

АРТУКМЕТОВ З.А.

**ПРАКТИКУМ
ПО ОРОШЕНИЮ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
КУЛЬТУР И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**



ТАШКЕНТ

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

АРТУКМЕТОВ З.А.

**ПРАКТИКУМ ПО ОРОШЕНИЮ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ
СИСТЕМ**

Рекомендовано в качестве учебного пособия Координационным советом Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений.

ТАШКЕНТ – 2019

УДК: 551+556
ББК 40.62я73
А 86

631,6
А 865

А 86 **Артукметов З.А. Практикум по орошению сельскохозяйственных культур и эксплуатации оросительных систем. –Т.: «Fan va texnologiya», 2019, 256 стр.**

ISBN 978–9943–6154–1–0

Учебное пособие подготовлено на основании квалификационных требований, изложенных в новопринятом стандарте образования, и утвержденного Министерством высшего и среднего специального образования РУз учебного плана и программы дисциплины для направлений бакалавриата: 5111000 – Профессиональное образование, 5410200 – Агрономия (по видам продукции земледелия) и 5410200 – Агрономия (по видам продукции земледелия).

Книга состоит из следующих двух частей: «Орошение сельскохозяйственных культур» и «Оросительные системы». В первой части изложено 15 и во второй – 10 тем по практическим занятиям, где дана методика водохозяйственных расчетов и задачи для самостоятельного решения студентами.

Учебное пособие рассчитано для студентов сельскохозяйственных высших учебных заведений республики, по выше указанным направлениям обучения.

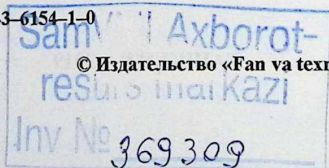
УДК: 551+556
ББК 40.62я73

Рецензенты:

Суванов Б. – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой Иригации и мелиорации Ташкентского института иригации и инженеров механизации сельского хозяйства;

Тухташев Б.Б. – к.с.-х.н., доцент кафедры Земледелия и мелиорации Ташкентского государственного аграрного университета.

ISBN 978–9943–6154–1–0



© Издательство «Fan va texnologiya», 2019.

ВВЕДЕНИЕ

Республика Узбекистан относится к странам с высоким темпом роста населения. Площади орошаемых земель на душу населения год за годом сокращается, водозабор на нужды орошения увеличивается. В связи с глобальным потеплением в последнее десятилетие сравнительно часто наблюдается снижение водообеспеченности отдельных годов. Если до 2000 года маловодообеспеченные годы в Центральной Азии наблюдались через каждые 6–8 годов, то в настоящее время это повторяется через каждые 3–4 года. С целью смягчения дефицита оросительной воды в сельском хозяйстве разрабатывается и осуществляется ряд мероприятий по эффективному использованию имеющихся водных ресурсов.

В настоящее время охрана открытых водоемов от загрязнения и истощения становится более острой проблемой, она приобретает с каждым годом все большую актуальность и является делом большой государственной важности, требующей неотложного её решения. В условиях дефицита поливной воды особое внимание уделяется на разработку и применению водосберегающих технологий и техники полива сельскохозяйственных культур.

Государственной программой об улучшении мелиоративного состояния земель в период 2013–2017 годов и мер по рациональному использованию водных ресурсов от 24 февраля 2014 года было предусмотрено внедрения капельной системы полива на площади 25,0 тыс. га, технологии полива по экранированным полиэтиленовой пленкой бороздам на площади 45,6 тыс. га и распределения воды бороздам по гибким шлангам на площади 34,0 тыс. га.

Диверсификация сельскохозяйственного производства позволяет бережному использованию водных ресурсов: сокращены площади посевов сельскохозяйственных культур с большим потреблением воды, таких как хлопчатник и рис, вместо этих

культур увеличены площади посева культур с наименьшими водопотреблениями – колосовых зерновых полодо-овощных культур, садов и виноградников. К примеру, площади под хлопчатником сокращены на 50 % и риса на 75 % (со 180 тыс. га до 40 тыс. га) по сравнению с восьмидесятью годами прошлого века.

Водохозяйственная политика республики Узбекистан в настоящее время нацелена на рациональное водопользование и охрану водных ресурсов, повышению эффективности и надежности управления водохозяйственным комплексом страны, обеспечение гарантированной доставки воды и оказания необходимых услуг и сервиса обществу и природным экосистемам путем выделения ресурсов для реконструкции существующей инфраструктуры, ее эксплуатации и технического обслуживания.

Потери воды во время полива составляют до 15–25 % от подаваемого на орошение воды. Часть поливной воды теряется на глубинное просачивание, сброс с орошаемой территории и испарение. Неэффективное использование воды при поверхностном орошении обусловлено плохой планировкой полей, не совершенными технологиями полива. Неудовлетворительная выровненность полей при повсеместном поливе по бороздам из временных оросителей в земляном русле приводят к значительному неравномерному увлажнению почвы и большим потерям оросительной воды на пополнение грунтовых вод.

Принимаемые Законы и решения Правительства республики способствуют более эффективному использования земельно-водных ресурсов в сельском хозяйстве, повышению производительности орошаемого гектара. Введены в действие более 80 законов и подзаконных актов, напрямую или косвенно связанных с охраной природы и регулирующих вопросы управления рационального использования природных ресурсов.

Для выполнения поставленных задач Президентом Республики Узбекистан в документе “О Государственной программе по развитию ирригации и мелиоративного состояния земель в 2018–2019 годы” от 27-ноября 2017 года намечено проведения ряд ирригационно-мелиоративных работ, внедрения водосберегающих технологий полива в широких масштабах.

С целью улучшения технического состояния оросительных систем и гидротехнических сооружений на них предусмотрено выполнения следующих работ в 2018 году: очистка оросительных каналов с протяженностью 4997 км, ремонтных работ на 5327 гидротехнических сооружениях и 3628 водораспределительных постах.

Запланировано применение водосберегающих технологий полива в текущем году на площади 63,4 тыс. га, из них на площади 15,0 тыс. га внедрение капельной системы полива, на площади 36,4 тыс. га – проведение поливов с помощью гибких трубопроводов и на площади 12,0 тыс. га – полива по экранированным пленкой бороздам.

Намечено выделить в текущем году 537,9 млрд. сумов для строительства и реконструкции оросительных каналов протяженностью 456,1 км, для выполнения работ в лотковой оросительной сети протяженностью 221,3 км, 66 гидротехнических сооружений, насосных станций с мощностью 54,2 м³/сек., напорных трубопроводов с протяженностью 22,5 км, электросетей 28,5 км, 2 скважины, водохранилищ с общим объемом 632,7 млн. м³.

Проводимые реформы в сельском хозяйстве страны и водохозяйственная политика республики в условиях дефицита поливной воды предъявляют особые требования к подготовке кадров для сельского хозяйства. В связи с этим при подготовке настоящего учебного пособия достаточное внимание уделено на вопросы правильного выбора элементов техники полива, планирования водопользования, обеспечения оптимального режима орошения возделываемых культур, снижения производительных потерь воды на орошаемых землях, применению водосберегающих технологий полива, планового водопользования и повышения коэффициента использования воды в сельском хозяйстве.

1. ОРОШЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ И ПРИГОДНОСТИ ИХ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

Необходимое оборудование: Специально оборудованные лабораторные аудитории; Приборы для определения качества воды; Наглядные пособия по методике определения качества воды.

Объекты изучения: Разные источники оросительной воды.

Порядок выполнения работы: Ознакомление с методиками определения качества воды; Отбор проб воды из разных источников; Определение пригодности поливной воды по общей их минерализации и натриево-адсорбционному отношению; Заключение о пригодности воды для орошения.

Искусственное орошение в аридной зоне заставляют с особым вниманием относиться к проблеме рационального использования имеющихся водных ресурсов и выдвигает на одно из главных мест вопросы о качестве поливной воды.

Дополнительным резервом поливной воды в регионе являются подземные, коллекторно-дренажные и сточные воды, использование которых требует тщательного изучения качества и пригодность их для орошения сельскохозяйственных культур.

В практике пригодность воды для орошения сельскохозяйственных культур определяется составом и концентрацией ингредиентов, генетическими особенностями почвы, климатическими условиями местности и биологическими особенностями возделываемых культур. Качеству воды также определяет содержание в них илистых частиц, а также наличие в них патогенных микроорганизмов.

Наиболее известный метод оценки качества воды для орошения принадлежит А.М. Можейко и Т.К. Воротник (1958), которые считают воду пригодной для орошения, если

соотношение $(Na+K) \cdot 100 : [(Ca+Mg+Na+K)]$ меньше 65 %, если же оно 65–70 % – вода опасна, а соотношение больше 75 % говорит о том, что вода весьма опасна, и может произойти осолонцевание почв.

По М.Ф. Буданову (1970), вода считается пригодной для орошения, если соотношение $Na:Ca$ меньше единицы, соотношение $Na:(Ca+Mg)$ меньше 0,7 для вод с минерализацией до 1 г/л, для вод с минерализацией от 1 до 3 г/л частное деления суммы всех ингредиентов на величину жесткости $(Ca+Mg)$ не должно превышать 4 для средне- и тяжелосуглинистых почв, 5 – для легкосуглинистых и 6 – для супесчаных и песчаных почв. Воду с минерализацией более 3 г/л рекомендуется разбавлять пресной водой.

