПУ, соответствующую полному объему $V_{\text{нпу}}$. На шкале объемов находим значение $V_{\text{пол}}$ восстанавливаем перпендикуляр до кривой объемов $V=f(H)$ и из точки пересечения проводим горизонтальную линию до шкалы отметок. Находим отметку полного объема $H_{\text{нпу}}$.

По графической характеристике, пользуясь, кривой $F=f(H)$, определить для найденного значения НПУ площадь зеркала пруда $F_{\text{нпу}}$.

Глубина воды у плотины будет равна:

$$h_{\text{нпу}} = H_{\text{нпу}} - H_{\text{д}}, \text{ м} \quad (5)$$

где,

$H_{\text{нпу}}$ – отметка горизонта воды при НПУ, м

$H_{\text{д}}$ – отметка дна пруда, м.

2.6 Определение потерь из пруда и вычисление его полезного объема

При хранении воды в пруду происходят непрерывные потери ее на:

- испарение с поверхности водного зеркала;
- инфильтрацию в дно и откосы пруда.

Потери следует определить в целом для всего года. Для этого нужно вычислить ту среднюю за год площадь водного зеркала, которая является расчетной при выявлении потерь:

$$F_{\text{ср}} = \frac{F_{\text{мо}} + F_{\text{нпу}}}{2}, \text{ га} \quad (6)$$

где,

$F_{\text{мо}}$ – площадь водного зеркала при мертвом объеме, га,

$F_{\text{нпу}}$ – площадь водного зеркала при полном объеме, га.

Потери, на испарение зависят от географического положения балки и местных климатических условий. Зная величину слоя испарения для данного местоположения балки ($e_{80\%}$) и площадь водного зеркала ($F_{\text{ср}}$), определяем объем годового испарения со всего пруда по формуле:

$$V_{\text{исп}} = 10 \cdot e_{80\%} \cdot F_{\text{ср}}, \text{ м}^3 \quad (7)$$

где,

$e_{80\%}$ – слой воды, расходуемый на испарение, мм.

Потери воды на фильтрацию через ложе пруда рассчитываем по формуле:

$$V_{\text{ф}} = 10 \cdot h_{\text{ф}} \cdot F_{\text{ср}}, \text{ м}^3 \quad (8)$$

где,

$h_{\text{ф}}$ – слой воды, расходуемый на фильтрацию из пруда, мм.

Годовой слой воды, расходуемый на фильтрацию, зависит от геологического строения дна водоема (для суглинистого грунта можно принять этот слой в пределах 0,4 - 0,7 м/год).

Величину объема суммарных потерь воды из пруда определяем по следующей формуле:

$$V_{\text{потерь}} = V_{\text{исп}} + V_{\text{ф}}, \text{ м}^3 \quad (9)$$

Полезный объем пруда, который ежегодно можно изымать из пруда на орошение и водоснабжение, равен рабочему его объему (V_p) за вычетом всех потерь, т.е.:

$$V_{\text{плз}} = V_p - V_{\text{потерь}}, \text{ м}^3 \quad (10)$$

2.7 Определение коэффициента полезного действия (КПД) пруда

КПД служит для оценки степени использования воды при хранении ее в пруду и определяется по формуле:

$$\text{КПД} = \frac{V_{\text{плз}}}{V_p}, \quad (11)$$

После выполнения гидрологических и водохозяйственных расчетов пруда должна быть составлена сводная таблица, в которой представлены основные водохозяйственные показатели (табл.3).

Таблица 3 – Основные водохозяйственные показатели пруда

Наименование объемов пруда	Объем V , тыс.м ³	Площадь водного зеркала F , га	Отметка горизонта воды H , м
Рабочий			
Мёртвый			
Полный			
Потери			
Полезный			

Задание 3. Подобрать конструкцию и определить параметры земляной плотины

1. Конструкция плотины

Для прудов, как правило, проектируют земляные плотины. Основные требования, предъявляемые к ним, заключаются в следующем:

- устойчивость гребня и откосов плотины;
- защищенность верхового и низового откосов от размыва волнами и осадками;
- достаточная прочность и устойчивость основания плотины, исключающая просадки;
- размеры водосбросных сооружений должны не допускать перелива воды через гребень плотины,
- дно и откосы водосброса должны быть укреплены местным материалом, под подошвой плотины необходимо снять дернину и т.д.

Конструкция и параметры плотины принимаются из условия минимальной фильтрации воды через ее тело, а откосы – из условия их устойчивости. Этим требованиям отвечает форма поперечного сечения в виде трапеции (рис.5).

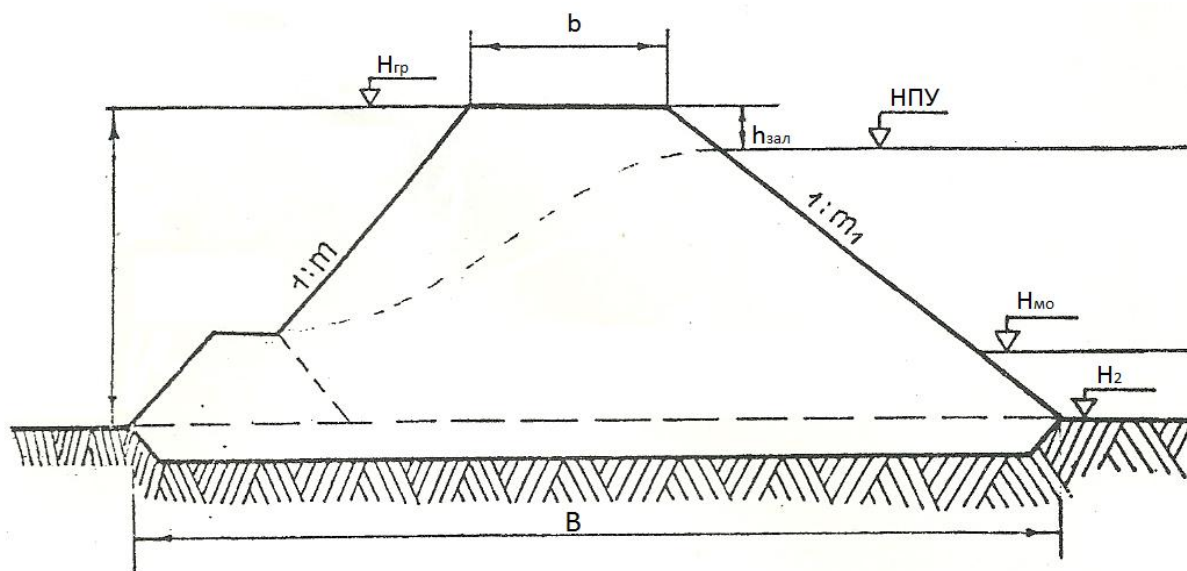


Рис 5. Поперечный профиль плотины

Затем назначают материал, из которого будет сооружаться плотина. В качестве материала для плотин, служащих для сельскохозяйственных нужд, чаще всего принимают среднесуглинистый грунт с содержанием 40-50% песка.

Если плотину проектируют из среднесуглинистого грунта, то коэффициент заложения мокрого откоса можно принять равным 3, а противоположного сухого – 2.

2. Параметры плотины

Для определения высоты плотины необходимо знать отметку гребня плотины и ее подошвы. Отметка подошвы плотины это самое глубокое место дна балки.

Плотину проектируют такой высоты, чтобы ее гребень был выше НПУ на величину запаса $h_{\text{зап}}$ (рис.5).

Запас высоты плотины над НПУ рассчитывают по формуле:

$$h_{\text{зап}} = h_{\text{п}} + h_{\text{к}} + h_{\text{в}}, \text{ м} \quad (12)$$

где,

$h_{\text{п}}$ – кратковременное переполнение пруда во время большого притока тальных вод, принимается 0,4-1,0 м;

$h_{\text{к}}$ – капиллярное непромачивание гребня плотины, в среднем суглинке 1,0-1,5 м;

$h_{\text{в}}$ – величина, учитывающая накат и нагон волны ветром, принимается 0,5-1,0 м.

Отметку гребня плотины определяем по формуле:

$$H_{\text{гр}} = H_{\text{нпу}} + h_{\text{зап}}, \text{ м} \quad (13)$$

где,

$H_{\text{нпу}}$ – отметка горизонта воды при НПУ, м

Определяем высоту плотины:

$$h_{\text{пл}} = H_{\text{гр}} - H_{\text{д}}, \text{ м} \quad (14)$$

где,

$H_{\text{д}}$ – отметка дна пруда, м.

3. Форма и размеры поперечного сечения плотины

Ширину гребня плотины принимают от 5 до 7 метров. Ширину плотины по подошве рассчитывают по формуле:

$$B = m_1 \cdot h + m_2 \cdot h + b, \text{ м} \quad (15)$$

где,

h – высота плотины, м,

m_1 и m_2 – коэффициенты заложения откосов, соответственно мокрого и сухого откосов, м,

b – ширина гребня плотины, м.

Мокрый откос крепят бетонными плитами или камнем, сухой – покрывают дерном или засевают травами.

Для предохранения тела плотины и ее низового откоса от разрушения и для понижения уровня фильтрационных вод в теле плотины устраивают дренажную призму. Высоту дренажной призмы рассчитываем по формуле:

$$h_{\text{др}} = \frac{1}{4} h, \text{ м} \quad (16)$$

где,

h – высота плотины, м.

Ширина дренажной призмы по верху – 1,0-1,5 м. В поперечном сечении дренажная призма имеет форму трапеции с заложением откосов – 2.

Задание 4. Начертить поперечный и продольный профиль земляной плотины

После установления всех размеров плотины необходимо вычертить на миллиметровой бумаге поперечный профиль плотины и показать на нем горизонты воды при мертвом объеме ($H_{\text{мо}}$) и НПУ, отметки гребня плотины $H_{\text{гр}}$ и основания плотины $H_{\text{д}}$ (рис.5).

Кроме поперечного профиля плотины, необходимо вычертить на миллиметровой бумаге продольный профиль по оси плотины в двух масштабах: горизонтальный – 1: 1000, вертикальный – 1:100 (рис.6).

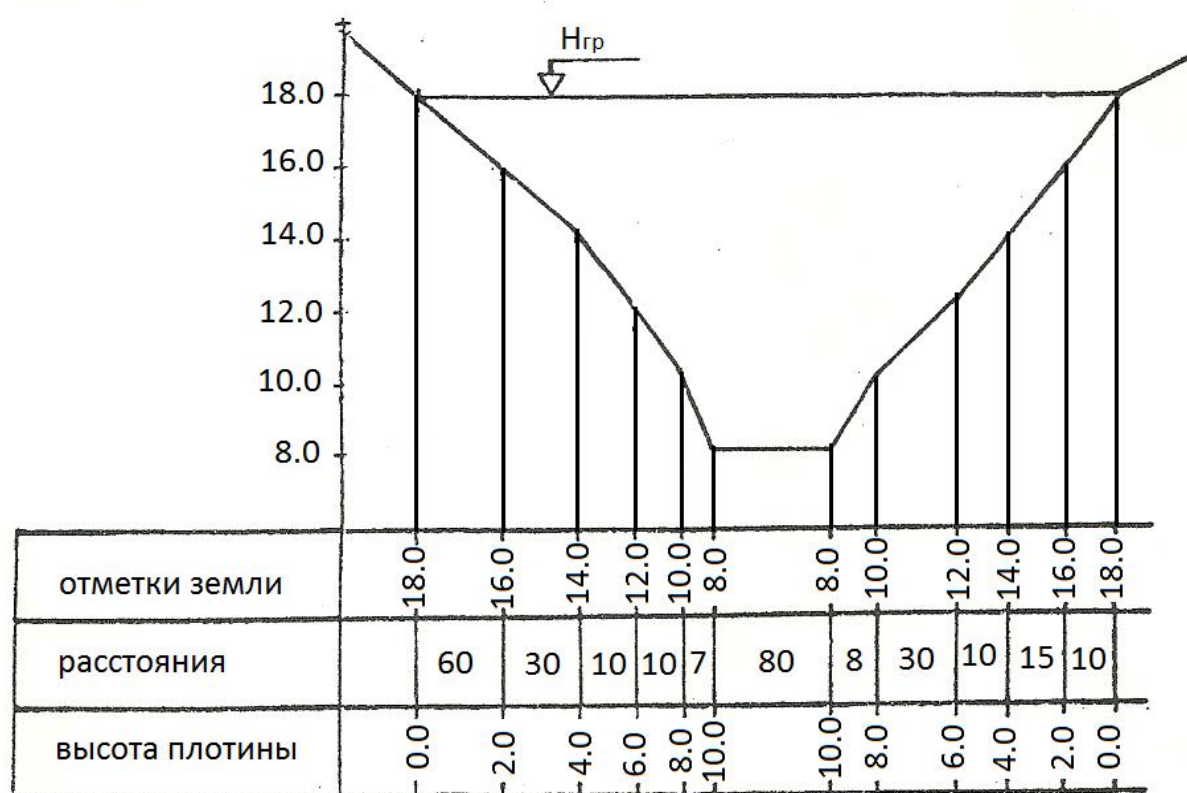


Рис 6. Продольный профиль по оси плотины

ТЕМА 2. ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ МЕЛИОРАТИВНЫХ РАСЧЕТАХ

Цель занятий: применить вероятностную оценку природных факторов при мелиоративных расчетах.

Задачи: построить кривую обеспеченности осадков и рассчитать % обеспеченности осадков.

Вероятностную оценку гидрологических, метеорологических и других параметров (осадков, температур, дренажного стока, весенних и осенних паводков и др.) применяют для расчета мелиоративных систем, которая основана на определении обеспеченности той или иной характеристики. Под обеспеченностью понимают вероятность появления (%) величины равной данной или выше данной в многолетнем ряду.

Оросительные системы с размещением многолетних трав рассчитывают на 70-75% обеспеченности осадков теплого периода; зерновых культур 90-95%. Дамбы обвалования оградительной сети на летних полях для защиты от затопления водами осеннего паводка строят из расчета 0,1-1,0% обеспеченности. Осушительные системы для полевых севооборотов рассчитывают на пропуск дренажного стока 10% обеспеченности в посевной период в случае использования территории для размещения полевых культур с участием озимых. При размещении лугов осушительная сеть рассчитывается на пропуск дренажного стока 25% обеспеченности.

В любом случае выбор % обеспеченности расчетного параметра должен быть обоснован экономической целесообразностью.

Задание 1. Используя данные 30-ти летних суммарных годовых осадков (табл.4) построить кривую обеспеченности осадков и определить 75- и 95% обеспеченности для рассматриваемого ряда лет.

Пример. Осадки колеблются по годам в интервале от 212,9 до 446,2 мм (табл.4). Данные тридцатилетних наблюдений (годовые суммы осадков) разбиваем на классы, с шагом 25 мм (табл.5, графа 1). Для этого находим число, кратное 25 больше максимального значения – это будет 450 мм и число, кратное 25 меньше минимального значения осадков в нашем ряду (это будет число 200) и располагаем данные в ряд по убыванию значений (от 450

до 200 мм) (табл.5, графа 2). Затем находим среднее значение осадков по каждому классу (табл.5, графа 3). После этого подсчитываем число лет с количеством осадков, приходящихся на данный класс (табл.5, графа 4), а также общее число лет с осадками, соответствующими данному и предшествующим классам (т.е. годы суммируют нарастающим итогом) (табл.5, графа 5).

Таблица 4 – Сумма годовых осадков, мм

№ п/п	Осадки, мм	№ п/п	Осадки, мм	№ п/п	Осадки, мм	№ п/п	Осадки, мм	№ п/п	Осадки, мм	№ п/п	Осадки, мм
1	387,6	6	446,2	11	299,0	16	323,2	21	291,3	26	274,1
2	279,7	7	249,3	12	278,8	17	249,8	22	349,8	27	293,9
3	297,1	8	323,8	13	249,3	18	298,1	23	420,1	28	248,4
4	340,1	9	298,4	14	374,0	19	222,9	24	370,1	29	319,5
5	400,2	10	320,3	15	424,3	20	349,1	25	320,7	30	374,4

Таблица 5 – Данные для построения кривой обеспеченности

Классы	Количество осадков, мм	Среднее значение осадков, мм	Число лет в классе	Число лет с осадками, соответствующими данному классу и предшествующим классам
1	2	3	4	5
1	450 – 425,1	437,5	1	1
2	425 – 400,1	412,5	2	3
3	400 – 375,1	387,5	2	5
4	375 – 350,1	362,5	3	8
5	350 – 325,1	337,5	3	11
6	325 – 300,1	312,5	5	16
7	300 – 275,1	287,5	7	23
8	275 – 250,1	262,5	3	26
9	250 – 225,1	237,5	3	29
10	225 – 200	212,5	1	30

Затем, переходим к построению кривой обеспеченности осадков. По оси абсцисс откладываем число лет наблюдений в процентах, принимая общее количество лет (30) за 100% (рис. 7), по оси ординат – количество осадков в интервалах классов (от 200 до 450 мм).