Наиболее подходящей для среднеазиатских условий является формула И. Антипова-Каратаева и Г. Кадера (1960):

$$K = (rCa + rMg) : [(rNa \cdot 0,23 \cdot C) + 0,23],$$

где rCa , rMg , rNa – содержание катионов в воде, мг-экв;
 C – минерализация воды, г/л.

При $K \geq 1$ вода считается пригодной для орошения, $K < 1$ – непригодной. При большом содержании натрия начинается осолонцевание почвы.

Стеблер (по В.В. Изюмову, 1966) для оценки качества воды рекомендует устанавливать так называемый “щелочной” коэффициент K . Если $K < 6$ вода считается непригодной для орошения, от 6 до 18 – удовлетворительной, а при 18 и более – хорошей, т. е. ее можно свободно использовать на поливы. Предложенный “щелочной” коэффициент K вычисляют по формуле:

$$K = 288 : (5 \cdot rCl), \text{ если } rNa - rCl \leq 0,$$

$$K = 288 : (rNa + 4 \cdot rCl), \text{ если } 0 \leq rNa - rCl \leq rSO_4,$$

$$K = 288 : (10 \cdot rNa - 5 \cdot rCl - 9 \cdot rSO_4), \text{ если } rNa - (rCl + rSO_4) > 0.$$

Метод, разработанный Департаментом сельского хозяйства США, учитывает показатель возможного осолонцевния почв, так называемое натриево-адсорбционное отношение (SAR), которое определяется по формуле:

$$SAR = Na + \sqrt{(Ca + Mg) : 2}.$$

Если $SAR < 10$ – оросительная вода по степени пригодности считается хорошей (группа А); если $SAR = 11-20$ – вода малоудовлетворительная (группа В) и при $SAR > 20$ – вода неудовлетворительная (группа С).

При установлении пригодности воды для полива в условиях Узбекистана можно широко использовать рекомендациями, разработанной И.С. Рабочевым (табл. 1).

Таблица 1

Оценка качества воды по содержанию в них солей
(по Рабочеву И.С., 1984)

Баллы	Качества воды	SAR	Содержание солей, г/л	В т.ч. токсичных солей	
				г/л	%
1	Очень хорошая	< 5	< 1,0	< 0,1	< 10
2	Хорошая	6–10	2,0	0,4	20
3	Удовлетворительная	11–15	5,0	1,8	35
4	Малоудовлетворительная	16–20	8,0	4,0	50
5	Неудовлетворительная	> 20	> 8,0	> 4,0	> 50

В результате обобщения результатов научных исследований, проведенных рядом исследователей в различных почвенно-мелиоративных условиях А.Е. Нерозин рекомендовал допустимые степени минерализации воды, используемой на орошение хлопчатника (табл. 2).

**Допустимая степень минерализации воды для полива
хлопчатника**

(по Нерозину А. Е., 1980)

Почвенно-мелиоративные условия	Допустимая степень минерализации воды ^{*)} , г/л	
	плотный остаток	хлор
Тяжелые, слабОВОдОпроницаемые слаБОдренируемые почвы, при близКОм залегании водоупора или грунтовых вод (до 1,5 м)	1,5–2	0,15–0,20
Средние по водопроницаемости и дренированности почвы, при глубине залегания грунтовых вод 1,5–3 м	3–4	0,40–0,50
Легкие (песчаные и супесчаные), хорошо дренируемые почвы, с глубоким залеганием грунтовых вод (больше 3–4 м) и глубоким водоупором	5–6	0,70–0,80

^{*)} При отсутствии содового засоления и наличии гипса в почве (5% и больше)

А. У. Усмановым на основе обработки научных материалов по гидрохимии дренажных вод основных орошаемых регионов Средней Азии, в т. ч. Узбекистана предложен обобщенная классификация качества минерализованных дренажных вод (табл. 3).

Ниже приведены методики взятия проб воды на анализ, определения пригодности воды для орошения по общей их минерализации и натриево-адсорбционному отношению (SAR).

Таблица 3

Классификация качества минерализованных дренажных вод (по Усманову А., 1984)

Категория по качеству	Содержание солей при $Cl:SO_4$, г/л					
	<0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2
Хорошая	1,0 0,05	0,8 0,1	0,6 0,1	0,4 0,1	0,3 0,1	0,2 1,0
Можно использовать без дополнительных мероприятий по предупреждению реставрации засоления на всех, без исключения, почвах						
Удовлетворительная	1,0-2,5 0,1-0,2	0,8-2,0 0,1-0,25	0,6-1,5 0,1-0,3	0,4-1,0 0,1-0,3	0,3-1,0 0,1-0,3	0,2-0,6 0,1-0,3
Необходимо использовать на фоне достаточной дренированности с ежегодными профилактическими поливами на средних по механическому составу почвах						
Неудовлетворительная	2,5-6,0 0,2-0,5	2,0-9,0 0,3-0,8	1,5-4,0 0,3-0,9	1,0-3,5 0,3-0,1	1,0-3,0 0,3-1,1	0,6-2,5 0,3-1,1
Необходимо использовать на фоне достаточного дренажа с ежегодными промывками и преимущественно на легких почвах						
Практически непригодная	6 0,5	5 0,8	4 0,9	3,5 1,0	3 1,1	2,5 1,1
Возможно использование только в исключительных случаях (на легких почвах с достаточным дренажем) в пределах, не превышающих норму солеустойчивости культур, а также с учетом фазы развития растений на последних поливах						

Примечание: в числителе – общая минерализация воды, г/л; в знаменателе – содержание хлора, соответствующие данной минерализации, г/л.

1. Отбор проб воды

Отбор проб воды является ответственной частью анализа, от которой зависит достоверность полученной информации.

Неправильный выбор место отбора проб, времени наблюдений, ошибки в технике отбора проб приводят к серьезным и неисправимым искажениям.

Отбор проб может быть разовый, регулярный и серийный. Разовый отбор проб производят, если необходимо иметь лишь самые общие представления о качестве воды.

Регулярный отбор проб дает наиболее точную и надежную информацию о качественном составе воды и его изменения от времени.

Пробы воды отбирают пробоотборником в чистые полиэтиленовые сосуды емкостью 1–2 л и на отобранные пробы составляют сопроводительные ведомости, в которых регистрируется номер пробы, точное место и время отбора, запланированные анализы. Определение общего содержания примесей (плотный остаток) можно проводить в течение 3–7 дней без предварительной их консервации. При определении в пробах, взвешенных и растворенных (сухой остаток) веществ консерванты также не применяют и анализ проб необходимо выполнять не позднее следующего дня после отбора проб при условии хранения в холодильнике при 3–4 °С.

2. Определение общей минерализации воды

Сухой остаток (растворенные минеральные и органические вещества) – это масса остаток, получаемого выпариванием профильтрованной пробы воды и высушиванием профильтрованной воды при 103–105 °С до постоянной массы и взвешиванием. Эта величина выражает суммарное количество растворенных в пробе вещества и характеризует солесодержание воды.

Ход определения. В прокаленную, охлажденную и взвешенную фарфоровую или кварцевую чашку отбирают цилиндром 50 мл тщательно перемешанной, профильтрованной

анализируемой воды и выпаривают на вод-яной бане досуха. Затем переносят чашку с остатком в сушильный шкаф и высушивают при 103–105 °С до постоянной массы и охлаждают. Минерализацию воды по сухому остатку вычисляют по формуле:

$$K = (a - e) \cdot 1000 / V,$$

где K – содержание сухого остатка, г/л;

a – масса чашки с остатком, г;

e – масса пустой чашки, г;

1000 – множитель для перевода в л;

V – объем пробы, взятый на выпаривания, мл.

По полученным данные составляется сводная таблица результатов и записываются выводы о качестве исследуемой воды и назначают мероприятия по технологии применения их для полива. Запись ведется в сводную таблицу результатов (табл. 4).

Таблица 4

Сводная таблица результатов лабораторных анализов
воды

Дата	Место отбора пробы	Тип воды	№№ пробы	Масса пустой чашки, г	Объем пробы, взятый на выпаривания, мл	Масса чашки с остатком, г	Минерализация воды, г/л	Качество воды

3. Определение натриево-адсорбционного отношения (SAR)

Этот показатель определяется на основе заданных исходных данных. Требуется определить пригодности воды к поливу по натриево-адсорбционному отношению (SAR) при следующих данных, приведенных в табл. 5.

Таблица 5
Содержание ионов в воде (в % к массе)

Сухой остаток	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{--}	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+
0,196	0,0173	0,0120	0,0584	0,0148	0,009	0,016	0,0008

Ход определения. Весовые проценты ионов необходимо перевести в миллиграмм-эквиваленты на 100 г почвы и по этим показателям определяют количественное соотношение одно- и двухвалентных катионов (*Na*, *Ca* и *Mg*). Для определения содержания ионов в миллиграмм-эквивалентах весовые проценты (%) ионов умножают соответственно на их итоговые коэффициенты перевода ($K_{\text{ит}}$):

$$\text{мг-экв} = \text{весовой \%} \cdot K_{\text{ит}}$$

Зная, что итоговые коэффициенты перевода натрия (43,47), кальция (49,90) и магния (83,33) легко определить миллиграмм-эквиваленты этих ионов на 100 г воды:

$$\text{мг-экв } Na = 0,016 \cdot 43,47 = 0,696.$$

$$\text{мг-экв } Ca = 0,0148 \cdot 49,90 = 0,739.$$

$$\text{мг-экв } Mg = 0,009 \cdot 83,33 = 0,750.$$

На основании этих данных определим натриево-адсорбционное отношение (SAR):

$$\begin{aligned} SAR &= Na : \sqrt{(Ca + Mg) : 2} = 0,696 : \sqrt{(0,799 + 0,750) : 2} = \\ &= 0,696 : \sqrt{0,745} = 0,696 : 0,863 = 0,806. \end{aligned}$$

Таким образом, вода, используемая для полива имеет очень хорошее качество, т.к. это соотношение согласно шкалы, предложенной И.С. Рабочевым меньше 5, т.е. $SAR < 5$. Использование таких вод на орошение не вызывает осолонцевания почв.

Задание. На основании данных, приведенных в табл. 6 определить пригодность воды для полива сельскохозяйственных культур по натриево-адсорбционному отношению (SAR), общей минерализации и содержанию хлор-иона (по методикам, предложенных И.С. Рабочевым, А.Е. Нерозиным и А. Усмановым).

Таблица 6

Исходные данные для определения пригодности воды для полива

№№ задач	Содержание ионов, в % к массе сухой почвы							
	сухой остаток	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{--}	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+
1	0,232	0,0219	0,021	0,1201	0,0230	0,0109	0,0323	0,0008
2	0,309	0,0262	0,0455	0,1332	0,0290	0,0140	0,0456	0,0013
3	0,435	0,017	0,048	0,240	0,036	0,033	0,048	0,0017
4	0,628	0,017	0,068	0,333	0,056	0,022	0,102	0,0019

Вопросы для самоконтроля:

1. Укажите показатели, определяющие качества поливной воды.

2. Какие биологические особенности возделываемых культур следует учитывать при оценке качества воды и их пригодности для орошения?

3. Какие водно-физические свойства почвы следует учитывать при оценке пригодности воды для орошения?

4. По какому показателю в первую очередь определяют пригодность воды для орошения?

5. Что понимают под натриево-адсорбционным отношением (SAR) и как их определяют?

6. Укажите методику перевода количества ионов в весовых процентах в миллиграмм-эквиваленты на 100 г почвы.

7. По какой методике определяют общую минерализацию (по сухому остатку) поливной воды.

8. Укажите методику отбора проб воды для анализа.

9. Укажите методику определения пригодности воды для орошения, разработанной Рабочевым И.С.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОГО СОДЕРЖАНИЯ СОЛЕЙ В ПОЛИВНОЙ ВОДЕ

(по Минашиной Н.Т.)

Необходимое оборудование: Специально оборудованные лабораторные аудитории; Приборы для определения качества воды.

Объекты изучения: Разные источники поливной воды.

Порядок выполнения работы: Ознакомление с методикой определения допустимого содержания солей в поливной воде по Минашиной Н.Т.; Отбор образцов воды из разных источников и определение их общей минерализации и содержания в ней хлорид-иона; Оценка качества воды и их пригодности для орошения по методике, предложенной Минашиной Н.Т.; По заданным исходным данным определение допустимого содержания солей в поливной воде.

Качества поливной воды в первую очередь определяет количество растворенных в ней солей. В большинстве случаев их количество в поливной воде, используемых для орошения сельскохозяйственных культур не должно быть больше 3–4 г/л.

Допустимое содержание солей в поливной воде зависит также от водно-физических свойств почвы и мелиоративных условий орошаемой площади: оно выше, если почва более водопроницаема (легкие по механическому составу почвы) и лучше дренирована, а на средних и тяжелых по механическому составу почвах – меньше. Пригодность воды для орошения определяется не только по общей минерализации их, но и по составу солей в них. И поэтому при определении пригодности воды для орошения следует тщательно учитывать содержание легкорастворимых солей в ней. Хлоридные соли являются

весьма вредной для хлопчатника и по этому их количество в воде не должно быть выше 1,0 г/л.

В составе поливной воды много встречаются хлоридные ($NaCl$), карбонатные (Na_2CO_3) и бикарбонатные ($NaHCO_3$) соли. Если содержание HCO_3 составляет до 0,5 г/л, требуется улучшение прежде чем использовать их на орошение. Пригодность вод для орошения так же определяют количество натриевых солей ($NaCl$, Na_2CO_3) и гипса ($CaSO_4$) в них.

Таким образом, прежде чем ставить вопрос об использовании минерализованных вод на орошение сельскохозяйственных культур, необходимо определить пригодность их по содержанию хлора и плотного остатка.

Предельную минерализацию оросительной воды можно установить по формуле, предложенной Н.Т. Минашиной:

$$\lambda_{\text{доп}} = [v \cdot (C_1 - C_2) - g \cdot x] / M_{\text{нт}},$$

где $\lambda_{\text{доп}}$ – допустимое содержание солей в поливной воде, г/л;

v – влажность расчетного слоя почвы, мм;

C_1 – концентрация почвенного раствора в начале расчетного периода, г/л;

C_2 – концентрация почвенного раствора в конце расчетного периода, г/л;

g – количество испарившихся грунтовых вод за расчетный период, мм;

x – минерализация грунтовых вод, г/л;

$M_{\text{нт}}$ – оросительная норма, мм.

Задача. Определить пригодность воды для орошения при следующих данных:

– расчетный слой почвы (h) – 0,8 м;

– объемная масса почвы (d) – 1,3 т/м³;

– предельная полевая влагоемкость почвы ($v_{\text{пв}}$, в % к массе почвы) – 23,4 %;

– фактическая влажность почвы за расчетный период ($v_{\text{ф}}$) – 78 % от полевой влагоемкости;

- исходное содержание хлора в почве в начале расчетного периода (λ_1) – 0,032 %;
- допустимое содержание хлора в почве в конце расчетного периода (λ_2) – 0,01 %;
- расход грунтовых вод на испарение за вегетационный период (g) – 3600 м³/га;
- минерализация грунтовых вод по хлор-иону (x) – 0,30 г/л;
- оросительная норма нетто ($M_{нт}$) – 4700 м³/га.

Решение. В первую очередь рассчитаем объем воды в расчетном слое почвы (h), соответствующий средней влажности ее за вегетационный период. Эта влажность по заданию составляет 78 % от полевой влагоемкости почвы:

$$V_{пмв} — 100 \%$$

$$B — 78 \% \text{ отсюда } B = v_{пмв} \cdot 78 / 100 = 23,4 \cdot 78 / 100 = 18,3 \%$$

Количество воды (v , м³/га), соответствующий этой влажности почвы ($B=18,3 \%$) рассчитывается по следующей формуле:

$$v = 100 \cdot h \cdot d \cdot B,$$

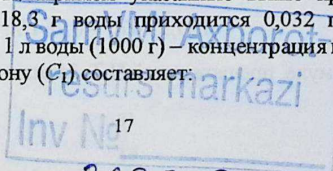
где h – расчетный слой почвы, м;

d – объемная масса почвы, т/м³.

Отсюда $v = 100 \cdot 0,8 \cdot 1,30 \cdot 18,3 = 1903 \text{ м}^3/\text{га}$, или 190,3 мм.

По данным средней влажности почвы (B) и содержанию хлора (λ_1 и λ_2) можно рассчитать концентрацию почвенного раствора в начале и конце расчетного периода (C_1 и C_2).

Средняя влажность почвы за расчетный период (B) равна 18,3%, а исходное содержание хлора в почве (λ_1) 0,032% от массы сухой почвы. Примем указанные выше проценты за граммы. Если на 18,3 г воды приходится 0,032 г хлора, то количество хлора в 1 л воды (1000 г) – концентрация почвенного раствора по хлор-иону (C_1) составляет:



369309

$$C_1 = \lambda_1 \cdot 1000 / B = 0,032 \cdot 1000 / 18,3 = 1,75 \text{ г/л.}$$

Концентрация почвенного раствора по хлор-иону (C_1) в конце расчетного периода составляет:

$$C_2 = \lambda_2 \cdot 1000 / B = 0,01 \cdot 1000 / 18,3 = 0,55 \text{ г/л.}$$

Зная величины v (190,3 мм), C_1 (1,75 г/л) и C_2 (0,55 г/л), можно рассчитать допустимый прирост содержания хлора в объеме воды, соответствующем средней влажности почвы:

$$v \cdot (C_1 - C_2) = 190,3 \cdot (1,75 - 0,55) = 228,3 \text{ г/мм.}$$

Определим теперь накопление хлора в почве от испарения грунтовых вод. Величина этого испарения за вегетационный период (г) 3600 м³/га, или 360 мм, минерализация грунтовых вод по хлор-иону (x) 0,30 г/л, отсюда накопление хлора в почве составит:

$$g \cdot x = 360 \cdot 0,30 = 108 \text{ г/мм.}$$

На основании данных допустимого прироста хлора (228,3 г/мм) и прироста хлора за счет грунтовых вод (108 г/мм) определим допустимое поступление в почву хлора за счет оросительной воды:

$$228,3 - 108,0 = 120,3 \text{ г/мм.}$$

Таким образом, допустимое поступление хлора в почву с каждым мм оросительной воды составляет 120,3 г. Разделив эту величину на оросительную норму ($M_{нт} = 4700 \text{ м}^3/\text{га} = 470 \text{ мм}$), получим величину предельно допустимой минерализации оросительной воды по хлор-иону:

$$120,3 : 470 = 0,26 \text{ г/л,}$$

или по формуле, предложенной Н.Т. Минашиной:

$$\lambda = [v \cdot (C_1 - C_2) - g \cdot x] / M_{\text{ит}} = [190,3 \cdot (1,75 - 0,55) - 360 \cdot 0,30] : 470 = 0,26 \text{ г/л.}$$

Таким образом, в заданных условиях предельно допустимая минерализация оросительной воды по хлор-иону составляет 0,26 г/л.