Используя данные таблицы 5, строят кривую обеспеченности и затем ее используют для нахождения величин осадков расчетной обеспеченности. Для этого из точек на оси абсцисс, соответствующих заданному проценту обеспеченности (например, 95%), восстанавливают перпендикуляр до пересечения с кривой. Из точек пересечения проводят линию, параллельную оси абсцисс до пересечения с осью ординат. Эта точка на ординате показывает количество осадков, соответствующих искомой обеспеченности. В нашем случае количество осадков соответствующее 95% обеспеченности будет составлять $O_{c95\%} = 235$ мм, а 75% обеспеченности $O_{c75\%} = 285$ мм.

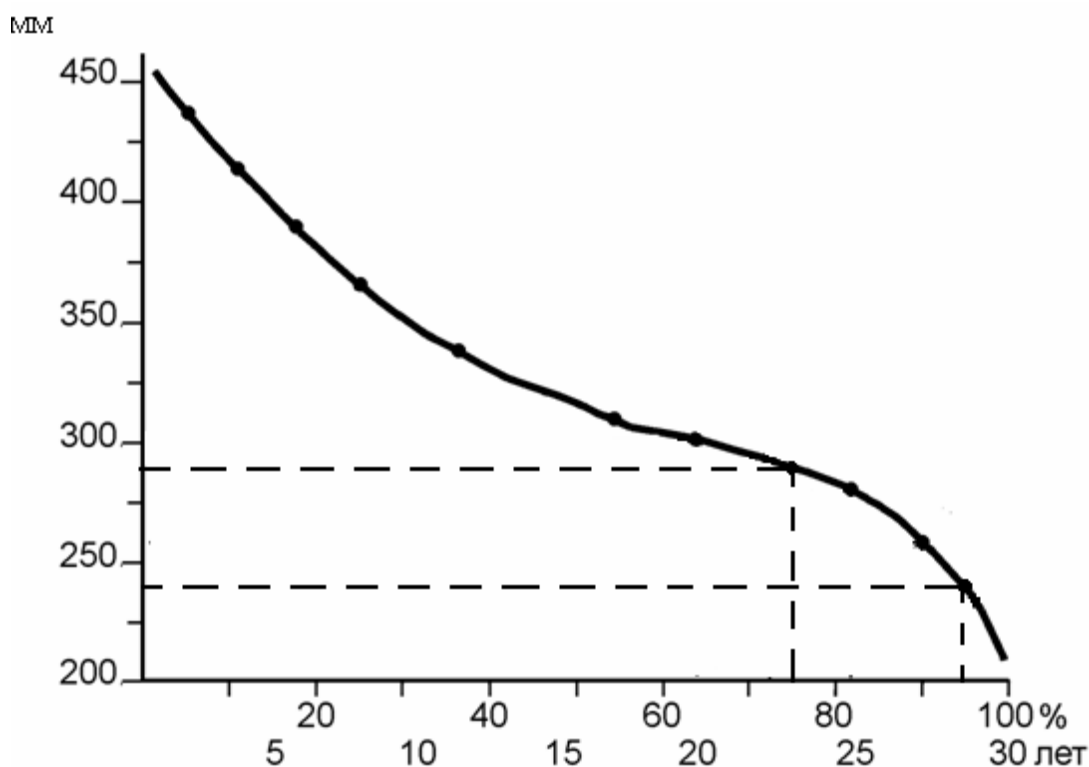


Рис 7. Кривая обеспеченности осадков

Приближенный расчет обеспеченности можно выполнить по следующей формуле:

$$P = \frac{m}{n+1} \cdot 100, (16)$$

где,

P – обеспеченность (%),

m – порядковый номер класса,

n – общее число классов.

Например, нужно определить какой обеспеченности соответствует годовое количество осадков 311,8 мм. Смотрим по таблице 5 и находим m (порядковый номер класса) – 6 и n (общее число классов) – 10; подставляем в формулу 16 и находим обеспеченность:

$$P = \frac{6}{(10+1)} \cdot 100 = 54,5 \, \%.$$

Аналогичным образом рассчитывают обеспеченности осадков вегетационного периода, паводков на реках, дренажного стока и др.

ТЕМА 3. РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Цель занятий: запроектировать режим орошения сельскохозяйственных культур.

Задачи: определить число, даты и нормы поливов сельскохозяйственных культур.

Под **режимом орошения** понимается порядок проведения поливов сельскохозяйственных культур, в котором указаны сроки и число поливов, определена норма полива для каждой культуры севооборота.

Режим орошения должен обеспечивать в почве оптимальный водный, воздушный и связанные с ними питательный и тепловой режимы, не допускать подъема уровня грунтовых вод, засоления почвы и удовлетворять потребность растений в воде на всем протяжении вегетационного периода, для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Разрабатывают режим орошения сельскохозяйственных культур на основе водного баланса орошаемого поля, т.е. соотношения прихода и расхода воды на поле с учетом изменения её запасов в почве за определенный промежуток времени (декада, месяц, вегетационный период и т.д.).

Основные расходные составляющие водного баланса – суммарное водопотребление выращиваемых культур. Суммарным водопотреблением (суммарным испарением, эвапотранспирацией) называют количество воды, расходуемое на транспирацию растений и испарение почвой за расчетный период.

Основные приходные составляющие водного баланса – атмосферные осадки и влага, поступающая в корнеобитаемый слой почвы из грунтовых вод (при неглубоком их залегании).

В естественных условиях влагообеспеченности в почву поступает воды меньше, чем необходимо для суммарного водопотребления. Этот недостаток влаги называют дефицитом водного баланса и восполняют подачей на поле оросительной воды (оросительной нормы).

Количество воды, которое необходимо дать в течение вегетационного периода на 1 га орошаемых земель дополнительно к естественным запасам ее в почве, чтобы получить запланированный урожай, называется

оросительной нормой. Оросительную норму (М) находим из уравнения водного баланса:

$$M = E - \mu \cdot 10 \cdot H_{oc} - (W_n - W_k) - W_r, \text{ м}^3/\text{га} \quad (17)$$

где,

Е – суммарное водопотребление культуры, м³/га,

H_{oc} – количество осадков, выпавших за вегетационный период данной культуры, мм (Прил. 1);

μ – коэффициент использования осадков (Прил. 2);

W_n, W_k – запас влаги в расчетном слое почвы в начале и конце вегетационного периода, м³/га;

W_r – количество воды, поступающее в расчетный слой почвы по капиллярам от грунтовых вод за вегетационных период, м³/га (Прил. 3).

Суммарное водопотребление культуры определяют по формуле (по А.Н. Костякову):

$$E = Y \cdot K_v, \text{ м}^3/\text{га} \quad (18)$$

где,

Y – запланированная урожайность культуры, т/га, (Прил. 4);

K_v – коэффициент водопотребления, м³/т (Прил. 4).

Коэффициент водопотребления показывает, сколько воды требуется для формирования единицы урожая. Распределение водопотребления по декадам вегетационного периода в условиях Западной Сибири в процентах (по Кочеткову А.П.) представлено в приложении 8.

Различают оросительную норму «нетто» (M_{нт}) и оросительную норму «брутто» (M_{бр}).

Оросительная норма «нетто» не учитывает потери воды на фильтрацию через стенки и дно каналов, на испарение, утечку через соединения труб и т.д., поэтому из источника орошения нужно брать воды больше на величину этих потерь.

Потери воды учитываются коэффициентом полезного действия (η) оросительных систем, который для закрытых оросительных систем составляет – 0,96-0,98, для открытых оросительных систем – 0,6-0,8. Оросительную норму «брутто» можно определить по формуле:

$$M_{бр} = \frac{M_{нт}}{\eta}, \text{ м}^3/\text{га} \quad (19)$$

Поскольку потребность растений в воде на протяжении вегетационного периода неодинакова и частично удовлетворяется выпадающими осадками, оросительную норму следует подавать в засушливые периоды на поле не сразу, а частями (поливными нормами).

Количество воды, которое необходимо подавать на 1 га за один полив, называется **поливной нормой** (m) и определяется по формуле:

$$m = 100 \cdot h \cdot d_v \cdot (\beta_{\max} - \beta_{\min}), \text{ м}^3/\text{га} \quad (20)$$

где,

h – глубина активного слоя почвы, м (Прил. 5);

d_v – объемная масса расчетного слоя почвы, т/м³;

$\beta_{\max}$ – влажность в % к массе сухой почвы, принимают равной НВ (Прил. 6);

$\beta_{\min}$ – влажность в % к массе сухой почвы, соответствующая нижнему пределу увлажнения, т.е. $\beta_{\min} = (0,6-0,8) \beta_{\max}$, (Прил. 7)

Поливная норма во время орошения должна расходоваться экономно. Поливы большими, чем расчетные, нормами могут способствовать подъему уровня грунтовых вод при близком их залегании, что может привести к заболачиванию или засолению почвы.

Сроки поливов увязываются с влажностью почвы, фазами развития и потребностями сельскохозяйственных культур во влаге. Существуют различные методы определения сроков поливов – по фазам развития растений, по влажности почвы, по физиологическим показателям растений и т.д. Наиболее распространенным методом определения сроков поливов является графоаналитический метод академика А.Н. Костякова (1960). Этот метод основан на воднобалансовых расчетах с использованием кривых максимальных и минимальных запасов воды в расчетном слое почвы.

Задание 1. Выполнить воднобалансовые расчеты обеспеченности влагой сельскохозяйственных культур (табл. 6) и построить по данным воднобалансового расчета график орошения сельскохозяйственных культур (рис. 8).

Для построения графика по линии абсцисс откладывают в масштабе (1 день = 1 мм) подекадно месяцы вегетации культуры, а по линии ординат – запасы влаги (от $W_{\min}$ до $W_{\max}$) в м³/га (масштаб: 1 см = 100 м³/га, 1 мм = 10 м³/га). Строят кривую максимального и минимального допустимого запаса влаги в почве.

Таблица 6 – Балансовый расчет обеспеченности влагой

.....
(культура)

№ п/п	Показатели	Месяцы, декады вегетационного периода														
		май			июнь			июль			август			сентябрь		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	2	3			4			5			6			7		
1	H_{oc} – атмосферные осадки, м ³ /га															
2	μ – коэффициент использования осадков															
3	Приход от осадков, м ³ /га															
4	Приход от грунтовых вод, м ³ /га															
5	h – глубина активного слоя почвы, м															
6	Δh – прирост глубины активного слоя почвы, м															
7	Приход влаги от углубления, м ³ /га ($W = 100\Delta h d_v \beta_\phi$)															
8	Итого прихода															
9	Максимальный допустимый запас влаги, м ³ /га ($W_{max} = 100h d_v \beta_{max}$)															
10	Минимальный допустимый запас влаги, м ³ /га ($W_{min} = 100h d_v \beta_{min}$)															
11	Распределение водопотребления, %															
12	Общая величина водопотребления, м ³ /га															
13	Декадное водопотребление, м ³ /га															
14	Фактический баланс влаги в почве, м ³ /га															

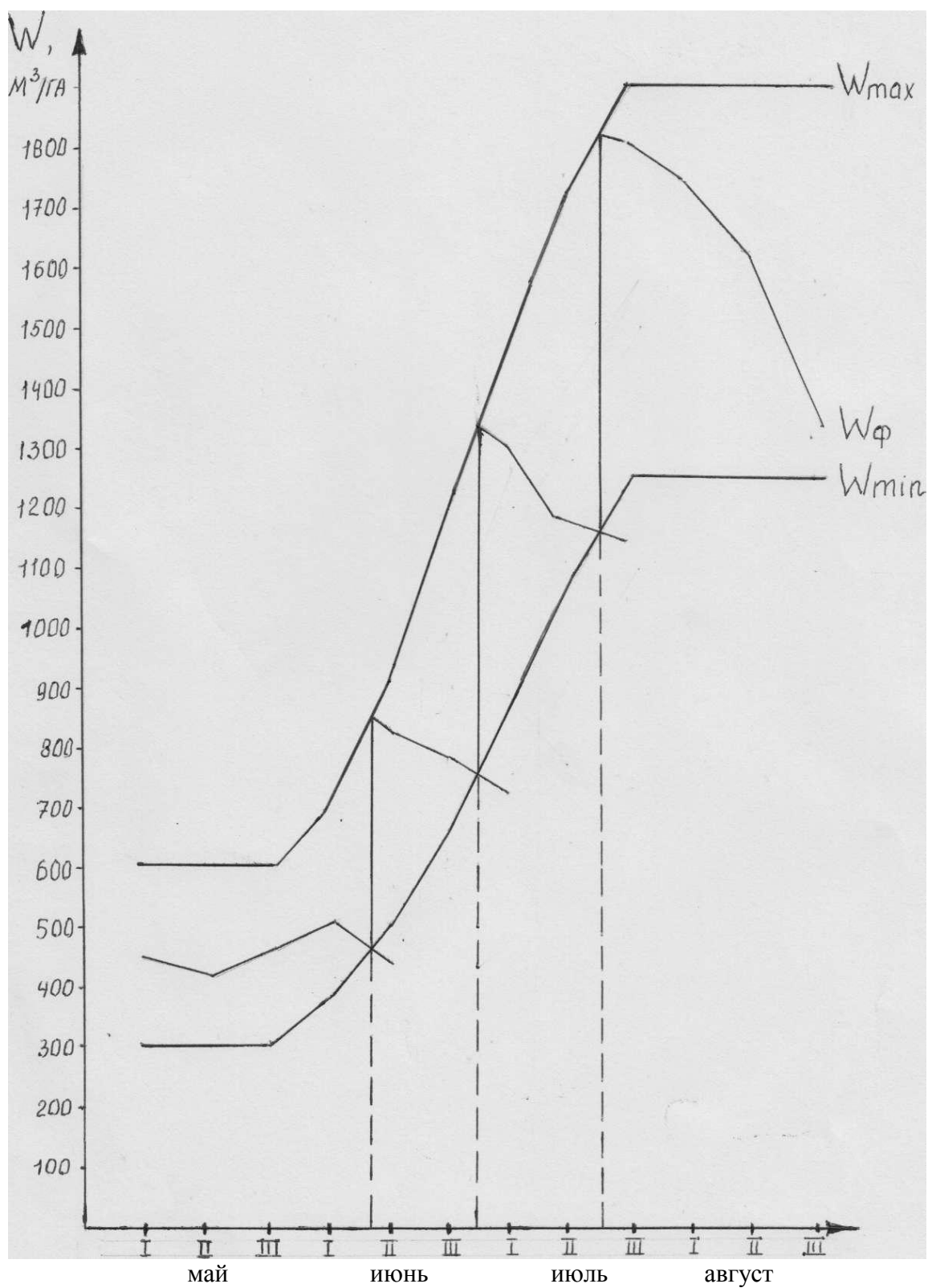


Рис. 8 График водно-балансовых расчетов орошения сельскохозяйственных культур

Зная начальный (фактический) запас влаги в расчетном слое почвы, имея данные фактического баланса влаги по декадам за вегетацию, определяют изменения влажности во времени. Для этого на графике откладывают от начального запаса влаги в почве подекадные значения фактического баланса влаги, пока кривая его не пересечет кривую минимально допустимого запаса влаги. Точка пересечения, спроектированная на ось абсцисс, укажет дату полива, а длина перпендикуляра (выраженная в масштабе), проведенного из этой точки до пересечения с кривой максимально допустимого запаса влаги ($W_{\max}$), даст величину поливной нормы.

Оставшийся отрезок «иссушения» (ушедший ниже кривой минимального запаса влаги) переносят к точке пересечения перпендикуляра с кривой максимального запаса влаги и от его (отрезка) конца продолжают дальнейшие отчеты фактического баланса влаги в почве.

Построение графика продолжают до следующего пересечения с кривой минимального допустимого запаса влаги, где проекция точки пересечения на ось абсцисс даст дату второго полива, а длина перпендикуляра, проведенного из точки пересечения до кривой максимально допустимого запаса влаги, следующую норму полива.

Аналогичным образом определяют следующие нормы и даты поливов до конца вегетации сельскохозяйственных культур.

Вычисленные оросительные и поливные нормы округляются до целых. Например, 5980 м³/га до 6000 м³/га, 3220 м³/га – 3200 м³/га, 485 м³/га – 500 м³/га и т.д.

После построения графиков орошения сельскохозяйственных культур составляют таблицу, в которой указывают число, сроки и нормы полива культур (табл. 7).

Таблица 7 – Основные показатели режима орошения культур

№	Культура	Номер полива	Дата полива	Поливная норма m , м ³ /га	Оросительная норма	
					нетто $M_{\text{нт}}$, м ³ /га	брутто $M_{\text{бр}}$, м ³ /га
Итого						

ТЕМА 4. СПОСОБЫ ОРОШЕНИЯ

Цель занятия: ознакомиться со способами орошения сельскохозяйственных и плодовых культур, условиями их применения.

Задачи занятия: усвоить для каждого способа орошения распределение воды по орошаемому участку, изучить влияние различных условий на выбор способа орошения.

Для полива сельскохозяйственных культур, а также других зеленых насаждений применяют следующие способы орошения: поверхностный, дождевание, внутрипочвенный, капельный и аэрозольный (мелкодисперсный).

При **поверхностном** способе орошения вода распределяется по поверхности земли при помощи борозд, полос, чеков, поступая к корням растений путем гравитационного или капиллярного впитывания.

При **дождевании** вода разбрызгивается над поверхностью земли в виде капель искусственного дождя при помощи дождевальных устройств. При этом увлажняется почва, наземные части растений и воздушная среда.

При **внутрипочвенном** способе орошения воду в корнеобитаемую зону растений подают по подземным трубам-увлажнителям, почва увлажняется за счет всасывающей способности и капиллярных сил.

При **капельном** способе орошения воду малыми расходами подают непосредственно к растениям через специальные микроводовыпуски (капельницы).

При **аэрозольном** способе орошения воду распыляют на мельчайшие капли при помощи дисперсных распылителей или туманообразующих установок, при этом увлажняется воздушная среда растений.

При выборе способа орошения учитывают следующие условия:

- **природные условия** – рельеф участка, почвогрунты (мощность, плодородие, влагоемкость, водопроницаемость, количество и качество солей и др.), естественное увлажнение, скорость и направление ветра, дефицит воды в почве и воздухе, испаряемость, глубину залегания и минерализацию грунтовых вод, вид и режим водоисточника и т.д.;

- **хозяйственные условия** – наличие трудовых ресурсов, степень механизации полевых работ, наличие строительных материалов, электроэнергии, устройств для полива и обработки почвы;

- *систему земледелия* – состав сельскохозяйственных культур, севообороты, агротехнику, удобрения и т.д.;
- *режим орошения сельскохозяйственных культур* – нормы, сроки и число поливов в период вегетации и во вне ее, потребность в промывных и др. поливах и т.д.;
- *экономическую эффективность орошения* – капитальные и эксплуатационные затраты, урожай до и после орошения, прибыль от орошения, срок окупаемости и др.
- *сохранение плодородия почвы.*

Правильный выбор способа орошения предопределяет его эффективность и урожайность культур. В условиях Тюменской области наиболее приемлем способ орошения дождеванием.

Дождевание целесообразно:

- в районах неустойчивого увлажнения, при поливе малыми поливными (<500 м³/га) и оросительными (<3000 м³/га) нормами, а также на системах двустороннего действия;
- на землях с высокой водопроницаемостью, на маломощных почвах, подстилаемых сильноводопроницаемыми грунтами, на сильнопросадочных (лессовых) почвогрунтах;
- при сложном неблагоприятном микрорельефе, на крутых склонах с большим объемом планировочных работ, при слабовыраженном рельефе;
- в условиях неглубокого залегания грунтовых вод;
- при необходимости в освежительных поливах и борьбы в период вегетации сельскохозяйственных культур с заморозками;
- в районах с ограниченными водными ресурсами;
- при наличии электроэнергии и дефиците или высокой стоимости рабочей силы.

Одно из главных требований к дождеванию, чтобы интенсивность дождя не превышала скорости впитывания воды почвой. Если интенсивность дождя будет превышать впитывающую способность почвы, то это приведет к образованию луж на поверхности почвы и поверхностному стоку воды.

Поэтому, интенсивность дождя должна быть до 0,1-0,2 мм/мин на тяжелых почвах, до 0,3 мм/мин на средних почвах и до 0,5-0,8 мм/мин на легких почвах.

Впитывающую способность почвы можно увеличить за счет агротехнических и агромелиоративных мероприятий:

- своевременное рыхление почвы перед поливом и после него (для

сохранения запасов влаги за счет снижения испарения с поверхности почвы и разрушение поверхности корки);

- применение обработки почвы и возделывания сельскохозяйственных культур, сохраняющих и повышающих структурность почвы;
- внесение удобрений, способствующих повышению структурности почвы;
- подача поливных норм за несколько периодов, т.е. поливы с определенными периодами.

Большое значение при дождевании имеет и размер капель дождя, он оказывает сильное влияние на разрушение комковатой структуры верхнего слоя почвы и на её впитывающую способность. Рекомендуемый диаметр дождевых капель не более 1-2 мм.

Задание 1. Рассчитать основные элементы техники полива дождеванием.

К основным элементам техники полива дождеванием относятся: средняя интенсивность дождя, продолжительность полива на одной позиции или число проходов дождевального устройства, сменная и суточная производительность полива дождевального устройства.

Среднюю интенсивность дождя определяют по среднему слою осадков, поступающему за единицу времени:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{h_{\text{ср}}}{t}, \text{ мм/мин} \quad (21)$$

где,

$h_{\text{ср}}$ – средний слой дождя, поступивший на площадь одновременного захвата устройством с одной позиции, мм

t – время, за которое поступил средний слой дождя в зону дождевания, мин.

Можно определить среднюю интенсивность дождя по формуле:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{60Q}{F}, \text{ мм/мин} \quad (22)$$

где,

Q – расход воды дождевального устройства, л/с (Прил. 9, 10);

F – площадь полива, м².

Площадь полива для дождевальных устройств, работающих фронтально, определяют по формуле:

$$F = b \cdot l, \text{ м}^2 \quad (23)$$

где,

b – ширина захвата дождем, м;

l – длина захвата дождем, м.

Продолжительность полива на одной позиции для дождевальных устройств работающих позиционно определяют по формуле:

$$t = \frac{m\beta}{\rho_{\text{ср}}}, \text{ мин} \quad (24)$$

где,

m – поливная норма, мм;

β – коэффициент учета потери воды на испарение (1,1-1,3);

$\rho_{\text{ср}}$ – средняя интенсивность дождя дождевального устройства, мм/мин.

Число проходов дождевального устройства необходимое для выдачи требуемой поливной нормы определяют по формуле:

$$n = \frac{m\beta}{h_{\text{ср}}}, \quad (25)$$

где,

$h_{\text{ср}}$ – средний слой дождя, мм.

Сменную и суточную производительность дождевальных устройств, то есть возможную площадь полива за смену и сутки определяют по формулам:

$$F_{\text{см}} = \frac{3,6Qt_{\text{см}}K_{\text{см}}}{m\beta}, \quad (26)$$

$$F_{\text{сут}} = \frac{3,6Qt_{\text{сут}}K_{\text{сут}}}{m\beta}, \quad (27)$$

где,

$t_{\text{см}}, t_{\text{сут}}$ – продолжительность полива в смену, сутки, час;

$K_{\text{см}}, K_{\text{сут}}$ – коэффициенты использования времени смены, суток.

ТЕМА 5. ОРОСИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Цель занятий: ознакомиться с оросительной системой, ее типами и элементами, из которых она состоит.

Задачи: изучить формы поперечного сечения и конструкции каналов оросительной системы, условия их применения; научиться проектировать оросительную систему, определять расходы каналов и трубопроводов, подбирать насосное оборудование.

Оросительная система состоит из следующих элементов: источника орошения, водозаборного сооружения, оросительной сети, включающую в себя проводящую и регулирующую сеть, водосбросной и дренажной сети, гидротехнических сооружений, дорожной сети, лесных полос, средства управления, связи и контроля мелиоративного режима земель.

По конструкции оросительная сеть может быть:

- открытая, состоящая из открытых каналов;
- закрытая, состоящая из трубопроводов;
- комбинированная, состоящая из открытых каналов и трубопроводов.

Формы поперечного сечения и конструкции каналов.

Каналы оросительной сети имеют различную форму поперечного сечения (рис. 9).

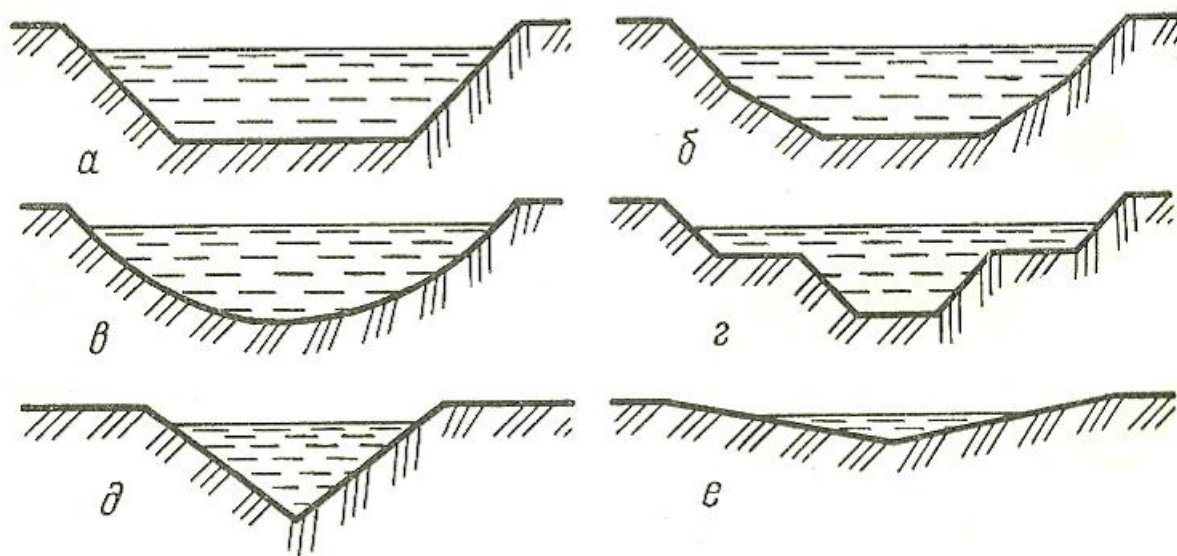


Рис 9. Формы поперечных сечений каналов: а – трапецеидальная; б – полигональная; в – параболическая; г – составная; д – треугольная; е – ложбинная.

Форма поперечного сечения зависит от механического состава грунта, размеров канала, планируемой облицовки дна и откосов канала. Земляные каналы проектируют обычно трапецевидального сечения; каналы, проходящие в скальных грунтах – прямоугольного сечения и облицовывают железобетонном, камнем и другими материалами; мелкие каналы, временные оросители выполняют треугольного сечения; каналы из сборных железобетонных лотков – параболического сечения.

Конструкция каналов должна быть не только прочной, рассчитанной на длительный срок службы, но и отвечать современным требованиям механизации.

Канал в полувыемке-полунасыпи (рис. 10) применяют для регулирующей сети, такая конструкция обеспечивает необходимый уровень командования воды над прилегающей территорией.

Канал в выемке проектируют для проводящей, водосбросной и дренажной сети, где нет необходимости иметь уровень командования или это командование достигается подпорами или подачей воды на необходимую точку насосами. Канал в глубокой выемке возможен при пересечении каналом небольших возвышений местности.

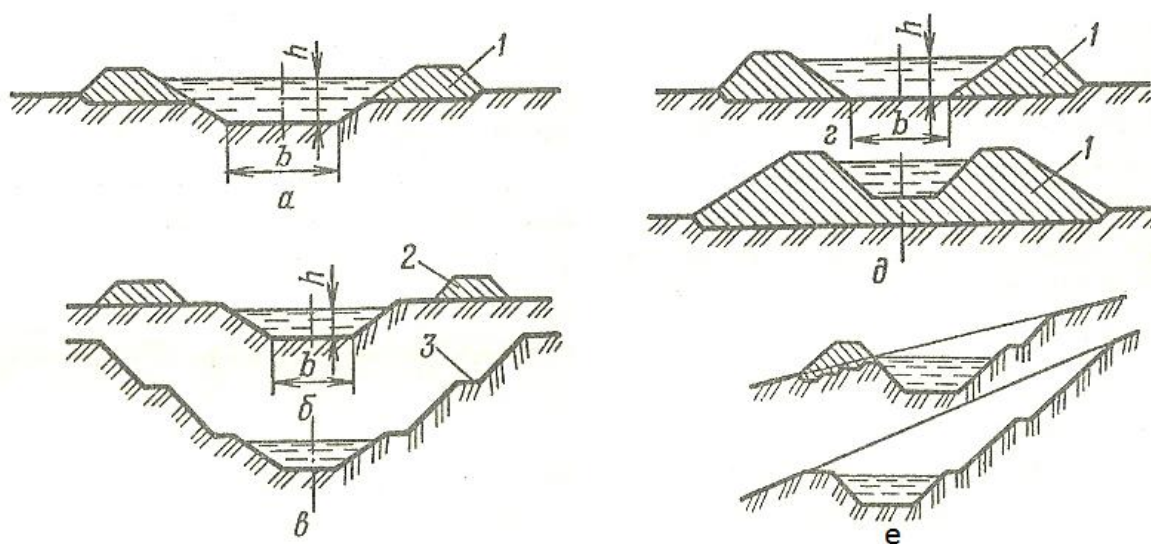


Рис 10. Конструкции каналов: а – в полувыемке-полунасыпи; б, в – в выемке; г, д – в насыпи; е – на крутом склоне; 1 – насыпь с послойным уплотнением; 2 – кавальер; 3 – берма; h – глубина воды; b – ширина по дну.

Канал в насыпи устраивают при очень малых уклонах местности для того, чтобы создать необходимый уровень командования и подать воду на наиболее высокую отметку местности.

Канал в насыпи с подсыпным дном применяют в случае встречи на пути канала понижения местности.

Канал на крутом склоне проектируют в предгорных районах. Для защиты канала от размыва и увлечения его устойчивости, защиты его от оползней стенки и дно канала бетонируют.

Задание 1. Запроектировать оросительную систему.

На выданном плане земельного участка согласно заданию проектируются поля севооборота и оросительная система. Орошение будет проводиться дождеванием. Конструкция оросительной системы подбирается в соответствии с техническими параметрами дождевального устройства (длина крыла, ширина или радиус захвата, дальность действия струи) и направления его движения. Вариантов конструкции оросительной системы может быть несколько, окончательно принимается оптимальный вариант, наиболее приемлемый с технической и экономической сторон: с минимальной протяженностью сети (трубопроводов, каналов), равновеликими по площади полями, с допустимыми уклонами и т.д.

Поля желательно нарезать в форме квадрата, прямоугольника, реже – трапеции. Границы полей должны совпадать с трассами каналов, трубопроводов, границами захвата дождевальных устройств.

Одновременно с проектированием на плане оросительной системы, полей севооборотов решают вопросы размещения дорог и лесополос. Дороги проектируют так, чтобы можно было заехать на каждое поле. Обычно их размещают вдоль каналов, трубопроводов, по границам полей, орошаемого севооборота. Ширина дорог – 4-6 м.

Лесополосы размещают по границе орошаемого севооборота, вдоль транспортирующих каналов, дорог. По границе орошаемого севооборота лесополосы проектируют 4-6 рядные, вдоль магистрального и распределительных каналов – 3-4 рядные, вдоль дорог – 1-2 рядные. Ширина междурядий 2-3 м, расстояние в ряду – 1,0-1,5 м.

Все проектируемые элементы оросительной системы наносятся на план соответствующими условными знаками.

В итоге необходимо составить характеристику полей севооборотов с присвоением номеров каждому полю севооборота (табл. 8).

Таблица 8 – Характеристика полей орошения

№ поля	Культура	Размеры полей, м		Площадь поля нетто, $\omega_{нт}$, га	Площадь отчуждений, га	Площадь поля брутто, $\omega_{бр}$, га	КЗИ
		длина	ширина				
1	2	3	4	5	6	7	8
Итого							

Коэффициент земельного использования (КЗИ) определяют по формуле:

$$КЗИ = \frac{\omega_{нт}}{\omega_{бр}} \quad (28)$$

где,

$\omega_{нт}$ – площадь поля нетто, га,

$\omega_{бр}$ – площадь поля брутто, га.

Задание 2. Выполнить гидравлический расчет каналов, который состоит в определении пропускной способности русла и допустимых на размыв скоростей.

Расход воды ($\text{м}^3/\text{с}$) в открытом и закрытом руслах (каналах и трубопроводах) как при напорном, так и при безнапорном равномерном движении определяют по формуле:

$$Q = v \cdot F, \text{ м}^3/\text{с} \quad (29)$$

где,

v – средняя скорость движения воды, $\text{м}/\text{с}$,

F – площадь живого сечения русла, м^2 .

Площадь живого сечения русла определяем по формулам:

для трапецеидального

$$F = (b + m \cdot h)h \quad (30)$$

для параболического
$$F = \frac{2B \cdot h}{3} = 0,667B \cdot h \quad (31)$$

для треугольного
$$F = \frac{b \cdot h}{2} \quad (32)$$

для круглого при полном
заполнении водой
$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (33)$$

где,

b – ширина русла (канала) по дну, м;

B – ширина параболического канала по верху, м;

h – глубина наполнения русла водой, м;

m – коэффициент заложения откосов;

D – внутренний диаметр трубы, м.

Значение коэффициента заложения откосов (Прил. 11) обуславливается свойствами грунта. От него зависят объем земляных работ, устойчивость русла, скорость течения воды и т.д.

Среднюю скорость движения воды в русле (канале) открытого или закрытого водовода определяют по формуле Шези:

$$v = C\sqrt{R \cdot i}, \text{ м/с} \quad (34)$$

где,

R – гидравлический радиус, м;

i – средний уклон русла водотока;

C – скоростной коэффициент.

Гидравлический радиус характеризует удельную площадь живого сечения, приходящуюся на единицу смоченного периметра, его определяют по формуле:

$$R = \frac{F}{P}, \text{ м} \quad (35)$$

где,

F – площадь сечения русла, м²,

P – смоченный периметр, м.