Допустимая минерализация оросительной воды по сумме солей (плотному остатку) (в г/л) может быть определена по шкале, составленной по результатам анализа воды для орошаемых районов Узбекистана, которая приведена в табл. 7.

Таблица 7

Шкала допустимого содержания хлор-иона и суммы солей в оросительной воде, г/л

Показатели	Концентрация хлор-иона и сухого остатка, г/л							
	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20
Концентрация хлор-иона	0,50	0,75	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2
Сухой остаток	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40
Сухой остаток	3,8	4,4	5,0	5,6	6,2	6,8	7,4	8,0

Из приведенных данных в табл. 7 видно, что на величину предельно допустимой минерализации оросительной воды по хлор-иону 0,26 г/л воды соответствует минерализация оросительной воды по плотному остатку 3,8 г/л.

Задание. Определить предельно допустимой минерализации оросительной воды (по хлор-иону и сумме солей), используемой на орошение сельскохозяйственных культур на основании исходных данных, приведенных в табл. 8.

Таблица 8

**Исходные данные для определения допустимой
минерализации поливной воды**

Показатели	Номера задач					
	1	2	3	4	5	6
Расчетный слой почвы (h), м	0,6	0,7	0,9	0,8	1,0	0,6
Объемная масса почвы (d), т/м ³	1,40	1,36	1,32	1,46	1,52	1,48
Предельно-полевая влажность почвы ($v_{\text{пв}}$), в % к массе почвы	24,0	23,4	22,7	24,6	21,6	26,2
Средняя влажность почвы за поливной сезон (B), в % к $v_{\text{пв}}$	76,0	75,0	80,0	65,0	75,0	70,0
Содержание хлора в почве в начале расчетного периода (C_1), %	0,007	0,011	0,012	0,014	0,016	0,008
Содержание хлора в почве в конце расчетного периода (C_2), %	0,030	0,036	0,032	0,042	0,053	0,038
Расход грунтовых вод на испарение (g), м ³ /га	5600	3760	1460	1680	2280	3430
Минерализация грун- товых вод (x), г/л	0,40	0,20	0,35	0,48	0,44	0,48
Оросительная норма ($M_{\text{нт}}$), м ³ /га	9000	4600	6300	7360	8600	9200

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие соли много встречаются в составе поливной воды в условиях Средней Азии?

2. По какой методике проводят отбор образцов воды из разных источников и определение их общей минерализации.

3. Методика определения концентрации почвенного раствора по хлор-иону в начале и конце вегетационного периода.

4. Как определяют поступление хлора в почву с каждым мм оросительной воды?

5. Методика определения допустимого содержания солей по Минашиной Н.Т.

6. Методика оценки качества воды по Минашиной Н.Т.

7. Методика определения предельную минерализацию оросительной воды.

3. РАСЧЕТ ГОДОВОГО ОБМЕНА ВЛАГИ МЕЖДУ ПОЧВЕННЫМИ И ГРУНТОВЫМИ ВОДАМИ НА ОРОШАЕМОМ УЧАСТКЕ

Необходимое оборудование: Специально оборудованные лабораторные аудитории; Схемы расположения грунтовых вод; Наглядные пособия для расчета баланса грунтовых вод.

Объекты изучения: Влагообмен между почвенными и грунтовыми водами на орошаемых землях.

Порядок выполнения работы: Роль грунтовых вод в обеспечении потребностей растений во влаге и в процессах, протекающих в почве; Приходные и расходные статьи грунтовых вод в почве и методика их определения; По заданным исходным данным определения влагообмена между почвенными и грунтовыми водами на орошаемых землях и по результатам расчетов разработать соответствующие мероприятия по их улучшению.

Основным источником водного питания растений является почвенная влага, запасы которой складываются из поливной воды, выпадающих атмосферных осадков и притока в корнеобитаемую зону грунтовых вод.

Почвенная влага может быть в доступной и недоступной для растений формах. Количество воды, которое из почвы может забирать растение, зависит от механического состава и влагоемкости почвы и сосущей силы растений. Вода принимает активное участие во всех химических и биохимических

процессах, проходящих в почве, и поэтому важно знать процесс влагообмена между почвенными и грунтовыми водами и влияние этого влагообмена на водопотребление и величины поливных и оросительных норм.

Величина влагообмена между почвенными и грунтовыми водами зависит от соотношения между величиной прихода воды (атмосферные осадки и оросительная вода) и величиной расхода воды из почвы на суммарное испарение (испарение из почвы и транспирация растениями), т. е. величину влагообмена можно рассчитать по следующей формуле:

$$\Delta W = (O_c + M) - (I + T_p),$$

где ΔW – изменение запасов влаги в почве за год, $\text{м}^3/\text{га}$;

O_c – атмосферные осадки, поступившие в почву, $\text{м}^3/\text{га}$;

M – оросительная вода, $\text{м}^3/\text{га}$;

I – испарение воды из почвы, $\text{м}^3/\text{га}$;

T_p – транспирация воды растениями, $\text{м}^3/\text{га}$.

Задача. Определить влагообмен между почвенными и грунтовыми водами на орошаемом участке при следующих исходных данных:

- количество атмосферных осадков (O) – 342 мм/год;
- коэффициент использования атмосферных осадков (a) – 0,72;
- запасы влаги в почве в начале расчетного периода (год) (W) – 5100 $\text{м}^3/\text{га}$;
- оросительная норма (M) – 6240 $\text{м}^3/\text{га}$;
- предельно полевая влагоемкость почвы ($W_{\text{пвк}}$) – 6400 $\text{м}^3/\text{га}$;
- расход воды на транспирацию за вегетационный период (T_p) – 4420 $\text{м}^3/\text{га}$;
- расход воды из почвы на испарение (I) – 26 % от общего расхода (транспирация и испарение);
- коэффициент водоотдачи почвы – 14 % от объема.

Решение. Не вся количества атмосферных осадков будет принимать участие в формировании почвенной влаги:

определенная ее часть расходуется на повторное испарение в атмосферу, на отток с поверхности почвы за пределы участка. Поэтому здесь следует учесть коэффициент их поглощения почвой (a), который согласно исходным данным равен на 0,72. Количество поглощенных в почву атмосферных осадков (O_c , $\text{м}^3/\text{га}$) определяют по следующей формуле:

$$O_c = a \cdot O,$$

где a – коэффициент поглощения атмосферных осадков в почву;

O – общее количество атмосферных осадков, $\text{мм}/\text{год}$.

Так как 1 мм слой воды равен на 10 м^3 в гектаре, количество поглощенных в почву атмосферных осадков можно рассчитать по следующей формуле:

$$O_c = 10 \cdot a \cdot O, \text{ м}^3/\text{га}.$$

Согласно исходным данным задачи количество поглощенных в почву атмосферных осадков составляет

$$O_c = 10 \cdot 0,72 \cdot 342 = 2462 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Общий расход воды на испарение (суммарное испарение) складывается из транспирации растениями и испарения с поверхности почвы ($T_p + I$). Его примем равным к 100 %. Расход воды на испарение (I) согласно исходным данным составляет 26 % от суммарного испарения, значит расход воды на транспирацию составляет $100 - 26 = 74 \%$ (или 0,74 части суммарного испарения). Разделением расхода воды на транспирацию (в $\text{м}^3/\text{га}$) на долю транспирации (0,74) можно определить количество суммарного испарения:

$$4420 : 0,74 = 5972 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Значит, на транспирацию растениями и испарение с поверхности почвы расход воды будет составлять 5972 м^3 .