Смоченным периметром называют линию соприкосновения воды с руслом водотока. Определяют его по формуле:

$$\text{для трапецеидального} \quad P = b + 2 \cdot h \sqrt{1 + m^2} \quad (36)$$

$$\text{для параболического} \quad P = a \cdot B, \quad a = \frac{B}{h} \quad (37)$$

$$\text{для треугольного} \quad P = 2 h \sqrt{1 + m^2} \quad (38)$$

$$\text{для круглого при полном} \\ \text{заполнении водой} \quad P = \pi \cdot D \quad (39)$$

Скоростной коэффициент C представляет функцию гидравлического радиуса R и шероховатости русла n . Его значение определяют по формуле Н.Н. Павловского:

$$C = \frac{R^y}{n}, \quad (40)$$

где,

n – коэффициент шероховатости русла,

R – гидравлический радиус русла,

y – показатель степени, зависит от n и R , при $R < 1$ $y = 1,5\sqrt{n}$, при $R > 1$ $y = 1,3\sqrt{n}$.

Коэффициент шероховатости для естественных русел и закрытых водотоков изменяется в значительных пределах (Прил. 12).

Пример. Открытый естественный водоток протекает в тяжелых суглинках. Русло трапецеидального сечения, ширина по дну $b=1$ м, глубина наполнения $h=1$ м, коэффициент заложения откосов $m=1$, уклон дна канала $i=0,001$. Требуется определить расход воды открытого русла.

Площадь живого сечения: $F = (b + m \cdot h)h = (1+1) \cdot 1 = 2 \text{ м}^2$

Смоченный периметр:

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 1 + 2 \cdot 1 \sqrt{1 + 1^2} = 1 + 2 \cdot 1,4 = 3,8 \text{ м}$$

$$\text{Гидравлический радиус: } R = \frac{F}{P} = \frac{2}{3,8} = 0,52 \text{ м}$$

Коэффициент шероховатости для заросшего естественного русла принимаем $n = 0,0325$.

Скоростной коэффициент:

$$C = \frac{R^y}{n} = \frac{0,52^{0,27}}{0,0325} = \frac{0,77}{0,0325} = 23,7 = 24$$

(т.к. $R < 1$, то $y = 1,5 \sqrt{n}$).

Средняя скорость движения воды в русле:

$$v = C \sqrt{R \cdot i} = 24 \sqrt{0,52 \cdot 0,001} = 0,55 \text{ м/с}$$

Расход воды в русле: $Q = v \cdot F = 0,55 \cdot 2 = 1,10 \text{ м}^3/\text{с}$.

Задание 3. Выполнить гидравлический расчет трубопроводов. Гидравлический расчет трубопроводов заключается в подборе их диаметров соответственно расчетным расходам воды и определении потерь напора воды по длине трубопровода.

Расчетный расход трубопровода определяют по формуле:

$$Q = \frac{n \cdot Q_{\text{д.у.}}}{\eta}, \text{ л/с} \quad (41)$$

где,

n – число дождевальных устройств, работающих одновременно;

$Q_{\text{д.у.}}$ – расход дождевального устройства, л/с;

η – КПД оросительной системы.

Предварительный диаметр трубопровода находят по формуле:

$$d = 1130 \sqrt{\frac{Q}{v}}, \text{ мм} \quad (42)$$

где,

Q – расчетный расход воды для данного трубопровода, л/с;

v – скорость воды в трубопроводе, принимается для асбестоцементных труб – 0,75-1,5 м/с, для металлических – 1,5-3,0 м/с.

Затем по ГОСТу находят ближайший стандартный диаметр трубопровода (Прил. 13, 14).

Потери напора по длине трубопровода определяют по формуле:

$$H_{\Pi} = \frac{\lambda L v^2}{d 2g}, \text{ м} \quad (44)$$

где,

λ – коэффициент сопротивления, зависит от шероховатости внутренней поверхности труб, для металлических – 0,020, для асбестоцементных – 0,025;

L – длина трубопровода, м;

v – скорость движения воды в трубопроводе, м/с;

d – диаметр трубопровода, м;

g – ускорение силы тяжести (9,8 м/с²).

Путевые потери можно также определить по таблицам Ф.А. Шевелева, где даются значения потерь напора на 1000 м длины трубопровода (Прил. 13,14).

Данные гидравлического расчета трубопроводов сводят в таблицу 9.

Таблица 9 – Гидравлический расчет трубопроводов

№ расчетного участка трубопровода	Расчетный расход $Q_{\text{м.т.}}$, м ³ /с	Скорость движения воды v , м/с		Диаметр d , мм		Длина участка трубопровода l , км	Удельные потери напора h_{1000}	Потери напора по длине трубопровода H_l , м
		расчетная	действительная	расчетный	принятый			
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Задание 4. Подобрать насосное оборудование.

Для выбора насосной станции необходимо определить полный напор воды, который должна обеспечить насосная станция, для подачи воды из источника орошения на самую высокую отметку поверхности земли орошаемого участка.

Полный напор воды определяют по формуле:

$$H = H_{\text{г.в.}} + H_{\text{св}} + H_{\Pi} + H_{\text{м}}, \text{ м} \quad (43)$$

где,

$H_{\text{г.в.}}$ – геодезическая высота подъема, м;

$H_{\text{св}}$ – свободный напор на гидранте, требуемый для нормальной работы

дождевального устройства, м;

$H_{\text{п}}$ – потери напора по длине трубопровода, м;

$H_{\text{м}}$ – местные потери в трубопроводе (на поворотах, изгибах, задвижках и т.д.).

Геодезическая высота подъема определяется как разность отметок максимально удаленного гидранта и минимального уровня воды в водоисточнике. Свободный напор для дождевальных устройств, имеющих свой насос равен 2-5 м, для дождевальных устройств, не имеющих своего насоса, свободный напор равен их рабочему напору. Местные потери напора обычно принимаются 5-10% потерь по длине трубопровода.

Зная полный напор и расчетный расход воды, производится подбор передвижных насосных станций (Прил. 15, 16).

ТЕМА 6. УДОБРИТЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

Цель занятия: ознакомиться с удобрительным орошением сточными водами сельскохозяйственных культур, условиями их применения.

Задачи занятия: рассчитать оросительную норму осветленных животноводческих стоков для различных сельскохозяйственных культур

Одновременно с ростом городов, крупных поселков, развитием промышленности, созданием животноводческих комплексов, увеличивается водопотребление и сброс сточных вод в водостоки и водоемы. В сточных водах содержится значительное количество питательных элементов для растений (азота, фосфора, калия, кальция и др.).

Использование сточных вод для орошения позволяет уменьшить сброс их в водоемы, снизить загрязнение последних, повысить плодородие почвы за счет искусственного увлажнения и внесения в нее большого количества минеральных, органических и бактериальных удобрений.

О пригодности сточных вод для орошения судят по химическому анализу воды с учётом климатических особенностей района и почвенно-мелиоративных условий орошаемого участка. Пригодными для орошения следует считать те стоки, орошение которыми не оказывает отрицательного влияния на мелиоративное состояние орошаемого участка и на плодородие почв, не снижает урожай сельскохозяйственных культур и качество выращенной продукции, в почве не накапливаются токсичные вещества. Орошение сточными водами не должно вызывать засоления, осолонцевания почвы, угнетения роста и развития растений, снижения урожайности возделываемой культуры.

Задание 1. Выполнить расчет по определению: нормы выноса азота, фосфора и калия орошаемыми культурами; величины годовой оросительной нормы осветленных стоков; недостающего количества каждого из остальных двух элементов питания; норму подачи чистой воды из источника орошения.

Норма выноса питательных элементов орошаемой культурой при планированной урожайности определяется отдельно для азота, фосфора, калия по формуле:

$$П = в \cdot У, \text{ кг/га} \quad (45)$$

где,

в – вынос азота, фосфора, калия с 1 т урожая основной продукции культуры, кг действующего вещества (Прил. 17);

У – планируемая урожайность, т/га.

Годовую оросительную норму осветленных стоков определяют по формуле (В.В. Колпаков, И.П. Сухарев, 1981):

$$M_{oc} = \frac{П}{10 \cdot n \cdot S}, \text{ м}^3/\text{га} \quad (46)$$

где,

П – норма выноса питательных элементов орошаемой культурой при планируемой урожайности, кг/га;

n – коэффициент использования питательных элементов растениями (Прил. 18)

S – содержание питательных элементов в осветленных стоках, %.

После расчета оросительных норм осветленных стоков отдельно по азоту, фосфору и калию принимают минимальную норму одного из питательных элементов, а недостающее количество остальных двух элементов восполняют дополнительным внесением минеральных удобрений. Недостающее количество каждого из двух оставшихся элементов питания определяют по формуле:

$$Н = 10 \cdot S \cdot (M_{oc.нед.} - M_{oc}), \text{ кг/га} \quad (47)$$

где,

Н – недостающее количество соответствующего питательного элемента, кг/га;

$M_{oc.нед.}$ – оросительная норма осветленных стоков соответствующего недостающего элемента питания, $\text{м}^3/\text{га}$;

$M_{oc.}$ – минимальная величина оросительной нормы осветленных стоков, при которой полностью выдан один из элементов питания, $\text{м}^3/\text{га}$;

S – содержание соответствующего одного из двух недостающих элементов питания, %.

При орошении сельскохозяйственных культур вода выдается в размере оросительной нормы нетто, то есть в количестве, выдаваемой всеми поливами в течение вегетационного периода на 1 га для выращивания планируемой урожайности, $\text{м}^3/\text{га}$. Оросительная норма нетто, как правило, всегда выше оросительной нормы осветленных стоков. Недостаток сточной воды, то есть разность между оросительной нормой нетто $M_{\text{ор.}}$ и оросительной нормой осветленного стока $M_{\text{о.с.}}$ составляет норму подачи чистой воды $M_{\text{ч.в.}}$ из реки, пруда или другого источника орошения:

$$M_{\text{ч.в.}} = M_{\text{ор.}} - M_{\text{о.с.}}, \text{ м}^3/\text{га} \quad (48)$$

Пример. Картофель орошается осветленными животноводческими стоками, содержащими азота – 0,046 %, фосфора – 0,012 % и калия – 0,052 %. Коэффициент использования питательных элементов картофелем: для азота $n = 0,65$; для фосфора $n = 0,6$ и для калия $n = 0,6$. Планируется урожайность $Y = 50$ т клубней на 1 га. Вынос питательных веществ с 1 т клубней: азота $v = 6$ кг/т, фосфора $v = 2$ кг/т и калия $v = 10$ кг/т. Оросительная норма нетто по водопотреблению $M_{\text{ор.}} = 1500 \text{ м}^3/\text{га}$.

Норма выноса питательных элементов орошаемым картофелем при планируемом урожае 50 т/га клубней равна:

азота $\Pi = v \cdot Y = 6 \cdot 50 = 300$ кг действующего вещества на 1 га;

фосфора $\Pi = v \cdot Y = 2 \cdot 50 = 100$ кг действующего вещества на 1 га;

калия $\Pi = v \cdot Y = 10 \cdot 50 = 500$ кг действующего вещества на 1 га;

Годовая оросительная норма осветленных стоков равна:

$$\text{по азоту} \quad M_{\text{ос}} = \frac{\Pi}{10 \cdot n \cdot S} = \frac{300}{10 \cdot 0,65 \cdot 0,046} = 1003 = 1000 \text{ м}^3/\text{га}$$

$$\text{по фосфору} \quad M_{\text{ос}} = \frac{\Pi}{10 \cdot n \cdot S} = \frac{100}{10 \cdot 0,6 \cdot 0,012} = 1389 = 1400 \text{ м}^3/\text{га}$$

$$\text{по калию} \quad M_{\text{ос}} = \frac{\Pi}{10 \cdot n \cdot S} = \frac{500}{10 \cdot 0,6 \cdot 0,052} = 1602 = 1600 \text{ м}^3/\text{га}$$

Принимается оросительная норма, рассчитанная по азоту, то есть $M_{oc.} = 1000 \text{ м}^3/\text{га}$. Расчетные оросительные нормы осветленных стоков по фосфору и калию брать нельзя, так как на орошаемое поле будет внесена лишняя доза азота, превышающая потребность картофеля в нем.

В виде минеральных удобрений необходимо внести дополнительно:

фосфора $H = 10 \cdot S \cdot (M_{oo.нед.} - M_{oc.}) = 10 \cdot 0,012 \cdot (1400 - 1000) = 48 \text{ кг/га}$;

калия $H = 10 \cdot S \cdot (M_{oo.нед.} - M_{oc.}) = 10 \cdot 0,052 \cdot (1600 - 1000) = 312 \text{ кг/га}$.

Так как оросительная норма нетто ($M_{op.} = 1500 \text{ м}^3/\text{га}$) больше годовой оросительной нормы осветленных стоков ($M_{oc.} = 1000 \text{ м}^3/\text{га}$), то из источника орошения на каждый гектар картофеля будет подано чистой воды в объеме:

$$M_{ч.в.} = M_{op.} - M_{oc.} = 1500 - 1000 = 500 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Таким образом, при поливе осветленными животноводческими стоками картофеля годовая оросительная норма этих стоков составила $1000 \text{ м}^3/\text{га}$, дополнительно необходимо внести минеральных удобрений: фосфора 48 и калия 312 кг/га действующего вещества и подать $500 \text{ м}^3/\text{га}$ чистой воды из источника орошения.

ТЕМА 7. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ВТОРИЧНОГО ЗАСОЛЕНИЯ И ПРОМЫВКА ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Цель занятия: ознакомиться с причинами вторичного засоления земель и мероприятиями по их предупреждению.

Задачи занятия: выполнить необходимые расчеты по определению промывной нормы.

Под засолением почвы понимают избыточное скопление электролитных (т.е. растворённых и поглощённых) солей в корнеобитаемом слое почвы, угнетающих или губящих сельскохозяйственные растения, снижающих количество и качество урожая.

Вторичное засоление – это процесс превращения не осолонённой или слабо осолонённой почвы в результате мелиорации (главным образом, орошения) в солончаки, не пригодные для сельскохозяйственного использования без дополнительных мероприятий по их расселению.

1. Причины вторичного засоления

Главной причиной засоления почв при орошении является общее нарушение водного режима почв, основными предпосылками для которого служат: наличие солевых запасов в глубинных толщах почвогрунта или в грунтовой воде, и, как частный случай, использование для полива засоленной оросительной воды.

Чаще всего вторичное засоление происходит в связи с общим подъёмом уровня грунтовых вод на орошаемой территории за счет низкого КПД оросительных каналов и подачи поливной нормы величиною, превышающей наименьшую влагоёмкость (НВ) почвы.

В.А. Ковда (1981) в своих исследованиях установил последовательность основных стадий вторичного засоления. Вначале повышается уровень грунтовых вод в зоне влияния вновь построенных ирригационных каналов, так как на первой стадии их работы происходит усиленная фильтрация. Соли, содержащиеся в почвогрунтах, растворяются и подтягиваются к поверхности почвы, капиллярно поднимающейся влагой, за счёт чего вдоль канала образуется зона вторичного засоления. Затем происходит пятнистое засоление почв на участках, лишённых растительности. В период интенсивного испарения образуются пятна засоленной почвы, которые постепенно увеличиваются, сливаются, и наступает сплошное засоление орошаемой территории. Это происходит при слабоминерализованных грунтовых водах.

На оросительных системах с более благоприятными природными и хозяйственными показателями пресные поливные воды вызывают рассоление территории. Соли вытесняются с центра орошаемой территории на

периферию и за пределы орошаемых земель на пустующие пространства – происходит периферийное засоление.

При неправильной организации и проведении орошения земель, когда полив проводят без учёта глубины залегания грунтовых вод и большими нормами, при вырубке лесов, нерациональном выпасе скота и перегрузке пастбищ и даже при осушении избыточно увлажнённых почв наблюдаются процессы вторичного засоления.

В отдельных слоях почвенного профиля содержится различное количество водно-растворимых солей, которые при определённой концентрации оказывают токсическое действие на рост и развитие культурных растений.

При орошении происходит интенсивное передвижение влаги и солей в вертикальном направлении по почвенному профилю. За время полива небольшими поливными нормами, не превышающими наименьшей влагоёмкости почвы, вымыв солей незначителен.

В межполивной период с восходящими токами воды на поверхность почвы поднимаются легкорастворимые соли и накапливаются в значительном количестве. В результате этого снижается водопроницаемость почвы, и повышается капиллярная водопроводимость, что способствует усилению передвижения солей к её поверхности.

На вторичное засоление оказывает влияние даже слабоминерализованная оросительная вода, пополняющая запасы солей в процессе длительного орошения в условиях слабого оттока грунтовых вод. Когда содержание солей достигает 0,5-1% массы сухой почвы, начинается угнетение роста и развития сельскохозяйственных культур, что может привести к гибели растений.

2. Мероприятия по предупреждению вторичного засоления

Основное мероприятие, предупреждающее вторичное засоление почвы, сводится к ослаблению восходящего капиллярного потока, который выносит соли в поверхностные слои почвы.

Для предупреждения вторичного засоления почвы разработан комплекс агротехнических, лесотехнических, мелиоративно-эксплуатационных и гидротехнических мероприятий, направленный на уменьшение испарения влаги с поверхности почвы, снижение капиллярной водопроводимости и, в конечном счёте, сокращение запаса водно-растворимых солей в её активном слое.

А.Н. Костяков (1960) предлагает проводить следующие мероприятия:

1) Снижать высоту капиллярного поднятия грунтовых вод путём создания и поддержания комковатой структуры почвы; уменьшать возможное

испарение влаги из почвы за счёт улучшения её структуры, возделывания многолетних трав; применять загущения посевов, повторные посевы; использовать сидераты; правильно и своевременно обрабатывать почвы; предварительное выравнивать почву и равномерно распределять воду по её поверхности, обязательно рыхлить почву после поливов.

2) Посадка лесных полос вдоль каналов, по берегам водоёмов, поλεзащитных лесных полос вдоль границ поливного участка, залесение склонов, прилегающих к орошаемой территории.

3) Применение рациональной техники полива, соблюдение правильного водопользования и режима орошения (не допускать сброса поливной воды), содержание в исправном состоянии оросительной сети, освобождение каналов от излишней воды во время прохождения паводков, аварий и после окончания поливов.

К основным гидротехническим мероприятиям относятся: периодическая промывка почвы большими нормами, строительство коллекторно-дренажной сети и организация промывных режимов орошения. Для промывки назначают такие нормы воды, которые позволяют растворить соли и нисходящим током воды вывести их в горизонты ниже активного слоя почвы, откуда они вместе с дренажными водами поступают в коллекторно-сбросную сеть.

3. Промывка почвы

Промывная норма – это общее количество воды, необходимое для удаления из почвы избыточных солей с одного промываемого гектара орошаемой территории.

Эффективность рассоления во многом зависит от правильного определения промывной нормы, от подготовки поля к промывке, от метода проведения промывок и от условий дренажа.

Промывки проводят на фоне глубокого дренажа, который отводит промывные воды и снижает уровень минерализованных грунтовых вод.

Промывную норму можно установить опытным путём, либо расчетным способом.

Задание 1. Рассчитать промывную норму.

Величину общей промывной нормы можно определять, используя формулы разных авторов. Промывная норма по Л.П. Розову (1956):

$$M_{\text{пр}} = \Pi - m + n \cdot A, \text{ м}^3/\text{га} \quad (49)$$

где,

$M_{\text{пр}}$ – промывная норма, $\text{м}^3/\text{га}$;

Π – запас влаги, соответствующий наименьшей влагоёмкости промываемого почвенного слоя, $\text{м}^3/\text{га}$;

m – запас воды в промываемом слое почвы до промывки, $\text{м}^3/\text{га}$;

A – добавочное количество воды, необходимое для вытеснения растворённых солей из слоя « h », $\text{м}^3/\text{га}$;

n – коэффициент, зависящий от степени засоления почвы (изменяется от 0,5 до 1,5), определяется опытным путём.

Промывная норма по А.Н. Костякову:

$$M_{\text{пр}} = 100 \cdot H \cdot \alpha \left[(\beta_0 - \beta) + \frac{S_1 - S_2}{K} \right], \text{ м}^3/\text{га} \quad (50)$$

где,

H – глубина промываемого слоя, м;

α – плотность почвы, $\text{т}/\text{м}^3$;

β_0 – наименьшая влагоёмкость почвы, в % от массы; ..

β – влажность почвы перед промывкой, в % от массы;

S_1 – содержание солей до промывки, в % от массы;

S_2 – содержание солей после промывки, в % от массы;

K – коэффициент промывки солей, $\text{м}^3/\text{т}$.

Коэффициент K зависит от физических свойств почвы, глубины грунтовых вод, количества и вида солей.

Вынос солей зависит от механического состава и водно-физических свойств почвы. Из песчаной почвы соли выносятся быстрее, чем из суглинистых грунтов. Это обуславливается в значительной степени процессами диффузии и обмена, учитывая которые И.П. Айдаров, А.И. Голованов и М.Г. Мамаев (1982) предложили довольно оригинальную формулу для расчёта промывной нормы:

$$M_{\text{пр}} = 10000m(h + 2A\sqrt{\lambda \cdot m \cdot h}), \text{ м}^3/\text{га} \quad (51)$$

где,

h – расчетный слой опреснения, м;

m – пористость в слое « h », доли объема;

λ – коэффициент гидродинамической дисперсности, м;

A – коэффициент, зависящий от требуемой степени опреснения почвогрунта C , где C определяем по формуле:

$$C = \frac{S_2}{S_1}, \quad (52)$$

где,

S_1, S_2 – исходное и допустимое в конце промывки содержание солей в метровом слое почвы, % от массы.

Значения A можно принять по следующим данным таблицы 10:

Таблица 10 – Значения коэффициентов A и C

C	0	0,001	0,005	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,83
A	∞	2,19	1,82	1,65	1,45	1,24	1,1	0,99	0,12

C	0,14	0,16	0,18	1,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
A	0,75	0,7	0,65	0,6	0,48	0,37	0,27	0,18	0,09	0

Коэффициент гидродинамической дисперсии λ по иону хлора для почв различного механического состава определяют в зависимости от содержания в почве частиц диаметром меньше 0,01 мм.

Содержание частиц и коэффициент гидродинамической дисперсии представлены в таблице 11:

Таблица 11– Значение коэффициента гидродинамической дисперсности

$d < 0,01$ мм, %	10	10-20	20-40	40-60	60-80
λ , м	0,01-0,05	0,05-0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	0,5-1,0

Промывные поливы хорошо рассоляют солончаковые почвы с высоким содержанием в почвенном растворе водно-растворимых солей (хлориды и карбонаты) и с малым – натрия.

Общую промывную норму можно определить и по зависимости, предложенной В.В. Колпаковым (1981):

$$M_{\text{пр}} = M_{\text{н}} + M_{\text{в}}, \text{ м}^3/\text{га} \quad (53)$$

где,

M_H – норма насыщения почвы водой до наименьшей влагоемкости, м³/га;

M_B – норма, необходимая для вытеснения солей из расчётного слоя почвы, м³/га.

Норму насыщения определяют по формуле:

$$M_H = \frac{100h\alpha(\beta - \beta_0)}{1 - K_3}, \text{ м}^3/\text{га} \quad (54)$$

где,

K_3 – количество заземлённого воздуха в почве в начальный момент промывки, в долях от скважности.

Норму вытеснения вычисляют по формуле:

$$M_B = K_{пр} \cdot Z, \text{ м}^3/\text{га} \quad (55)$$

где,

$K_{пр}$ – коэффициент промывки, то есть количество воды (м³), необходимое для вытеснения 1 т солей из расчётного слоя почвы;

Z – количество солей, которые должны быть вымыты из расчётного слоя почвы, т/га:

$$Z = 100 \cdot h \cdot \alpha \cdot (Z_{исх} - Z_d) \quad (56)$$

где,

$Z_{исх}$, Z_d – исходное и допустимое содержание солей, % массы сухой почвы.

Для промывки слоя в 1,5-2 м общая промывная норма в зависимости от степени засоления и типа почвы может изменяться от 2000 до 10000 м³/га (Костяков, 1960).

При проведении промывки общую промывную норму делят на разовые нормы, которые подают на участок через 2-8 дней, в зависимости от механического состава и степени засоления почвы.

Разовую промывную норму (m_H) устанавливают из условий равномерного затопления чеков, а также с учётом эффективного вымывания солей из мелких капилляров путём диффузии их в менее насыщенный почвенный раствор.

Разовые нормы промывки колеблются от 700 до 1500 м³/га. С.В. Астапов (1958) рекомендует следующие разовые промывные нормы в зависимости от физических

свойств почвы: для лёгких почв $m_n = 700 - 900 \text{ м}^3/\text{га}$; для средних по механическому составу почв $m_n = 900 - 1100 \text{ м}^3/\text{га}$; для тяжёлых почв $m_n = 1100 - 1500 \text{ м}^3/\text{га}$. Число промывок n рассчитывают по зависимости:

$$n = \frac{M_{\text{пр}}}{m_n}, \quad (57)$$

Пример. На участке старого орошения площадью 200 га в почве содержатся соли натрия. В результате длительного орошения произошло вторичное засоление активного слоя. Для повышения урожайности сельскохозяйственных культур необходимо организовать промывку почвы. Участок занят зернобобовым севооборотом, почвы тяжёлого механического состава; объёмная масса верхнего метрового слоя $\rho_e = 1,4 \text{ г/см}^3$; наименьшая влагоёмкость почвы при глубине грунтовых вод 3 м от поверхности $\beta_0 = 24 \%$; фактическая влажность этого горизонта к моменту промывки $\beta_{\text{ф}} = 16 \%$ массы сухой почвы. В однометровом слое, подлежащем промывке, содержится $Z_{\text{исх}} = 0,8 \%$ водно-растворимых солей, допустимое их содержание $Z_{\text{д}} = 0,3 \%$ массы сухой почвы. Засоление сульфатное, $K_3 = 0,2$. Коэффициент промывки $K_{\text{пр}} = 100 \text{ м}^3/\text{т}$.

Норма насыщения, определяемая по формуле (54), равна:

$$M_n = \frac{100 \cdot 1 \cdot 1,4(24 - 16)}{1 - 0,2} = 1400 \text{ м}^3/\text{га}$$

Количество солей, которое должно быть вымыто из расчётного слоя почвы, находим по формуле (56):

$$Z = 100 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot (0,8 - 0,3) = 70 \text{ т/га}$$

На вытеснение солей потребуется количество воды, определяемое по формуле (55):

$$M_b = 100 \cdot 70 = 7000 \text{ м}^3/\text{га}$$

Общая промывная норма определяется по формуле (53):

$$M_{\text{пр}} = M_n + M_b = 1400 + 7000 = 8400 \text{ м}^3/\text{га}$$

Средняя разовая промывная норма принята $m_n = 1400 \text{ м}^3/\text{га}$, тогда число промывок будет равно (форм.57):

$$n = \frac{7000}{1400} = 5$$

В практике часто вначале принимают меньшие разовые нормы промывки, а последние - больше средней. Норму вытеснения $M_v = 7000 \text{ м}^3/\text{га}$ целесообразно разделить на пять разовых: 1200, 1400, 1400, 1500 и 1500 $\text{м}^3/\text{га}$.

Глоссарий

Автогрейдер – самоходная колесная машина с регулируемым отвалом, расположенным между передними и задними колесами, которая режет, перемещает и распределяет материал обычно в целях профилирования

Агролесомелиорация – раздел мелиорации, охватывающий вопросы улучшения природных условий сельскохозяйственных угодий защитными лесными насаждениями.

Агромелиоративные мероприятия – комплекс мероприятий по регулированию водного режима, отводу избыточной воды, обработке осушаемых почв тяжелого механического состава с учетом биологических особенностей сельскохозяйственных культур.

Аккумуляция воды – накопление в естественных и искусственных водных объектах, в отстойниках инженерных сооружений, в понижениях местности талой или дождевой воды, дренажного или поверхностного стока.

Аллювий – отложения постоянных или временных водных потоков (рек, ручьев), состоящие из обломочного материала различной степени окатаности и сортировки (галечник, гравий, песок, суглинок, глина).

Анаэробные процессы – химические, биохимические и другие процессы, протекающие в среде без доступа кислорода.

Антропогенные факторы – совокупность различных воздействий человека на природную среду.

Аридная зона – географическая зона, характеризующаяся засушливым климатом с годовой испаряемостью превышающей атмосферные осадки (сухие степи, полупустыни, пустыни).

Арматура дренажной сети – комплекс мелких стандартных элементов дренажной системы, обеспечивающий ее нормальное функционирование (устья, колодцы, фильтры-поглотители, колодцы-перепады и др.) выполненные, в основном, по типовым проектам.

Артезианская вода – напорная подземная вода, заключенная в глубоких водоносных пластах между водонепроницаемыми слоями.

Атмосферный тип водного питания – тип водного питания, при котором основным источником переувлажнения являются атмосферные осадки.

Аэрация земель – мелиоративное мероприятие, реализуемое путем увеличения содержания в почве воздуха, газообразного кислорода или углекислого газа.

Аэробные процессы – химические, биологические и другие процессы, протекающие в среде с достаточным количеством кислорода.

Аэрозольное (мелкодисперсное) орошение – дождевание мелкими каплями (диаметр $< 0,5$ мм) в целях увлажнения приземного слоя воздуха, регулирования температурного режима.

Аэротенк – резервуар для биологической очистки сточных вод различного происхождения посредством активного ила, т.е. коллоидной массы минерального и органического состава, очень богатой микроорганизмами.

Безнапорные воды – воды естественных и искусственных открытых водотоков, частично наполненных труб и подземные воды, имеющие свободную поверхность.

Безнапорный горизонт – слой водопроницаемых горных пород, в которых образуется поток безнапорных вод.

Берма – горизонтальная площадка на откосе насыпи или глубокой выемки, а также полоса между подошвой дамбы и верховой бровкой откоса выемки.

Бестраншейный дренаж – разновидность горизонтального трубчатого дренажа, укладываемого в продавленные в грунте круглые полости или щели с помощью бестраншейных дренаукладчиков.

Битумизация земель – мелиоративное мероприятие по химическому укреплению трещиноватых, скальных, гравелистых и крупнопесчаных грунтов, эродируемых почв и движущихся песков с использованием битума.

Болото – природное образование, занимающее часть земной поверхности и представляющее собой отложения торфа, насыщенные водой и покрытые специфической растительностью.

Бороздование – нарезка борозд на поверхности почвы глубиной 15-25 см, агромелиоративный прием.

Бровка – линия пересечения поверхности земли с плоскостью откоса выемки или насыпи.

Бьеф – часть водотока, примыкающая к водоподпорному сооружению (плотине, шлюзу и др.). Верхний бьеф – Б. с верховой стороны водоподпорного сооружения; нижний бьеф – Б. с низкой стороны водоподпорного сооружения. Разница отметок уровней воды между верхним и нижним Б. определяет действующий на данное сооружение напор воды.

Вантуз – устройство для впуска и выпуска воздуха из оросительной сети.

Вертикальный гидромелиоративный дренаж – гидромелиоративный дренаж, состоящий из трубчатых колодцев.

Верховодка – временные, сезонные скопления капельно-жидких подземных вод в толще почвогрунтов ненасыщенной зоны над поверхностью отдельных слоев или линз, обладающих слабой проницаемостью.

Верховые болота – болота, формирующиеся на водораздельных территориях, питаемых атмосферными осадками.

Взвешенные наносы – наносы, переносимые водным потоком во взвешенном состоянии.

Влагоемкость почвы – величина, количественно характеризующая водоудерживающую способность почвы.

Влагозарядковый полив – полив, проводимый с целью увеличения запаса воды в почве к началу вегетационного периода.

Влажность почвы – содержание воды в почве, выраженное в процентах от массы или объема.

Влажность устойчивого завядания растений – влажность почвы, при которой проявляются необратимые признаки завядания растений с хорошо развитой корневой системой, не исчезающие при помещении растений на 12 ч. В атмосферу, насыщенную водяным паром.

Внутрипочвенное орошение – орошение земель путем подачи воды непосредственно в корнеобитаемую зону изнутри.

Водная мелиорация земель (гидромелиорация) – тип мелиорации земель, осуществляемый посредством подачи или отвода воды, сохранения и перераспределения влаги с целью регулирования водного режима земель (почв) и территорий.

Водный баланс – соотношение прихода и расхода воды с учетом изменения ее запасов за выбранный интервал времени для рассматриваемого объекта.

Водный режим – изменение во времени уровней, расходов и объемов воды в водных объектах и почвогрунтах.

Водные ресурсы – запасы поверхностных и подземных вод какой-либо территории.

Водобой – часть крепления дна русла, расположенная в нижнем бьефе непосредственно за водосливом водосборного сооружения.

Водоем – водный объект в углублении суши, характеризующийся замедленным движением воды или полным его отсутствием.

Водозабор – забор воды из водоема, водотока или подземного водоисточника.

Водомерное сооружение – сооружение, с помощью которого измеряют расходы и учитывают объем воды, поступающий на данный участок канала

или системы, определяют потери воды в каналах (системах), коэффициент полезного действия, поливные и оросительные нормы.

Водомерный пост – устройство для систематического измерения уровня воды на водотоках и водоемах.

Водоносный горизонт – толща пористых или трещиноватых пород, содержащих воду и обладающих гидравлической сплошностью.

Водооборотная система – тип оросительной системы, работающей с аккумуляцией отводимой с мелиорируемой территории воды в накопители (колодцы, водоемы) для обратной подачи на увлажнение.

Водопотребление – объем воды, расходуемое сельскохозяйственным полем на транспирацию растений и испарение с поверхности.

Водоприемник – водоток, водоем, понижение рельефа местности и (или) зона неполного водонасыщения горных пород, используемые для сброса в них дренажных и (или) оросительных вод.

Водопроницаемость почвы – свойство почвы как пористого тела пропускать воду через себя.

Водораздел – граница между смежными водосборами.

Водорегулирующие сооружения – гидротехнические сооружения для регулирования уровней, расходов и скоростей водных потоков.

Водосбор – часть земной поверхности и толща почв и горных пород, откуда вода поступает к водному объекту.

Водосборно-сбросная сеть оросительной системы – гидромелиоративная сеть, принимающая и отводящая воду из поливной и оросительной сети.

Водоток – водный объект, характеризующийся движением воды в направлении уклона в углублении земной поверхности.