Доля расхода воды на испарение составляет 26 % от суммарного испарения, что в $\text{м}^3/\text{га}$ равен на следующее:

$$I = 5972 \cdot 26 / 100 = 1552 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Таким образом, величина годового влагообмена между почвенными и грунтовыми водами орошаемой земли составляет:

$$\Delta W = (O_c + M) - (I + T_p) = (2460 + 6240) - (1552 + 4420) = +2728 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Это значит, что в течение года запасы воды в почве дополнительно увеличатся на $2728 \text{ м}^3/\text{га}$. Если, сумма дополнительно поступающего объема воды (ΔW) и запаса влаги в почве в начале расчетного периода (например, года) ($W_{\text{нг}}$) будет превышать предельно полевою влагоемкость почвы ($W_{\text{пнв}}$), т. е. ($W_o = (W_{\text{нг}} + \Delta W) > W_{\text{пнв}}$), уровень грунтовых вод к концу года будет повышаться. Данный подъем уровня грунтовых вод (Δh) можно определить по следующей формуле:

$$\Delta h = (W_{\text{к}} - W_{\text{пнв}}) / 100 \cdot t,$$

где $W_{\text{нг}}$ – запасы воды в почве в начале года, $\text{м}^3/\text{га}$;

$W_{\text{к}}$ – запасы влаги в почве к концу года, $\text{м}^3/\text{га}$;

ΔW – изменение запаса влаги в почве за год, $\text{м}^3/\text{га}$;

$W_{\text{пнв}}$ – объем воды в почве, соответствующий предельно полевою влагоемкости почвы, $\text{м}^3/\text{га}$;

t – коэффициент водоотдачи почвы, в % от объема.

В нашем примере запасы влаги в почве к концу года составит

$$W_{\text{к}} = W_{\text{пнв}} + \Delta W = 5100 + 2728 = 7828 \text{ м}^3/\text{га}.$$

С учетом того, что объем воды в почве, соответствующий ее предельно полевой влагоемкости ($W_{\text{пв}}$) составляет 6400 м³/га, а запасы воды в почве к концу года – 7828 м³/га, то

$$7828 \text{ м}^3/\text{га} = W_{\text{к}} > W_{\text{пв}} = 6400 \text{ м}^3/\text{га}.$$

В данной условии уровень грунтовых вод поднимется на

$$\Delta h = (7828 - 6400) / (100 \cdot 14) = 1,0 \text{ м}.$$

Значит, уровень грунтовых вод поднимутся на 1 м, что приводит к ухудшению мелиоративного состояния земель.

Задание для самостоятельного решения задачи. 1. Определить годовой влагообмена между почвенными и грунтовыми водами орошаемого участка по исходным данным, приведенных в табл. 9.

2. Описать сложившуюся мелиоративную обстановку и наметить мероприятия по сокращению потерь воды, вызывающих подъем уровня грунтовых вод.

Таблица 9

Исходные данные для самостоятельного решения задач по определению годового влагообмена между почвенными и грунтовыми водами орошаемого участка

Показатели	Номера задач				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Годовое количество атмосферных осадков (O), мм	180	210	246	110	196
Коэффициент использования атмосферных осадков (a)	0,75	0,60	0,70	0,52	0,64
Запасы воды в почве в начале года ($W_{\text{нг}}$), м ³ /га	5050	5100	4980	6100	5350
Оросительная норма (M), м ³ /га	5800	4420	5660	9660	6420

Продолжение табл. 9

1	2	3	4	5	6
Предельно полевая влагоемкость почвы ($W_{\text{пв}}$), м ³ /га	6500	6420	6580	6710	6450
Расход воды на транспирацию растениями (T_p), м ³ /га	4100	3860	4100	3460	4320
Расход воды на испарение с поверхности почвы (I), в % от общего испарения	27	26	29	38	34
Коэффициент водоотдачи почвы (t), в % от объема	13	15	14	12	16

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите основные источники обеспечения почвенной влаги.

2. Укажите значение почвенной влаги в обеспечении потребностей растений.

3. Укажите приходные и расходные статьи водного баланса почвы.

4. Формула расчета влагообмена между почвенными и грунтовыми водами на орошаемых землях

5. По какой методике определяют изменения запаса влаги в расчетном слое почвы?

6. По результатам проведенных расчетов охарактеризовать мелиоративное состояние земель и разработать соответствующие мероприятия по их улучшению.

7. Какие показатели определяют расходную часть водного баланса почвы?

8. Какие мероприятия нужно принимать при положительном балансе грунтовых вод?

4. РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОЧВЕННОГО РАСТВОРА ПО ХЛОРИОНУ

Необходимое оборудование: Специально оборудованные лабораторные аудитории; Наглядные пособия по определению концентрации почвенного раствора по хлор иону; Лабораторные приборы для определения содержания хлор иона в почве.

Объекты изучения: Образцы засоленных почв; Концентрация почвенного раствора по хлор иону.

Порядок выполнения работы: Ознакомление с методикой определения концентрации почвенного раствора по хлор иону; Порядок определения концентрации почвенного раствора по хлор иону; Сделать необходимые заключения о концентрации почвенного раствора по хлор иону и назначить соответствующие мероприятия по их нормализации.

Вода является хорошим растворителем: растворяясь в ней органические и минеральные вещества образуют почвенный раствор, который является основным источником, обеспечивающий растений водой и питательными веществами.

Поступающая в почву вода, соприкасаясь с твердой фазой, растворяет минеральные и органические частицы и вступает во взаимодействие с поглощенными почвой ионами. Поэтому химический состав почвенной влаги очень сложен по наличию солей и изменчив по времени. Усвоение из почвы воды и питательных веществ происходит за счет сосущей силы растений. С уменьшением влажности почвы повышается концентрация почвенного раствора и, наоборот, с ее повышением – снижается.

Почвенный раствор играет важнейшую роль в жизни почвы и растений, особенно на засоленных землях. В зависимости от концентрации почвенного раствора возникает осмотическое ее давление. Если же осмотическое давление почвенного раствора выше осмотического давления клеточного сока, то усвоение питательных веществ их почвы прекращается и развитие растений приостанавливается. При высоком осмотическом давлении почвенного раствора наблюдается плазмолиз у растений, приводящий их к гибели.

Более высокую концентрацию почвенного раствора имеют засоленные почвы, что является одной из причин их непригодности без применения соответствующего мелиоративного улучшения для возделывания сельскохозяйственных культур.

На засоленных землях сосущая сила растений иногда поднимается до 18–30 атм., что объясняется высоким осмотическим давлением почвенного раствора. Чем меньше влажность и высок содержание солей в почве, тем больше осмотическое давление почвенного раствора. На засоленных землях при влажности почвы в пределах 18–20 % осмотическое ее давление составляет 18–30 атм., а при снижении влажности почвы достигают до 40 атм.

Осмотическое давление почвенного раствора зависит от ряда факторов: если на плодородных и незасоленных почвах оно составляет 1–2 атм., то с повышением степени засоленности — увеличивается: при содержании солей в пределах до 0,4 % оно достигает 7 атм.

При значительной засоленности осмотическое давление почвенного раствора начинает превышать величину сосущей силы растений. В связи с этим значительно снижается доступность воды для растений. Создается условия физиологической сухости почвы, при которой растения, несмотря на наличие влаги в почве, не могут обеспечить себя ею. В результате ухудшается жизнедеятельность растений, задерживается их рост и развитие.

Наряду с ухудшением водного режима растений на засоленных землях происходит также расстройство их минерального питания. Оно выражается в недостаточном поступлении в растение важных для его питания элементов.

Задача. Рассчитать концентрацию почвенного раствора по хлор иону в г/л при следующих данных: влажность почвы в горизонте 0–10 см составляет 17,6 % и содержание хлор иона 0,036 %.

Ход определения. Принимая, что содержание влаги и хлор иона в почве, выраженное в процентах, соответствует почве содержанию их в почве в весовых единицах (граммах), в горизонте 0–10 см составляет 17,6 г воды приходится 0,036 % хлор иона, а на 1 л воды хлора будет:

$$K = 0,036 \cdot 1000 / 17,6 = 2,05 \text{ г/л.}$$

Концентрация почвенного раствора по хлор иону в данном случае составляет 2,05 г/л.

Таким образом, концентрацию почвенного раствора можно вычислить по формуле

$$K = S \cdot 1000 / m,$$

где K – концентрация почвенного раствора, г/л;

S – содержание иона или солей в 100 г сухой почвы, г;

m – содержание воды в почве, в % от массы сухой почвы.

Задание. Рассчитать концентрацию почвенного раствора по хлор-иону (г/л) по исходным данным, приведенным в табл. 10.

Таблица 10

Исходные данные для определения концентрацию почвенного раствора по хлор-иону

№№ задач	Горизонты почвы, см	Содержание, в % от массы сухой почвы		Концентрация почвенного раствора по хлор-иону
		влаги	хлор-иона	
1	2	3	4	5
Засоленные луговые почвы				
1	0–30	18,2	0,038	
	30–50	20,4	0,045	
	50–80	21,6	0,051	
	80–100	21,0	0,054	
	100–200	21,4	0,048	
	0–200			
Засоленные сероземные почвы				
2	0–10	17,2	0,051	
	10–30	17,9	0,056	
	30–50	18,6	0,063	
	50–80	20,1	0,068	
	80–100	21,2	0,072	
	0–100			

1	2	3	4	5
Засоленные светоло-сероземные почвы				
3	0-10	17,6	0,036	
	10-30	18,8	0,032	
	30-50	19,5	0,028	
	0-50			
Засоленные такировидные почвы				
4	0-10	19,8	0,042	
	10-30	18,6	0,048	
	30-50	20,5	0,035	
	50-80	21,0	0,045	
	80-100	21,5	0,047	
	0-100			

Вопросы для самоконтроля:

1. Что понимают под концентрацией почвенного раствора?
2. Какую роль играют концентрация почвенного раствора в жизни растений?
3. Методика определения концентрацию почвенного раствора по хлор иону.
4. Формулы расчетов концентрацию почвенного раствора.
5. Какие мелиоративные мероприятия нужны проводить для нормализации концентрацию почвенного раствора.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ГРУНТОВЫХ ВОД НА ИСПАРЕНИЕ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Необходимое оборудование: Специально оборудованные лабораторные аудитории; Приборы для определения расхода грунтовых вод на испарение; Наглядные пособия по определению расхода грунтовых вод на испарение.