Водоудерживающая способность почвы – способность твердой фазы почвы удерживать влагу от стекания под влиянием силы тяжести.

Водоупорный горизонт, водоупор – водонепроницаемый слой горной породы, ограничивающий снизу (водоупорное ложе) или перекрывающий сверху (водоупорная кровля) водоносный пласт.

Водохранилище – искусственный водоем, образованный водоподпорным сооружением на водотоке с целью хранения воды и регулирования стока.

Временный ороситель – канал, нарезаемый весной перед поливом для транспортировки оросительной воды в поливные борозды, полосы или к дождевальным машинам.

Выборочный дренаж – трубчатый дренаж с нерегулярным расположением дрен или систем на осушаемой территории.

Гигроскопичность почвы – способность почвы адсорбировать на поверхности почвенных частиц пары воды из окружающего воздуха.

Гидравлический удар – резкое повышение или понижение давления в напорном трубопроводе, вызванное изменением средней скорости течения воды.

Гидромодуль – объем воды, подаваемый на единицу орошаемой площади в единицу времени.

Гидромелиоративная система – комплекс взаимодействующих сооружений и технических средств для гидромелиорации земель.

Гипсование почв – мелиоративное мероприятие, заключающееся во внесении в солонцы и солонцеватые почвы гипса или гипсосодержащих материалов с целью замены поглощенного натрия кальцием.

Горизонтальный гидромелиоративный дренаж – гидромелиоративный дренаж, дрены которого занимают горизонтальное положение или имеют уклон.

Глинование почв – мелиоративное мероприятие, заключающееся во внесении глины в песчаные, супесчаные и торфяно-болотные почвы, при котором улучшаются их структура и водно-физические свойства, уменьшается вред от заморозков и ветровой эрозии, снижается опасность возникновения пожаров (на торфяно-болотных почвах).

Гравитационная вода – свободная влага, содержащаяся в почве сверх наименьшей влагоемкости и под влиянием силы тяжести стекающая вниз.

Гребневание земель – мелиоративное мероприятие, заключающееся в создании техническими средствами на поверхности поля гребней высотой 13-15 см, направленных по уклону местности в целях ускорения поверхностного стока, регулирования водно-воздушного режима почв, ускорения созревания мелиорируемых земель для обработки.

Грунтовые воды – подземные воды первого от поверхности земли постоянного водоносного горизонта.

Грядование земель – мелиоративное мероприятие, заключающееся в создании на поверхности поля гряд высотой 0,3-0,6 м (шириной 0,7-1,4 м при возделывании овощей и 2,8-3,5 м при возделывании кукурузы и других сельскохозяйственных культур) в целях ускорения поверхностного стока, регулирования водно-воздушного режима почв, ускорения созревания мелиорируемых земель для обработки.

Гумидная зона – географическая зона, характеризующаяся превышением годовых атмосферных осадков над суммой испарением, транспирацией и инфильтрации вод.

Дамба – гидротехническое сооружение в виде насыпи для защиты территорий от наводнений, для ограждения искусственных водоемов и водотоков, для направленного отклонения потока воды.

Двойное регулирование водного режима земель – мелиоративное мероприятие, заключающееся в регулируемой подаче или отводе воды из почвенного слоя в соответствии с потребностями в ней сельскохозяйственных культур.

Двухъярусный дренаж – разновидность комбинированного дренажа, в виде системы горизонтальных дрен, расположенных в два яруса.

Деградация почвы – постепенное ухудшение почв и утрата ими плодородия, вызванные процессами почвообразования или деятельностью человека.

Депрессионная кривая – линия пересечения депрессионной поверхности с вертикальной плоскостью.

Депрессионная поверхность – свободная поверхность безнапорных грунтовых вод, разделяющая грунт на зону полного и неполного насыщения водой.

Дерн – покрытые травой куски верхнего слоя почвы с густопереплетенными живыми и отмершими корнями многолетних трав.

Дефляция почвы – разрушение и перенос почвы под воздействием воздушного потока.

Длиннобазовые прицепные планировщики – орудия для разравнивания грунта и окончательной планировки поверхности полей при подготовке к сельскохозяйственному использованию, отличающиеся удлиненной колесной базой.

Дождевание – поверхностное орошение искусственным дождем.

Дождевальная машина – рабочий орган с подвижными частями для получения и распределения искусственного дождя по площади полива.

Дождевальная машина – поливная машина с рабочими органами для дождевания.

Дождевальная насадка – рабочий орган для получения и распределения искусственного дождя по площади полива, не имеющий подвижных частей.

Дождевальная установка – установка для позиционного полива дождеванием.

Допустимая интенсивность дождевания – интенсивность искусственного дождя, при которой не образуется поверхностный сток.

Допустимый уклон поверхности поливного участка – уклон поверхности поливного участка, допускающий применение данного способа полива и поливной техники.

Дрена – подземный искусственный водоток (труба, полость в грунте, скважина) для сбора и отвода почвенно-грунтовых вод и аэрации почвы.

Дренаживание орошаемых земель – мелиоративное мероприятие по осушительно-увлажнительному регулированию водного режима почв, реализуемое устройством глубокого дренажа на орошаемых землях, осуществляющего отвод избыточных вод из почвенного профиля.

Дренаж – устройство для сбора и отвода профильтровавшихся и подземных вод.

Дренажный сток – грунтовый и трансформированный водопоглощающими устройствами (поглотительные колонки, фильтры-поглотители) поверхностный сток, собираемый и отводимый дренами и дренажными системами при осушении земель.

Живое сечение – часть водного сечения, в которой наблюдается течение воды.

Закрытая сеть – система подземных трубопроводов (дрен) или полостей в грунте на мелиорируемых землях.

Закрытая оросительная система – тип оросительной системы, в которой все элементы выполнены из напорных или безнапорных трубопроводов.

Запруда – водонапорное сооружение на малом водотоке.

Землевание – мелиоративное мероприятие, осуществляемое путем нанесения на поверхность малопродуктивных почв плодородного слоя или путем внесения в почвенный слой других почв с иными недостающими этой малопродуктивной почве свойствами и обеспечивающее улучшение водно-физических, тепловых, агрохимических и других свойств торфяников, солонцов, глинистых, песчаных и других малопродуктивных почв.

Зона аэрации почвы – почвенная толща, в которой часть пор заполнена воздухом и происходит аэрация почвы.

Зона насыщения – зона, расположенная ниже уровня грунтовых вод, в которой поры полностью насыщены водой.

Зона неустойчивого увлажнения – географическая зона с годовыми и внутригодовыми колебаниями соотношения атмосферных осадков и суммы испарения, транспирации и инфильтрации вод (лесостепная и лесная зоны).

Известкование почв – мелиоративное мероприятие по внесению в почву извести для устранения избыточной почвенной кислотности в целях повышения ее плодородия.

Импульсное дождевание – дождевание в импульсном режиме.

Интенсивность дождя – слой осадков (в миллиметрах), выпадающих за единицу времени (в минуту).

Инфильтрация – просачивание, происходящее преимущественно по порам.

Испарение – переход воды из жидкого или твердого состояния в газообразное, измеряется в миллиметрах слоя испарившейся воды.

Испаряемость – максимально возможное испарение влаги в конкретных метеорологических условиях, не лимитируемое ее запасами.

Кавальер – земляной вал, насыпь, образуемая грунтом, удаляемым из протяженной выемки.

Канал – искусственный открытый водовод в земляной выемке или насыпи.

Капельное орошение – локальное орошение с помощью поливных капельниц.

Капиллярная зона – увлажненная зона над водоносным пластом, содержание влаги в которой определяется преимущественно действием капиллярных сил.

Коллектор закрытый – элемент закрытой проводящей сети в виде трубы в грунте, служащий на осушаемых землях для сбора воды из регулирующих элементов осушительной сети и отвода её в проводящую сеть.

Кольматаж почв – мелиоративное мероприятие, заключающееся в повышении плодородия скелетных (песчаных, гравелистых, галечниковых) почв речных долин путем управляемого отложения на них богатых питательными веществами илистых речных наносов.

Комбинированная оросительная система – тип оросительной системы, в которой сочетаются открытые каналы и закрытые трубопроводы.

Комбинированный дренаж – сочетание горизонтального трубчатого дренажа с кротовым дренажем или вертикальными скважинами.

Контурная обработка почвы – обработка почвы сложных склонов в направлении, близком к горизонталям местности.

Коэффициент земельного использования мелиоративной системы – отношение площади нетто, занятой посевами сельскохозяйственных культур, естественными травами и насаждениями, к площади брутто – всей площади мелиоративной системы, включая площади отчуждений под каналы, сооружения, дороги, постройки.

Коэффициент полезного действия оросительной сети – отношение объема воды, поданной при орошении, к объему воды, изъятой из водоисточника в оросительную сеть.

Коэффициент стока – отношение величины (объема или слоя) стока к количеству выпавших на площадь водосбора осадков, обусловивших возникновение стока.

Кротование земель – мелиоративное мероприятие, заключающееся в устройстве в почве круглых полостей в целях увеличения ее водопроницаемости и влагоемкости, регулирования водно-воздушного, теплового и пищевого режимов, активизации микробиологических процессов, уменьшения водной эрозии.

Кротовая дрена – гидромелиоративная дрена в виде цилиндрической полости в почвогрунте.

Кротовый гидромелиоративный дренаж – горизонтальный гидромелиоративный дренаж в виде кротовых дрен.

Ландшафт – природный территориальный комплекс, однородный по своему происхождению и истории развития, обладающий единым геологическим фундаментом, однотипным рельефом, общим климатом, единообразным сочетанием гидротермических условий, почв, биоценозов.

Ликвидация мелкоконтурности – мелиоративное мероприятие, заключающееся в придании участкам, предназначенным для использования в сельскохозяйственном производстве, формы и размеров, обеспечивающих эффективное применение сельскохозяйственных машин и механизмов.

Лиманное орошение земель – мелиоративное мероприятие, предусматривающее повышение влагообеспеченности сельскохозяйственных угодий путем аккумуляции стока талых и паводковых вод (местного стока) на пониженных или обвалованных участках (в чашах лиманов).

Ловчая дрена – гидромелиоративная дрена оградительной осушительной сети, предназначенная для перехвата притока подземных вод к осушенным землям.

Лоток – водовод незамкнутого сечения с безнапорным движением воды.

Лункование почвы – прием обработки почвы, обеспечивающий образование лунок на ее поверхности.

Магистральный трубопровод – главный водопроводящий трубопровод закрытой оросительной сети, по которому вода из источника орошения подается на орошаемую площадь.

Магистральный канал – главный открытый водовод на оросительной или осушительной системе.

Мелиоративная вспашка – мелиоративное мероприятие, заключающееся в глубокой обработке почвы специальными мелиоративными (плантажными, безотвальными, траверсными и др.) плугами и

обеспечивающее рыхление, крошение, перемещение, перемешивание и обрачиваемость слоев почв и почвообразующей породы.

Мелиоративная культуртехника – мелиоративное мероприятие, обеспечивающее подготовку территории для сельскохозяйственного использования, направленное на устранение механических препятствий для обработки почвы на ее поверхности и в корнеобитаемом слое.

Мелиоративные системы – комплексы взаимосвязанных гидротехнических и других сооружений и устройств (каналы, коллекторы, трубопроводы, водохранилища, плотины, дамбы, насосные станции, водозаборы, другие сооружения и устройства на мелиорированных землях), обеспечивающих создание оптимальных водного, воздушного, теплового и питательного режимов почв на мелиорированных землях.

Мелиорация земель – коренное улучшение земель путем проведения гидротехнических, культуртехнических, химических, противозерозийных, агролесомелиоративных, агротехнических и других мелиоративных мероприятий.

Метод осушения сельскохозяйственных земель – это принцип воздействия на факторы переувлажнения корнеобитаемого слоя почвы.

Механический водоподъем – забор воды из подземных водоносных горизонтов и поверхностных водоисточников с помощью насосных станций.

Микроклимат – климат приземного слоя воздуха высотой в несколько метров на небольшой территории, зависящий от местных факторов: близости водоема, города, особенностей рельефа, древесной растительности и т.д.

Микролиманы – водозадерживающие емкости, образованные на поверхности поля поделкой сети замкнутых земляных валиков.

Модуль стока – количество воды, стекающее с единицы площади водосбора в единицу времени.

Модуль дренажного стока – количество воды, принимаемое осушительной сетью с единицы площади осушенных земель в единицу времени.

Нагорная дрена – гидромелиоративная дрена оградительной осушительной сети, предназначенная для перехвата поверхностного стока к осушенным землям.

Нагорно-ловчий канал – элемент оградительной сети, предназначенный для защиты осушаемой (орошаемой) территории от притока поверхностных и грунтовых вод с прилегающего водосбора.

Наименьшая влагоемкость – количество влаги, прочно удерживающее в почве после полного свободного стекания гравитационной воды.

Наносы – твердые частицы, образованные в результате эрозии водосборов и русел, а также абразии берегов водоемов, переносимые водотоками, течениями в озерах, водохранилищах, прудах и формируемые их ложе.

Насосная станция – комплекс гидротехнических сооружений и оборудования, для подъема воды насосами.

Низинное болото – болото, которое формируется по понижениям, где встречаются злаки, осоки, зеленые мхи, ивы, береза, ольха, пойменное или террасовое болото, а также болото грунтового типа питания на склонах и в ложбинах, где выклиниваются грунтовые воды.

Норма осушения – расстояние от поверхности земли до поверхности почвенно-грунтовых вод, обеспечивающее оптимальные условия выращивания сельскохозяйственной культуры.

Обводнение земель – мелиоративное мероприятие, направленное на обеспечение водоснабжения и орошения отдельных участков безводных и маловодных районов. Осуществляется путем устройства колодцев, прудов, каналов, водозаборных сооружений и водоводов, дополняющих естественную сеть водотоков.

Объемная масса – масса единицы объема сухой почвы ненарушенного сложения.

Объем стока – объем воды, стекающий с водосбора за какой-либо интервал времени.

Оградительная осушительная сеть – часть гидромелиоративного дренажа, обеспечивающая перехват вод, притекающих к осушенным землям.

Оптимальная влажность почвы – влажность корнеобитаемого слоя почвы, при которой обеспечивается максимальная продуктивность сельскохозяйственных культур.

Оросительная норма – объем воды, подаваемый за год на единицу площади нетто поливного участка.

Оросительная сеть – гидромелиоративная сеть для подвода воды от водоисточника к поливному участку.

Оросительная система – гидромелиоративная система для орошения земель.

Оросительный период – часть вегетационного периода от начала первого полива до окончания последнего полива сельскохозяйственной культуры.

Орошение земель – мелиоративное мероприятие, осуществляемое путем подачи воды из водного источника (наземного или подземного) в

целях регулирования водного и связанных с ним воздушного, солевого и др. режимов почвы.

Осадка дрен – вертикальное смещение дренажных труб вследствие уплотнения торфяной залежи в процессе ее осушения и сельскохозяйственного использования.

Осушение земель – мелиоративное мероприятие, заключающееся в регулировании водного режима переувлажненных земель путем удаления избытка воды из почвы и с ее поверхности для выращивания сельскохозяйственных культур, интенсивного ведения лесного хозяйства и добычи торфа.

Осушительная система – гидромелиоративная система для осушения земель.

Осушительная сеть – гидромелиоративная сеть для приема избыточных поверхностных и (или) подземных вод и их отвода в водоприемник.

Осушительный коллектор – водовод проводящей осушительной сети для отвода воды, собранной оградительной и регулирующей осушительными сетями.

Открытая оросительная система – тип оросительной системы, в которой все элементы выполнены в виде открытых каналов или лотков.

Паводок – фаза водного режима реки, которая может многократно повторяться в различные сезоны года, характеризуется интенсивным обычно кратковременным увеличением расходов и уровней воды и вызывается дождями или снеготаянием во время оттепелей.

Первичная обработка почв – мелиоративное мероприятие, заключающееся в механическом разрушении естественной дернины и подготовке почвы для возделывания сельскохозяйственных культур.

Перепад – вид сопрягающего сооружения, предназначенного для гашения энергии потока при резком изменении отметок дна водовода, понижениях рельефа местности.

Переувлажненные земли – земли, почвы которых содержат воду в количестве, затрудняющем их хозяйственное использование

Переходное болото – болото, формирующееся в понижениях рельефа на средних и верхних частях склонов, а также в условиях естественного подъема поверхности низинного болота при нарастании слоя торфа.

Пескование почв – мелиоративное мероприятие, заключающееся во внесении песка в торфяно-болотные и глинистые (легкоуплотняемые, самоуплотняющиеся) почвы для улучшения физико-химических свойств.

Планировка земель – мелиоративное мероприятие, заключающееся в выравнивании поверхности почвы и придании ей нужного уклона.

Пластмассовый дренаж – разновидность горизонтального трубчатого дренажа, выполненного из пластмассовых дренажных труб.

Плодородие почвы – способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечивать условия для их нормальной жизнедеятельности.

Плотность почвы – отношение массы сухой почвы, взятой без нарушения природного сложения, к ее объему.

Поверхностные воды – воды, находящиеся на поверхности суши в виде различных водных объектов.

Поверхностное орошение – полив по поверхности почвы.

Поверхностный сток – сток, происходящий по земной поверхности.

Подземные воды – воды в толще горных пород в жидком, твердом и парообразном состоянии.

Подпор – подъем уровня воды, возникающий вследствие преграждения или стеснения русла водотока или изменения условий стока подземных вод.

Пойма – часть дна речной долины, сложенная наносами и периодически заливаемая в половодье и паводки.

Полив – однократное искусственное увлажнение почвы и (или) приземного слоя атмосферы.

Поливная норма – объем воды, подаваемый на единицу площади нетто поливного участка за полив.

Поливная сеть – гидромелиоративная сеть, предназначенная для распределения воды по поливному участку.

Полная влагоемкость почвогрунта – количество влаги, которое может быть вмещено почвогрунтом при условии полного заполнения влагой всех пор.

Половодье – фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в данных климатических условиях в один и тот же сезон, характеризующаяся наибольшей водностью, высоким и длительным подъемом уровня воды и вызываемая снеготаянием или совместным таянием снега и ледников.

Понижение уровня грунтовых вод – мелиоративное мероприятие, осуществляемое путем устройства дренажа, а также наращивания поверхности кольматированием.

Почва – самостоятельное естественно-историческое органоминеральное природное тело, возникшее на поверхности земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящее из твердых минеральных и

органических частиц, воды и воздуха и имеющее специфические генетико-морфологические признаки, свойства, создающие для роста и развития растений соответствующие условия.

Почвенная влага – вода, находящаяся в почве и выделяющаяся высушиванием почвы при температуре 105°C до постоянной массы.

Почвенные воды – временные скопления капельно-жидких вод в почвенной толще на слабопроницаемых слоях, гидравлически не связанные с нижележащими водоносными пластами.

Почвогрунт – верхний, выветренный горизонт земной коры, сформировавшийся под воздействием воды, воздуха, климатических факторов, жизнедеятельности флоры и фауны.

Пойма – часть дна речной долины, сложенная наносами и периодически заливаемая в половодье и паводки.

Промывной полив – полив, проводимый с целью уменьшения содержания в почве вредных для растений веществ.

Профилирование поверхности земель – мелиоративное мероприятие, обеспечивающее формирование техническими средствами определенного очертания профиля поверхности земельного участка в виде плоскости, гребней, гряд и других форм.

Пруд – мелководное водохранилище площадью не более 1 км².

Растительная мелиорация земель (фитомелиорация) – тип мелиораций земель, мелиорирующим средством которых являются растительные организмы (деревья, кустарники, травы, грибы).

Расход воды – объём воды, протекающий через живое сечение потока в единицу времени.

Регулирование подъема уровня грунтовых вод (субирригация) – мелиоративное мероприятие, осуществляемое путем шлюзования каналов для подъема и поддержания уровней воды в них, применяемое на проницаемых почвах с малыми и спокойными уклонами поверхности.

Регулярное орошение земель – мелиоративное мероприятие, предусматривающее ежегодный полив возделываемых культур на данном орошаемом массиве в соответствии с потребностью растений.

Режим орошения – совокупность числа, норм и сроков поливов.

Река – водоток значительных размеров, питающийся атмосферными осадками со своего водосбора и имеющий четко выраженное русло.

Рекультивация земель – это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народно-хозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды.

Русло реки – выработанное речным потоком ложе, по которому осуществляется сток без затопления поймы.

Силикатизация земель – мелиоративное мероприятие по химическому укреплению рыхлых, песчаных, свежеуложенных связных, насыпных и макропористых просадочных грунтов с использованием жидкого стекла.

Слой стока – количество воды, стекающее с водосбора за какой-либо интервал времени, равное толщине слоя, равномерно распределенного по площади этого водосбора.

Снегозадержание – мелиоративное мероприятие, реализуемое с целью предотвращения сдувания снега с полей, равномерного распределения и накопления снежного покрова путем производства почвозащитных фитокультур и использования мелиоративной агротехники.

Способ осушения земель – комплекс определенных мер и приемов сбора и отвода поверхностных и (или) подземных вод.

Способ орошения земель – комплекс определенных мер и приемов распределения воды на поливном участке и (или) превращения водного потока в почвенную и атмосферную влагу.

Сток – количество воды, стекающее с водосбора за определенный промежуток времени.

Тавельг – линия наиболее низких отметок дна долины, русла реки, ложбины, лощины суходола.

Террасирование склоновых земель – мелиоративное мероприятие, заключающееся в создании техническими средствами на склонах ступенчатого профиля в виде системы последовательно расположенных ступеней, используемых для выращивания сельскохозяйственных культур и повышающих устойчивость склонов против обрушения и оползания, а почвенного покрова против водной эрозии.

Транспирация – процесс испарения влаги из растения в атмосферу при его росте и развитии.

Увлажнительно-осушительная сеть – гидромелиоративная сеть, в которой осушительная сеть используется для увлажнения земель.

Удобрительный полив – полив водой, содержащей питательные вещества для растений.

Уплотнение грунта – мелиоративное мероприятие, заключающееся в увеличении плотности грунтов путем уменьшения пористости, вытеснения воды и воздуха, в результате чего повышаются их несущая способность и сопротивление сжатию и размыву, снижаются фильтрация, влагопоглощение и осадка.

Химическая мелиорация земель – тип мелиорации земель, направленный на улучшение неблагоприятного химического и физического состояния почв и грунтов путем внесения химических веществ с целью создания условий для интенсивного развития сельскохозяйственных культур и придания грунтам необходимых качеств.

Щелевая дрена – гидромелиоративная дрена в виде узкой щели в почвогрунте.

Щелевой гидромелиоративный дренаж – горизонтальный гидромелиоративный дренаж в виде щелевых дрена.

Эрозия почв – разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов почвы в результате действия воды и ветра.

Библиографический список

1. Астапов С.В. Мелиоративное почвоведение / С.В. Астапов. – М.: Сельхозгиз, 1958. – 367 с.
2. Айдаров И.П. Оросительные мелиорации / И.П. Айдаров, А.И. Голованов, М.Г. Мамаев. – М.: Колос, 1982. – 174 с.
3. Базавлук В.А. Мелиоративное обустройство территорий / В.А. Базавлук. – Томск: Изд-во Том. политех.унив-та, 2014. – 184 с.
4. Безменов А.И. Практикум по механизации полива сельскохозяйственных культур / А.И. Безменов. – М.: Высшая школа, 1979. 175 с.
5. Волковский, П. А. Практикум по сельскохозяйственным мелиорациям / П. А. Волковский, А. А. Розова. – М.: Колос, 1980. – 239 с.
6. Голованов А.И. Основы природообустройства / А.И. Голованов, Т.И. Сурикова, Ю.И. Сухарев. – М.: Колос, 2001. – 264 с.
7. ГОСТ 19179-73 Гидрология суши. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1988.
8. ГОСТ 19185-73. Гидротехника. Основные понятия. – Москва: Изд-во стандартов, 1974.
9. ГОСТ 26967-86. Гидромелиорация. Термины и определения. – Москва: Изд-во стандартов, 1986.
10. ГОСТ 16265-89 Земледелие. Термины и определения. – Москва: Изд-во стандартов, 1990.
11. ГОСТ 27535-87 (ИСО 7134-85) Машины землеройные. Автогрейдеры. – М.: Издательство стандартов, 1988.
12. ГОСТ 58330.1-2018. Мелиорация. Мелиоративные системы и сооружения. – Москва: Стандартинформ, 2019.
13. ГОСТ 58330.2-2018. Мелиорация. Виды мелиоративных мероприятий и работ. – Москва: Стандартинформ, 2019.
14. ГОСТ 27593-88 Почвы. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2008.
15. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв / Ф.Р. Зайдельман. – М.: Изд-во Моск. унив-та, 2003. – 448 с.
16. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв [Электронный ресурс]: учебник / Ф.Р. Зайдельман. — Электрон.текстовые данные. — М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2003. — 480 с. — 5-211-04801-6. — Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/13059.html>

17. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв / Ф.Р. Зайдельман, Л.Ф. Смирнова, А.П.Шваров, А.С. Никифорова. – М.: Изд-во Моск. унив-та, 2002. – 52 с.
18. Иваненко А.С. Агроклиматические условия Тюменской области: Учебное пособие / А.С. Иваненко, О.А. Кулясова. – Тюмень: ТГСХА, 2008. – 206 с.
19. Ковда В.А. Почвенный покров / В.А. Ковда. – М.: Наука, 1981. – 183 с.
20. Колпаков В.В. Сельскохозяйственные мелиорации / В.В. Колпаков, И.П. Сухарев. – М.: Колос, 1981. – 328 с.
21. Костяков А.Н. Основы мелиорации / А.Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 621 с.
22. Кочетков А.П. Расчет режима орошения в Западной Сибири с помощью биологических коэффициентов // Гидротехника и мелиорация. – 1980. – № 2. – С. 34
23. Лысогоров С.Д. Практикум по орошаемому земледелию / С. Д. Лысогоров, В. А. Ушкаренко. – М.: Агропромиздат, 1985. – 127 с.
24. Маслов Б.С. Сельскохозяйственная мелиорация / Б.С. Маслов, А.И. Безменов. – М.: Колос, 1984 – 511с.
25. Маслов Б.С. Мелиорация торфяных болот / Б.С. Маслов. – Томск: Издательство Томского государственного педагогического университета, 2006. – 195 с.
26. Мелиорация и почвоведение / Учебно-справочное издание. Составители: Н.В. Абрамов и др. – Тюмень, 2003. – 135 с.
27. Мелиорация земель / Под ред. А.И. Голованова. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 816 с.
28. Мелиорация земель [Электронный ресурс]: учеб. / А.И. Голованов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 816 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65048>. — Загл. с экрана.
29. Наброцкий С.К. Сельскохозяйственная мелиорация с основами лесоводства и водоснабжения / С.К. Наброцкий, П.И. Жохов, В.Т. Николаенко. – Л.: Колос, 1978. – 304 с.
30. О мелиорации земель (с изменениями на 5 апреля 2016 года): Федеральный закон от 10 января 1996 г. N 4-ФЗ [Электронный ресурс] <https://base.garant.ru>
31. Розов Л.П. Мелиоративное почвоведение / Л.П. Розов. - 2-е изд. - перераб. и доп. – М.: Госсельхозиздат, 1956. – 440 с.
32. Система мелиорации земель Тюменской области / Рекомендации

РАСХН. Сиб.отд-ние ЗапСибНИИМиП. – Новосибирск, 1997. – 168 с.

33. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации / Под ред. Е.С. Маркова. – М.: Колос, 1981. – 375 с.

34. СП 100.13330.2016 Мелиоративные системы и сооружения. – М.: Стандартинформ, 2017.

35. Шакиров А.Ш. Мелиорация земель (основные термины и понятия) / А.Ш. Шакиров, М.М. Хисматуллин. – Казань, 2006. – 190 с.

36. Шевелев Я.З. Справочник-словарь мелиоратора / Я.З. Шевелев, В.И. Ревут, Ш.Т. Даишев. – Л.: Лениздат, 1988. – 207 с.

37. Шуравилин А.В. Мелиорация: Учебное пособие / А.В. Шуравилин, А.И. Кибека. – М.: ИКФ «ЭКМОС», 2006. – 944 с.

Приложение 1

Атмосферные осадки, мм

Название метеостанции	Месяцы вегетации														
	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Леуши	9	13	16	21	23	21	27	24	30	27	21	25	23	22	13
Демьянское	11	11	16	25	18	21	20	27	29	20	27	21	24	18	1
Уват	11	11	17	28	18	21	22	24	26	23	27	22	22	16	17
Тобольск	9	12	17	22	27	19	22	23	21	23	26	23	15	14	13
Вагай	11	13	18	21	16	22	23	29	17	22	26	24	17	18	15
Липовка	14	17	19	20	20	22	26	29	28	22	21	20	20	19	16
Велижаны	11	12	15	17	19	20	21	21	20	15	11	12	15	18	17
Ярково	9	14	17	21	16	18	26	27	28	20	21	20	12	14	11
Балахлей	9	11	14	25	14	23	28	25	24	24	23	23	15	18	12
Тюмень	9	15	14	23	20	20	24	29	31	23	17	18	15	13	10
Агарак	10	13	11	15	17	20	30	34	33	21	19	18	18	17	17
Викулово	9	15	14	21	15	16	25	28	30	24	18	22	16	15	13
Ялуторовск	7	13	15	17	17	19	23	24	26	24	23	17	12	14	12
Солобоево	6	10	13	20	25	24	21	24	27	20	18	13	10	14	9
Вагай ж/д ст.	8	13	14	18	18	19	23	24	20	26	17	17	13	14	12
Ишим	8	12	10	23	12	23	24	22	23	22	17	19	16	12	10
Бердюжье	7	11	10	22	13	21	23	21	18	21	15	15	14	10	10
Сладково	8	14	10	22	16	23	19	20	23	21	18	20	14	13	11
Ильинка	7	11	10	22	19	22	21	18	23	20	15	16	14	10	8
Голышманово	6	13	13	25	19	20	30	27	22	26	20	17	14	12	11

Приложение 2

Коэффициент использования воды атмосферных осадков

Культуры	Месяцы и декады вегетации													
	май			июнь			июль			август			сентябрь	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Овощные, зерновые, травы	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7

Приложение 3

Использование грунтовых вод растениями (капиллярный приток) за вегетацию (по Баталову З.Г., Мышкиной А.А., Зайцевой Е.И.)

Глубины залегания грунтовых вод от поверхности почвы, м	Количество используемых грунтовых вод, м ³ /га
до 1	1220-1500
1-2	800-1000
2-3	400-800
более 3	100-400
4-5	не учитывается

Приложение 4

Примерная урожайность, закупочные цены, водопотребление сельскохозяйственных культур по Тюменской области

Культуры	Урожайность, т/га		Закупочная цена, руб/т	Коэффициент водопот- ребления, м ³ /т
	без орошения	при орошении		
1	2	3	4	5
Капуста поздняя	35	50	4000	86
Капуста ранняя	25	40	12000	75
Капуста средняя	22	45	8000	80
Свекла столовая поздняя	15	35	8000	110
Свекла столовая ранняя	13	30	12000	120
Морковь	30	55	8000	84
Томаты	12	30	15000	130
Огурцы	15	32	15000	120
Лук репчатый	5,0	12	8000	150
Картофель поздний	15	30	6000	165
Картофель ранний	10	20	15000	170
Примечание. Закупочная цена принята для учебных целей				

Приложение 5

Изменение глубины корнеобитаемого слоя почвы под сельскохозяйственными культурами в течение вегетационного периода, м

Культура	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Капуста ранняя		0,2	0,25	0,3	0,4	0,45	0,5	0,5	0,5					
Капуста средняя		0,2	0,25	0,4	0,45	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
Капуста поздняя		0,2	0,25	0,4	0,45	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Огурцы				0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,45				
Томаты				0,2	0,3	0,4	0,5	0,55	0,6	0,6				
Лук		0,2	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,45	0,45				
Морковь	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,55	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
Свекла		0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Кукуруза		0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,8		
Картофель ранний		0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,65	0,7	0,7				

Приложение 6

Водно-физические свойства основных типов почв южной части
Тюменской области (по Б.С. Соколову, 1986 г.)