Объекты изучения: Образцы засоленных почв; Минерализованные грунтовые воды.

Порядок выполнения работы: Ознакомление с вопросами испарения с поверхности почвы грунтовых вод в зависимости от уровня их залегания и капиллярных свойств почвы; Роль

грунтовых вод в засолении почв; Методика определения расхода грунтовых вод на испарение; Укрепление знаний решением задач по исходным данным.

Интенсивное испарение близко залегающих к поверхности почвы минерализованных грунтовых вод является основной причиной засоления почвы. Расход грунтовых вод на испарение в основном зависит от водно-физических свойств почв и уровня их залегания.

К примеру, тяжелые плотные почвы Ферганской долины обладают слабой водоподъемной способностью, среднесуглинистые почвы занимают промежуточное положение и высокой водоподъемной способностью обладают рыхлые микроструктурные почвы Голодной степи. Расход грунтовых вод на испарение зависит также от глубины их залегания: при глубине 1 м испарение составляет 64,0–86,5 %, 2 м – 27,7–45,7 % и 3 м – 4,9–7,3 %. Поступление в корнеобитаемую зону минерализованных грунтовых вод, зависящее от капиллярных свойств почвы, сильно влияет на сезонное соленакопление в активном слое почвы. Величина сезонного соленакопления оказывает отрицательное влияние на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур и поэтому в условиях орошаемого земледелия важной является изучение величины расхода грунтовых вод на испарение и разработка системы мероприятий по предупреждению их отрицательного влияния на почву.

Величина испарения с поверхности почвы грунтовых вод зависит от уровня их залегания и капиллярных свойств почвы и при определенной глубине расход грунтовых вод на испарение практически прекращается. Из этого следует, что чем ближе к поверхности почвы залегают грунтовые воды, тем больше их расходуется на испарение. С понижением уровня грунтовых вод расход их на испарение при достаточном однородном сложении почвы пропорционально уменьшается. Если уровень грунтовых вод поднимается до поверхности почвы их расход на испарение можно приравнять к испарению с водной поверхности. Снижением уровня грунтовых вод уменьшается их расход на испарение.

Для определения расхода грунтовых вод на испарение (E_1 , мм/год) необходимо знать расхода воды на испарение с водной поверхности (E_0 , мм/год), глубину залегания грунтовых вод (h , м) и глубину их, при которой расход их на испарение прекращается (h_1 , м):

$$E = E_0 \cdot (1 - h / h_1),$$

где E – величина испарения грунтовых вод,
 E_0 – величина испарения с водной поверхности, мм/год;
 h – глубина залегания грунтовых вод, м;
 h_1 – глубина залегания грунтовых вод при которой расход на испарение практически прекращается, м.

Ниже рассмотрим пример решения задачи по определению величины подъема и объема испарения грунтовых вод с поверхности почвы.

Задача. Определить расхода грунтовых вод на испарение с поверхности почвы при следующих данных:

- испаряемость с водной поверхности за год (E_0) – 1210 мм;
- глубина залегания грунтовых вод, при которой прекращается их расход на испарение (h_1) – 2,8 м;
- глубина залегания грунтовых вод (h) – 1,9 м.

Решение задачи. По исходным данным расход грунтовых вод на испарение будет:

$$E = 1210 \cdot (1 - 1,9 / 2,8) = 1210 \cdot (1 - 0,678) = 390 \text{ мм/год.}$$

Если учесть, что 1 мм слой воды в гектаре равен на 10 м^3 , то расход грунтовых вод на испарение равен на $3900 \text{ м}^3/\text{год}$.

Задание. Определить расход грунтовых вод на испарение с поверхности почвы на основании исходных данных, приведенных в табл. 11.

**Исходные данные для определения расхода грунтовых вод
на испарение на орошаемых землях**

№№ за-дач	Испаряемость с водной поверхности (E_0), мм/год	Глубина залегания грунтовых вод (h), м	Глубина грунтовых вод, при которой испарение их = 0 (h_1), м
1	1260	1,50	3,0
2	1360	1,68	3,4
3	1100	1,70	3,3

Вопросы для самоконтроля:

1. Роль испарения грунтовых вод в процессе засоления почв.
2. От каких показателей зависит величина испарения грунтовых вод?
3. По какой формуле определяют расход грунтовых вод на испарение?
4. Методика определения расхода грунтовых вод на испарение.
5. Какие величины определяют расхода грунтовых вод на испарение.

**6. РАСЧЕТ ПОДЪЕМА ГРУНТОВЫХ ВОД НА
ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ**

Необходимое оборудование: Специально оборудованные лабораторные аудитории; Приборы для определения подъема грунтовых вод на орошаемых землях; Наглядные пособия по определению подъема грунтовых вод.

Объекты изучения: Источники питания грунтовых вод; Минерализованные грунтовые воды и их роль в засолении почв.

Порядок выполнения работы: Роль грунтовых вод в засолении почв; Источники питания грунтовых вод; Оптимальная глубина залегания грунтовых вод; Методика определения объема воды, приводящей подъем уровня грунтовых;

Методика определения величины подъема уровня грунтовых вод; Укрепление знаний решением задач по исходным данным.

На орошаемых землях за счет несовершенства оросительных систем большое количество поливной воды теряется на фильтрацию, значительная часть этих потерь идет на питание грунтовых вод и вызывает подъем их уровня и, как следствие, ухудшение мелиоративного состояния земель. При близком залегании грунтовых вод (до 2 м) происходит подтягивание их по капиллярам к поверхности, что обуславливает их интенсивное испарение и соленакопление в корнеобитаемом слое почвы. Избыточное засоление почв при орошении в основном происходит за счет близкого залегания минерализованных вод, хотя при определенных условиях орошение может создавать «пресную подушку» над грунтовыми водами. Однако, пресные и слабоминерализованные грунтовые воды имеют большое значение в обеспечении водопотребления растений. Например, при залегании грунтовых вод до 1 м 60–65 % общего (суммарного) водопотребления растений обеспечивается за счет грунтовых вод, при залегании на уровне 1–2 м – 35–40 %, 2–3 м – 10–15 % и при залегании глубже 3–3,5 м они не будут принимать участие в обеспечении водопотребления растений.

Если минерализация грунтовых вод больше 4–5 г/л и подъем их уровня выше критической отметки, то за счет их испарения может произойти избыточное накопление солей в почве, снижение плодородия почв и урожайности возделываемых культур. В связи с этим особое внимание следует уделить на подъем или снижение уровня грунтовых вод.

Ниже ознакомимся методикой расчета подъема грунтовых вод на орошаемых землях.

Задача 1. Рассчитать подъем уровня грунтовых вод при следующих данных: глубина залегания грунтовых вод 2,3 м, предельно полевая влаго емкость почвы 23,4 %, объемная масса почвы 1,38 т/м³, общая порозность почвы 47,8 %, влажность почвы перед поливом 19,2 % от массы сухой почвы, количество атмосферных осадков за невегетационный период 172 мм,

коэффициент поглощения атмосферных осадков 0,65, средняя норма промывных и предпосевных поливов 2420 м³/га, фильтрационные потери воды из оросительных каналов 860 м³/га и испарение влаги за невегетационный период 1120 м³/га.

Решение задачи. Подъем уровня грунтовых вод начинается, когда влажность почвы достигнет до предельно полевой влагоемкости (ППВ), т.е. в почве будут восполнены дефицит влаги и разность между предельно полевой влагоемкостью и фактической влажностью почвы. Таким образом, из общего количества поступившей в почву воды часть пойдет на восполнение дефицита влаги до ППВ, часть на испарение из почвы и часть на пополнение грунтовых вод. Принимая этого во внимание, в первую очередь определяем величину поступления воды в почву до начала вегетационных поливов – атмосферные осадки, промывные поливы, предпосевные поливы и фильтрационные потери из оросительных каналов.

Согласно исходным данным, атмосферных осадков выпало 172 мм или 1720 м³/га (т. к. 1 мм слой воды в гектаре составляет 10 м³) при коэффициенте поглощения осадков 0,65 в почву поступит следующее количество атмосферных осадков:

$$1720 \cdot 65 / 100 = 1118 \text{ м}^3/\text{га.}$$

Количество оросительной воды на проведение промывных и предпосевных поливов составило по исходным данным, 2420 м³/га, а фильтрационных вод из оросительных каналов – 860 м³/га. Следовательно, общее поступление воды в почву составит

$$W_{\text{пр}} = 1118 + 2420 + 860 = 4398 \text{ м}^3/\text{га.}$$

Теперь определим объем воды, не участвующей в подъеме грунтовых вод, который складывается из дефицита влаги (до ППВ) почвы и расхода воды на испарение из почвы.