Почвы	Глубина слоя, см	Плотность твёрдой фазы, г/см ³	Объёмная масса, г/см ³	Наименьшая влагоемкость НВ, %	Запасы воды при НВ, мм
1	2	3	4	5	6
Дерново- подзолистые, супесчаные	0-10	2,60	1,28	21,4	27,0
	10-20	2,62	1,42	17,8	25,0
	20-30	2,64	1,42	17,8	25,0
	30-40	2,64	1,42	18,5	26,0
	40-50	2,65	1,55	18,2	28,0
	50-60	2,66	1,54	18,5	28,0
	60-80	2,68	1,57	18,5	58,0
	80-100	2,69	1,54	19,9	58,0
Дерново- подзолистые, суглинистые	0-10	2,60	0,69	28,8	28,0
	10-20	2,60	1,00	27,3	27,0
	20-30	2,60	1,03	26,0	27,0
	30-40	2,68	1,28	26,4	34,0
	40-50	2,72	1,26	25,0	32,0
	50-60	2,74	1,37	26,0	36,0
	60-80	2,74	1,40	24,0	67,0
	80-100	2,74	1,44	22,6	65,0
Дерново- подзолистые, тяжелосуглинист ые	0-10	2,54	0,94	36,8	35,0
	10-20	2,54	1,07	35,4	38,0
	20-30	2,55	1,12	29,7	33,0
	30-40	2,68	1,24	31,1	39,0
	40-50	2,72	1,35	26,2	35,0
	50-60	2,72	1,42	26,0	37,0
	60-80	2,73	1,41	23,9	67,0
	80-100	2,76	1,35	21,0	55,0
Черноземы выщелоченные, среднесуглинист ые	0-10	2,50	0,91	38,7	35,0
	10-20	2,50	0,99	36,8	36,0
	20-30	2,57	1,16	24,2	28,0
	30-40	2,63	1,26	21,0	26,0
	40-50	2,67	1,43	20,7	30,0
	50-60	2,67	1,52	20,7	31,0
	60-80	2,69	1,52	21,0	64,0
	80-100	2,70	1,48	19,0	56,0
Черноземы оподзоленные, тяжелосуглинист ые	0-10	2,54	0,90	28,9	26,0
	10-20	2,53	0,93	28,8	27,0
	20-30	2,63	1,01	23,3	24,0
	30-40	2,71	1,41	23,6	33,0
	40-50	2,72	1,49	23,0	34,0
	50-60	2,72	1,51	21,2	32,2
	60-80	2,71	1,44	21,7	62,0
	80-100	2,71	1,51	21,5	65,0

Черноземы выщелоченные, тяжелосуглинистые	0-10	2,49	0,92	45,4	42,0
	10-20	2,50	0,95	32,2	31,0
	20-30	2,58	1,12	30,0	34,0
	30-40	2,68	1,23	28,2	35,0
	40-50	2,66	1,35	28,0	38,0
	50-60	2,68	1,40	27,2	38,0
	60-80	2,71	1,42	26,2	75,0
	80-100	2,74	1,44	24,8	72,0
Темно-серые лесные, суглинистые	0-10	2,56	1,23	32,9	40,0
	10-20	2,58	1,25	31,1	39,0
	20-30	2,56	1,27	26,4	34,0
	30-40	2,66	1,30	23,7	31,0
	40-50	2,67	1,42	23,6	34,0
	50-60	2,68	1,50	21,8	33,0
	60-80	2,69	1,56	19,5	60,0
	80-100	2,70	1,44	19,0	56,0
Темно-серые лесные, оподзоленные, тяжелосуглинистые	0-10	2,52	0,90	39,1	35,0
	10-20	2,52	0,97	37,8	37,0
	20-30	2,66	1,18	28,1	33,0
	30-40	2,72	1,26	23,6	30,0
	40-50	2,72	1,41	20,7	29,0
	50-60	2,72	1,42	20,1	28,0
	60-80	2,72	1,44	20,6	60,0
	80-100	2,70	1,48	19,4	58,0
Темно-серые лесные, осолоделые, глинистые	0-10	2,54	0,86	34,4	30,0
	10-20	2,52	0,92	34,1	31,0
	20-30	2,60	1,08	27,2	29,0
	30-40	2,68	1,26	26,2	33,0
	40-50	2,68	1,36	25,0	34,0
	50-60	2,72	1,42	24,8	35,0
	60-80	2,72	1,46	26,8	78,0
	80-100	2,72	1,52	29,9	88,0

Приложение 7

Минимально допустимая влажность почвы в процентах от НВ (по А.И. Безнемову)

Культура	Для незасоленных почв		Для слабозасоленных почв	
	тяжелых	легких	тяжелых	легких
Многолетние травы	70-75	65-70	75-80	70-75
Зерновые	65-70	60-65	70-75	65-70
Кукуруза	65-70	60-65	75-80	70-75
Корнеплоды	70-75	65-70	75-80	70-75
Картофель	65-75	60-70	75-80	70-75
Плодово-ягодные культуры	70-80	60-70	75-80	70-75
Овощные культуры	75-80	70-75	80-85	75-80
Примечание: к легким почвам отнесены супесчаные, легкосуглинистые и частично среднесуглинистые; к тяжелым – среднесуглинистые, тяжелосуглинистые и глинистые.				

Приложение 8

Распределение водопотребления сельскохозяйственными культурами за вегетационный период в условиях Западной Сибири, % (по Кочеткову А.П.)

Культура	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Капуста ранняя		11.0	11.6	12.3	13.0	13.7	13.7	13.0	11.7					
Капуста средняя		8.5	9.7	10.6	11.8	12.7	11.5	10.3	8.5	7.0	5.5	3.9		
Капуста поздняя		8.1	8.8	9.5	10.0	10.4	10.6	9.3	7.6	6.2	5.6	5.1	4.6	4.2
Огурцы				10.9	12.6	15.9	17.7	16.9	14.4	11.7				
Томаты				12.5	14.1	16.8	16.4	15.3	13.0	11.9				
Лук		7.4	8.7	10.5	13.9	16.1	14.6	11.7	9.6	7.3				
Морковь	1.0	3.0	6.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	11.0	10.0	8.0	4.0		
Свекла		3.5	4.2	5.6	7.0	8.7	10.9	12.1	12.0	10.0	8.7	7.2	5.6	4.5
Картофель ранний		8.8	9.6	11.8	14.8	15.7	13.9	10.6	8.1	6.7				

Приложение 9

Основные технические характеристики дождевальных устройств

№	Показатели	Короткоструйные		Среднеструйные		Дальнеструйные	
		ДДА-100МА	«Кубань»	«Волжанка»	«Днепр»	ДДН-70	ДДН-100
1	Расход воды, л/с	130	170	64	120	70	100
2	Напор воды, м	37	34	40	45	55	65
3	Средняя интенсивность дождя, мм/мин	3,12	0,8-1,1	0,27	0,29	0,32	0,37
4	Расстояние между трубопроводами и каналами, м	120	800	800	900	100	120
5	Расстояние между гидрантами или смежными позициями, м	-	-	18	54	90	150
6	Площадь полива с одной позиции, га	-	-	1,44	2,43	0,94	1,5
7	Сезонная производительность, га	160-200	160-170	70-100	120	70	100
8	Коэффициент использования рабочего времени	0,73-0,8	0,85	0,8	0,86	0,8	0,8
9	Обслуживающий персонал, чел.	1	0,25	0,5	0,5	1	1
10	Характер работы и системы водозабора	ДОС*	ДОС*	ПЗС*	ПЗС*	ПОС*, ПЗС*	ПОС*, ПЗС*

Примечание: ДОС – в движении из открытой сети, ПЗС – позиционный из закрытой сети, ПОС – позиционный из открытой сети.

Приложение 10

Технические характеристики модификации дождевальная машины
«Фрегат»

Показатели	ДМ-454-100	ДМУ-424-90	ДМУ-394-80	ДМУ-365-68	ДМУ-335-58
Ширина захвата (длина трубопровода), м	453,5	423,9	394,3	364,7	335,1
Расход воды (в числителе) при минимальном напоре (в знаменателе), л/с	$\frac{90 - 100}{6,5}$	$\frac{90}{6,3}$	$\frac{80}{5,8}$	$\frac{68}{5,3}$	$\frac{58}{5,0}$
Напор на гидранте, м	65	63	58	53	50
Площадь орошаемая на одной позиции, га	72	64	55	48	40,5
Минимальное время полного оборота машины при максимальной скорости, ч	51	47,5	44	40,5	37
Минимальная поливная норма, м ³ /га	240	240	230	210	190
Количество самодвижущихся опор (тележек)	16	15	14	13	12
Расстояние между гидрантами, м	908	848	790	720	670
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,31	0,30	0,29	0,28	0,26
Масса машины, т	15	14,1	13,2	12,3	11,4
Коэффициент использования времени при поливе	$\beta_{см}$	0,87	0,88	0,89	0,91
	$\beta_{сут}$	0,83	0,84	0,84	0,86
	$\beta_{сез}$	0,78	0,79	0,79	0,82

Значение коэффициента заложения откосов (по А.Н. Костякову)

Почвогрунты	m
Пески пылеватые	1,75-2,25
Супеси	1,50-1,75
Гравелистые цементированные грунты	0,75-1,25
Гравелистые рыхлые грунты с песком	1,50-1,75
Суглинок, глина, лёсс	1,00-1,50
Галечниковые цементированные грунты	0,75-1,00
Галечниковые рыхлые грунты с песком	1,00-1,50
Плотная глина, конгломерат, известняки	0,50-0,75
Мягкие скальные грунты	0-0,25

Значение коэффициента шероховатости русла (данные Н.Н. Павловского)

Состояние поверхности почвы и русла водотока	Коэффициент шероховатости
<i>Естественное русло</i>	
Прямое, чистое, с небольшим количеством водорослей и камней	0,025...0,035
Прямое, заросшее и засоренное, с медленным течением	0,040...0,070
Извилистое, сильно заросшее и засоренное, с отмелями и омутами	0,080...0,133
<i>Искусственное русло</i>	
Цементная штукатурка, строганные доски, новые керамические и металлические трубы	0,010...0,012
Бетон, нестроганные доски, тесовая и кирпичная кладка, обычные металлические и керамические трубы	0,012...0,016
Старые трубы	0,020...0,025
Обычное чистое земляное русло	0,025...0,0275
Сильно заросшее, засоренное камнями, сучьями, с ямами	0,0325...0,0375

Таблица для подбора диаметра асбестоцементных труб

Q, л/с	d, мм											
	200		250		300		350		400		500	
	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀
45	1,60	13,1	1,04	4,48	0,74	1,94	0,55	0,97				
50	1,78	15,9	1,15	5,45	0,82	2,35	0,61	1,17				
55	1,96	19,0	1,25	6,55	0,90	2,81	0,68	1,39				
60	2,14	22,4	1,38	7,64	0,98	3,29	0,74	1,64				
65	2,32	26,1	1,50	8,88	1,06	3,82	0,80	1,90				
70	2,50	30,0	1,61	10,2	1,14	4,39	0,86	2,18				
75			1,73	11,6	1,23	4,99	0,92	2,47	0,71	1,29		
80			1,84	13,1	1,31	5,63	0,98	2,78	0,75	1,45		
85			1,96	14,7	1,39	6,29	1,04	3,12	0,80	1,62		
90			2,07	16,3	1,47	7,00	1,11	3,46	0,85	1,80		
95			2,19	18,1	1,55	7,75	1,17	3,83	0,89	1,99		
100			2,31	19,9	1,64	8,53	1,23	4,21	0,94	2,19		
110			2,54	23,8	1,80	10,2	1,35	5,03	1,03	2,61		
120			2,77	28,1	1,96	12,01	1,47	5,92	1,13	3,07		
130			3,00	32,7	2,13	13,9	1,60	7,87	1,22	3,58		
140					2,29	16,0	1,72	7,89	1,32	4,09		
150					2,45	18,3	1,84	8,98	1,41	4,65	0,92	1,62
160					2,62	20,6	1,98	10,1	1,50	4,24	0,98	1,83
170					2,78	23,1	2,09	11,4	1,60	5,87	1,04	5,03
180					2,94	25,8	2,21	12,6	1,69	6,53	1,10	2,28
190							2,33	14,0	1,79	7,22	1,16	2,55
200							2,46	15,4	1,87	7,96	1,22	2,77
210							2,57	16,8	1,97	8,65	1,28	3,01
220							2,71	18,6	2,08	9,61	1,35	3,33
230							2,82	20,1	2,16	10,3	1,41	3,59
240							2,93	21,6	2,25	11,1	1,46	3,86

Q, л/с	d, мм											
	200		250		300		350		400		500	
	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀
250									2,35	12,2	1,54	4,23
260									2,44	13,1	1,59	4,52
270									2,53	13,9	1,65	4,81
280									2,64	15,1	1,72	5,22
290									2,77	16,0	1,78	5,54
300									2,81	17,0	1,83	5,87
310									2,92	18,3	1,90	6,31
320									3,01	19,3	1,96	6,66
350											2,16	7,97
400											2,45	10,10

Приложение 14

Таблица для подбора диаметра стальных труб

Q, л/с	d, мм															
	250		300		350		400		500		600		700		800	
	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀
50	0,94	5,67	0,66	2,32	0,48	1,08										
55	1,04	6,76	0,72	2,76	0,53	1,29										
60	1,13	7,96	0,79	3,24	0,58	1,51										
65	1,22	9,24	0,86	3,76	0,63	1,74										
70	1,32	10,7	0,92	4,31	0,68	1,99										
75	1,41	12,3	0,99	4,90	0,72	2,26										
80	1,51	14,0	1,05	5,53	0,77	2,55	0,59	1,33								
85	1,60	15,8	1,12	6,19	0,82	2,85	0,63	1,48								
90	1,70	17,7	1,18	6,89	0,87	3,17	0,67	1,65								
95	1,79	19,7	1,25	7,64	0,92	3,50	0,71	1,82								
100	1,88	21,9	1,32	8,46	0,97	3,85	0,74	2,00								
110			1,45	10,2	1,06	4,60	0,82	2,38								

Q, л/с	d, мм															
	250		300		350		400		500		600		700		800	
	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀
120			1,58	12,2	1,16	5,41	0,86	2,80								
130			1,71	14,3	1,26	6,30	0,97	3,24								
140			1,84	16,6	1,35	7,31	1,04	3,72								
150			1,97	19,0	1,45	8,39	1,11	4,23	0,72	1,41						
160			2,12	21,9	1,56	9,67	1,20	4,83	0,77	1,60						
170			2,25	24,7	1,65	10,9	1,27	5,43	0,82	1,79						
180			2,38	27,7	1,75	12,2	1,34	6,09	0,87	1,99						
190			2,51	30,0	1,85	13,6	1,42	6,78	0,91	2,20	0,64	0,91				
200					1,92	14,8	1,48	7,46	0,95	2,37	0,69	0,98				
210					2,03	16,4	1,76	8,19	1,00	2,62	0,70	1,08				
220					2,13	18,1	1,63	8,99	1,05	2,86	0,74	1,18				
230					2,22	19,7	1,71	9,83	1,10	3,10	0,77	1,28				
240							1,78	10,7	1,15	3,36	0,80	1,38	0,61	0,70		
250							1,86	11,6	1,20	3,63	0,84	1,49	0,64	0,76		
260							1,93	12,6	1,24	3,91	0,87	1,60	0,66	0,81		
270							2,02	13,7	1,30	4,28	0,91	1,74	0,70	0,85		
280							2,08	14,6	1,34	4,53	0,94	1,84	0,72	0,93		
290							2,17	15,8	1,40	4,93	0,98	1,99	0,75	1,01		
300							2,23	16,7	1,43	5,20	1,01	2,09	0,77	1,06		
310							2,32	18,1	1,49	5,63	1,05	5,25	0,80	1,14		
320									1,53	5,92	1,07	2,36	0,82	1,19		
330									1,59	6,37	1,11	2,52	0,85	1,27		
340									1,63	6,69	1,14	2,64	0,87	1,33		
350									1,68	7,17	1,18	2,82	0,90	1,42		
360									1,72	7,49	1,21	2,93	0,92	1,48		
370									1,78	8,00	1,25	3,13	0,95	1,57		
380									1,82	8,35	1,28	3,27	0,97	1,64		
390									1,87	8,89	1,32	3,48	1,00	1,73		
400									1,91	9,25	1,34	3,62	1,02	1,80	0,79	0,94
Q,	d, мм															

л/с	250		300		350		400		500		600		700		800	
	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀	v	h ₁₀₀₀
420									2,01	10,2	1,41	3,99	1,07	1,97	0,83	1,03
440									2,10	11,2	1,48	4,38	1,12	2,15	0,87	1,12
460									2,20	12,2	1,54	4,79	1,88	2,34	0,91	1,22
480									2,30	13,3	1,61	5,21	1,23	2,53	0,95	1,32
500											1,68	6,65	1,28	3,74	0,98	1,42
550											1,85	6,94	1,40	3,32	1,08	1,69
600											2,01	8,14	1,53	3,95	1,18	1,99
650											2,18	9,56	1,66	4,64	1,28	2,33
700											2,35	11,1	1,79	5,38	1,38	2,70

Приложение 15

Техническая характеристика передвижных насосных станций, работающих от вала отбора мощности трактора

Показатель	Навесные		Прицепные
	СНН-25/60	СНН-75/40	ПНСТ-6НДВ
Расход, л/с	16-32	40-120	59-84
Напор, м	70-52	48-22	38-32
Количество оборотов вала насоса в минуту	2580	2100	1000-1190
Марка насоса	4К-6	специальный	6НДВ
Масса, кг	335	620	800

Техническая характеристика передвижных насосных станций
с собственным двигателем

Показатель	СПН-25/60	СПН-50/40	СПН-50/80	СПН-75/100	СПН-250/18
Расход, л/с	16-34	60-70	30-115	40-215	150-250
Напор, м	82-55	43-38	85-25	110-28	25-18
Количество оборотов вала насоса в минуту	2650	1300	1750	1450	1450
Марка насоса	4К-6	6НДВ-60	8М-9,2	специальный	12Д-19
Марка двигателя	Д-37М	Д-54	ДМ-41	ЯМЗ-238	АМ-01
Мощность двигателя, л.с.	40	54	90	165	110
Масса, кг	1055	2442	2654	3920	3800

Приложение 17

Вынос основных элементов питания урожаями сельскохозяйственных культур

Культура	Вынос 1т основной продукции, кг		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Картофель ранний	5	2	7
Картофель поздний	6	2	9
Капуста ранняя	3	1	4
Капуста средняя	3,5	1	4,5
Капуста поздняя	4	1	5
Огурец	3,6	1,6	4,5
Томат	3,5	1,2	5,0
Морковь	2,9	1,3	4,4
Свекла поздняя	4,7	1,8	6,9
Лук	2,1	1,2	3,0

Приложение 18

Коэффициенты использования элементов питания растениями

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Картофель ранний	0,60	0,30	0,70
Картофель поздний	0,65	0,35	0,75
Капуста ранняя	0,60	0,30	0,50
Капуста средняя	0,65	0,35	0,55
Капуста поздняя	0,70	0,40	0,60
Огурец, лук	0,40	0,20	0,35
Томат, столовые корнеплоды	0,40	0,35	0,60