Дефицит влаги – разница между предельно полевой влагоемкостью почвы (23,4 %) и влажностью почвы в невегетационный период (19,2 %), следовательно, равен на следующее:

$$\Delta V = 23,4 - 19,2 = 4,2 \% \text{ от веса сухой почвы.}$$

Так как дефицит влаги в почве дается в процентах от веса сухой почвы, то для определения соответствующего объема воды надо учесть объемную массу сухой почвы (d), которая равна $1,38 \text{ г/см}^3$ или $1,38 \text{ т/м}^3$ в расчетном слое (h) $2,3 \text{ м}$. Для этого сначала определяем объем почвы в 1 гектаре (V , м^3) в расчетном слое почвы (h , м), что составляет

$$V = F \cdot h = 10\,000 \cdot 2,3 = 23\,000 \text{ м}^3,$$

Следовательно, вес почвы в 1 га в расчетном слое $2,3 \text{ м}$ равен на следующее:

$$B = V \cdot d = 23\,000 \cdot 1,38 = 31\,740 \text{ т.}$$

Так как дефицит влаги в почве (V) составляет $4,2 \%$ от веса сухой почвы, следовательно, соответствующая масса воды составит

$$31\,740 \cdot 4,2 / 100 = 1333 \text{ т/га или } 1333 \text{ м}^3/\text{га} \\ (\text{т. к. } 1 \text{ м}^3 \text{ воды весит } 1 \text{ т}).$$

В общем виде запас воды в расчетном слое почвы (в т/га или $\text{м}^3/\text{га}$) можно определить по следующей формуле:

$$W = 100 \cdot h \cdot d \cdot (V_{\text{шв}} - V_{\text{факт}}) = 100 \cdot 2,3 \cdot 1,38 \times \\ \times (23,4 - 19,2) = 1333 \text{ м}^3/\text{га},$$

где h – мощность расчетного слоя почвы, м ;

d – объемная масса почвы, т/м^3 ;

$V_{\text{шв}}$ – предельно полевой влагоемкостью почвы, в $\%$ от веса сухой почвы;

$V_{\text{факт}}$ – фактическая влажность почвы, в $\%$ от веса сухой почвы.

Так как объем воды на испарение из почвы составляет 1118 м³/га, то общий объем воды, не участвующий в подъеме грунтовых вод, равен на следующее:

$$W_{ис} = 1333 + 1120 = 2453 \text{ м}^3/\text{га}.$$

В дренированных условиях определенное количество от поступающей воды в почву удаляются через дрены и, следовательно, в таких условиях следует учитывать объем воды, удаляемый с орошаемой территории дренами. Для этого модуль дренажного стока (q , л/сек. · га) умножают на число секунд в сутке ($t = 86\,400$ сек.) и продолжительности расчетного периода (T , сут.). Например, согласно исходным данным 4- задачи, приведенных в табл. 11 дренажный сток будет составлять

$$W_z = q \cdot t \cdot T = 0,09 \cdot 86\,400 \cdot 152 = 1\,181\,952 \text{ л} = 1182 \text{ м}^3.$$

Этот количество воды дренажного стока следует учитывать при определении общего расхода воды с орошаемой территории.

Объем воды, приводящий подъем уровня грунтовых вод (ΔW) определяют по разнице приходной и расходной статьи водного баланса орошаемой территории:

$$\Delta W = W_{пр} - W_{расх} = 4398 - 2453 = 1945 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Величина подъема грунтовых вод (Δh , м) определяют по следующей формуле:

$$\Delta h = \Delta W / \delta,$$

где ΔW – объем воды, участвующий в подъеме грунтовых вод, м³/га;

δ – свободная порозность почвы, в % от объема.

Свободная порозность почвы равна разнице между общей порозностью и предельно полевой влагоемкостью почвы, выраженными в процентах от объема. (Для определения предельно полевой влагоемкости почвы в процентах от объема почвы следует умножить ее величину в процентах от веса сухой почвы на объемную ее массу: $23,4 \% \cdot 1,38 \text{ г/см}^3 = 32,3 \%$ от объема). Свободная порозность почвы равна на

$$47,8 - 32,3 = 15,5 \%$$

Высота подъема грунтовых вод составит:

$$\Delta h = \Delta W / \delta = 1945 / 15,5 = 125,5 \text{ см,}$$

т. е. грунтовые воды к началу сева будут залегать на глубине

$$H_i = H_0 - \Delta h = 230 - 125,5 = 104,5 \text{ см, или } 1,05 \text{ м.}$$

Задание 1. Определить подъем уровня грунтовых вод для дренированных и бездренажных условий по исходным данным, приведенным в табл. 12.

Таблица 12

Исходные данные для расчета подъема уровня грунтовых вод

Показатели	Номера задач					
	в условиях без дренажа			в дренированных условиях		
	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
Глубина залегания грунтовых вод, м	3,2	2,3	2,8	3,6	3,2	2,7
Предельно полевая влагоемкость почвы, в % от веса сухой почвы	24,3	19,6	19,6	22,0	20,6	18,4
Влажность почвы за невегетационный период, в % от веса сухой почвы	21,6	15,4	19,0	22,0	20,6	18,4

1	2	3	4	5	6	7
Объемная масса почвы, т/м ³	1,44	1,28	136	1,42	1,36	1,34
Общая порозность почвы, в % от объема	46	52	48	44	48	47
Атмосферные осадки за невегетационный период, мм	188	142	164	178	136	116
Коэффициент поглощения атмосферных осадков	0,62	0,70	0,66	0,72	0,64	0,75
Норма промывных и предпосевных поливов, м ³ /га	2640	2080	2329	2640	3280	2860
Фильтрационные потери из оросительных каналов, м ³ /га	760	820	730	860	920	1020
Величина испарения почвенной влаги за невегетационный период, м ³ /га	960	1250	1050	1260	1320	1180
Продолжительность невегетационного периода, сут.	—	—	—	152	144	136
Модуль дренажного стока, л/сек.·га	—	—	—	0,09	0,12	0,10

Задание 2. 1) По результатам расчетов 1, 2 и 3- задач следует дать характеристику мелиоративных условий после подъема грунтовых вод, к какому гидрогеологическому району относиться данные почвы.

2) По результатам расчетов 4, 5 и 6- задач необходимо установить влияние грунтовых вод на мелиоративное состояние земель и возможность вторичного засоления почв.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какую роль играют грунтовые воды в процессе засоления почв?

2. Укажите приходные и расходные статьи баланса грунтовых вод.

3. Укажите источники питания грунтовых вод.

4. Укажите расходные статьи грунтовых вод.

5. Какая оптимальная глубина залегания грунтовых вод на орошаемых землях?

6. По какой методике определяют подъем уровня грунтовых вод?

7. Как определяют объем воды, приводящий подъем уровня грунтовых?

8. По какой формуле определяют величину подъема уровня грунтовых вод?

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ И ЗАПАСА ВОДЫ В ПОЧВЕ

Необходимое оборудование: Специально оборудованные лабораторные аудитории; Приборы для взятия почвенных образцов; Приборы для определения влажности почвы; Наглядные пособия по определению влажности запаса воды в почве.

Объекты изучения: Влажность почвы и запасы воды в ней.

Порядок выполнения работы: Роль влажности почвы в жизни растений; Способы определения влажности и запаса воды в почве; Определение влажности почвы высушиванием образцов в термостате; Методика определения влажности почвы в процентах от веса сухой почвы; Методика определения влажности почвы по методу В.Е. Кабаева; Укрепление знаний решением задач по заданным исходным данным и по результатам расчетов сделать соответствующее заключение.

Установление сроков полива сельскохозяйственных культур по влажности почвы является очень трудоемким, но более точным способом. Сущностью этого метода является поддержание наименьшего запаса влаги в расчетном слое почвы соответственно фазам их развития не ниже критической влажности, т.к. снижение влажности почвы до критической отметки означает наступления срока полива.

Определенная влажность почвы с целью установления сроков поливов также является необходимым материалом для определения норм поливов: зная действительный запас влаги в почве легче определить ее дефицит.

Для установления сроков полива сельскохозяйственных культур определяют влажность почвы по горизонтам расчетного

слоя. Расчетный слой почвы для хлопчатника до фазы цветения растений составляет 0–70 см, в период цветения-плодообразования – 0–100 см и в период созревания 0–70 см.

Содержание влаги в почве в основном определяют высушиванием почвенных образцов в сушильном шкафу (в термостате) при температуре 105–110 °С в течение 6 ч., сжиганием образцов в спирте по методу Ивана-нова, высушиванием электрическими лампами инфракрасного излучения.

1. Определение влажности почвы высушиванием образцов в термостате

Для определения влажности почвы высушиванием в сушильном шкафу почвенные образцы с расчетного слоя отбирают с помощью бура (по каждому 10 см. горизонтам). Почвенные образцы на орошаемой участке отбирают методом «конверт» или в нескольких точках по диагонали поля. Почвенные образцы размещают в алюминиевые бюксы (стаканчики) (3/4 части объема бюкса) и определяют вес стаканчика с сырой почвой (d , г). Затем открывают их крышки и размещают в термостат. Почвенные образцы в термостате высушивают при температуре 105–110 °С до постоянного веса (обычно в течение 6 ч.). После завершения высушивания почвенных образцов в термостате закрывают крышки стаканчиков, их охлаждают и определяют вес стаканчиков с сухой почвой (e , г). Определяют влажность почвы (V) в процентах от веса сухой почвы по разнице весов испаренной влаги (a , г) и абсолютно сухой почвы (b , г):

$$V = 100 \cdot a / b = 100 \cdot (d - c) / (e - c),$$

где 100 – множитель для перевода в проценты;

c – вес пустого стаканчика, г.

Данные по определению влажности почвы методом высушиванием в термостате фиксируют в форму, приведенной в табл. 13.

Таблица регистрации данных по определению влажности почвы

Дата определения	№ участка	Повторения	Горизонты почвы, см	№ стаканчика	Вес пустого стаканчика (с), г	Вес стаканчика с сырой почвой (d), г	Вес стаканчика с сухой почвой (e), г	Вес испаренной влаги (a), г	Вес сухой почвы (b), г	Влажность почвы (V), в % от массы сухой почвы
		1	0-10							
			10-20							
			20-30							
			30-40							
			40-50							
			50-60							
			0-60							

В полевых условиях влажность почвы можно определить приближенно по ускоренному методу В.Е. Кабаева, основанным на установлении границы пластичности почвы и на зависимости между установленной пластичностью почвы и диаметром шарика из почвы, отобранной с различных горизонтов. Для этого образцы почвы постепенно переносят в фарфоровую чашку и их смешивают с 3 мл воды, из этой массы формируют глиняный шарик. Добавление почвы в смесь почвы с водой в чашке продолжают до того, пока не образуются мелкие трещины на поверхности шарика из глины, после чего измеряют его диаметр и определяют влажность почвы, соответствующей к диаметру шарика по шкале, приведенного в табл. 14.

**Шкала определения влажности почвы по методике
В.Е. Кабаева**

Диаметр почвенных шариков, мм	Влажность почвы, в % от веса сухой почвы	Диаметр почвенных шариков, мм	Влажность почвы, в % от веса сухой почвы
30	48,80	37	72,71
31	53,39	38	74,80
32	57,81	39	76,69
33	61,53	40	78,40
34	64,83	41	79,94
35	67,75	42	81,31
36	70,37		

Полученные данные определения влажности почвы по методу Кабаева В.Е. отмечают в следующей форме, приведенной в табл. 15.

2. Определение запаса воды в почве

Запасы воды в почве в процентах от веса сухой почвы определяют по нижеприведенной методике.

Сначала определяем вес сухой почвы определенного горизонта в гектаре по следующей формуле:

$$B = S \cdot h \cdot d = 10\,000 \cdot h \cdot d,$$

где B – вес сухой почвы в h горизонте, т/га;

S – площадь 1 гектара (10 000), м²;

h – расчетный слой почвы, м;

d – объемная масса почвы, т/м³.

Таблица регистрации данных по определению влажности почвы по методу В.Е. Кабаева

Дата опре- деле- ния	№№ участ- ки	Гориз- онты поч- вы, см	Диаметр шариков по повторениям, мм			Средний диаметр шариков, мм	Влажность почвы, в % от ППВ
			1	2	3		
			4	5	6		
1	2	3	4	5	6	7	8
		0-10					
		10-20					
		20-30					
		30-40					
		40-50					
		50-60					
		60-70					
		70-80					
		80-90					
		90-100					
		0-30					
		0-50					
		0-70					
		0-100					

Например, объемная масса почвы в горизонте 0-10 см составляет $1,30 \text{ т/м}^3$. Вес сухой почвы в гектаре в данном горизонте равен на:

$$B = 10\,000 \cdot h \cdot d = 10\,000 \cdot 0,1 \cdot 1,30 = 1300 \text{ т.}$$

Если содержание влаги (V) в 0-10 см горизонте почвы составляет 19,6 % от веса сухой почвы, то запас воды в указанном горизонте (W , $\text{м}^3/\text{га}$) можно определить на основании следующей пропорции:

$$V — 100 \%$$

$$W — V\% \text{ откуда } W = B \cdot V / 100 = 1300 \cdot 19,6 / 100 = 254,8 \text{ т/га.}$$

Так как 1 м^3 воды весит 1 тонну, запасы воды в 1 га в данном горизонте составляет $254,8 \text{ м}^3$.

Таким образом, запас воды в определенном горизонте (слое) почвы в 1 га можно определить по следующей формуле:

$$W = 10\,000 \cdot h \cdot d \cdot \lambda / 100 = 100 \cdot h \cdot d \cdot \lambda = 100 \cdot 0,1 \cdot 1,30 \cdot 19,6 = 254,8 \text{ м}^3/\text{га},$$

где W – запас воды в почве, $\text{м}^3/\text{га}$;

h – расчетный слой почвы, м;

d – объемная масса почвы, $\text{т}/\text{м}^3$;

λ – влажность почвы в процентах от веса сухой почвы %.

Задание. Определить запасы воды в почве ($\text{м}^3/\text{га}$) на основании данных приведенных в табл. 16.

Таблица 16

Исходные данные для определения запаса воды в почве

№№ об-раз-цов	Горизонты почвы, см	Объемная масса почвы, $\text{т}/\text{м}^3$	Влажность почвы, в % к массе сухой почвы	Запасы воды, $\text{м}^3/\text{га}$
1	2	3	4	5
Луговые почвы				
1	0–10	1,30	14,6	
	10–20	1,38	20,4	
	20–30	1,35	21,3	
	30–100	1,39	21,8	
	100–200	1,40	22,8	
	0–100	1,42	23,4	
	0–200	1,38	21,7	
Лугово-сероземные почвы				
2	0–10	1,35	18,3	
	10–20	1,40	19,6	
	20–30	1,42	20,1	
	30–50	1,45	19,2	
	50–70	1,41	16,6	
	70–100	1,40	18,8	
	0–100	1,41	19,2	

1	2	3	4	5
Сероземные почвы				
3	0-10	1,42	19,6	
	10-30	1,46	20,4	
	30-50	1,38	21,2	
	50-100	1,36	20,9	
	100-200	1,42	22,6	
	0-100	1,42	20,8	
	0-200	1,41	21,7	
Светло сероземные почвы				
4	0-10	1,36	20,6	
	10-20	1,40	21,4	
	20-30	1,42	21,9	
	30-50	1,39	22,2	
	50-100	1,38	83,6	
	100-200	1,41	21,8	
	0-100	1,40	20,8	
	0-200	1,44	22,7	

Вопросы для самоконтроля:

1. Какую роль играют влажность почвы в жизни растений;
2. Какими способами определяют влажность и запас воды в почве?
3. Сущность метода определения влажности почвы высушиванием образцов в термостате.
4. Методика определения влажности почвы в процентах от веса сухой почвы.
5. Сущность методики определения влажности почвы по ускоренному методу В.Е. Кабаева.
6. Методика расчета запаса воды в почве.

8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДНОГО БАЛАНСА ОРОШАЕМОГО УЧАСТКА

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории; Наглядные пособия по определению водного баланса орошаемого участка.

Объекты изучения: Водный баланс орошаемых земель, т. е. баланс поверхностных, почвенных и грунтовых вод; Приходные и расходные статьи водного баланса.

Порядок выполнения работы: Значение урегулирования водного баланса земель в орошаемом земледелии; Уравнения водного баланса; Приходные и расходные статьи водного баланса; мелиоративное состояние почвы при отрицательном и положительном водных балансах; Мероприятия урегулированию водного баланса.

В условиях орошаемого земледелия важным мероприятием является изучение водного баланса земель, т.е. баланса поверхностных, почвенных и грунтовых вод, который является основой для разработки мелиоративных мероприятий, направленных на повышение плодородия почв. При этом урегулированием его приходных и расходных статей изменяют водный режим почвы в нужном направлении.

Мелиоративное состояние орошаемых земель в большинстве случаев непосредственно зависит от водного баланса орошаемого участка земель: если водный баланс орошаемого участка положительный, т.е. приходная его статья больше расходной, то наблюдается ухудшение мелиоративного состояния земель и, наоборот, при отрицательном балансе, т.е. расходная его статья больше чем приходная, происходит улучшение мелиоративного состояния земель. Водный баланс орошаемого участка определяют за определенный период времени, например, декадный, месячный, квартал-ный, годовой и многолетний период.

В общем водный баланс орошаемого участка определяют по следующему уравнению:

$$\Delta W = W_{\text{пр}} - W_{\text{расх}},$$

где ΔW – изменение запасов воды в расчетном слое почвы (приход или убил), м³/га;

$W_{\text{пр}}$ – поступление воды в расчетный слой почвы (приход), м³/га;

$W_{\text{расх}}$ – расход воды из расчетного слоя почвы, м³/га.

Запасы воды в конце баланса орошаемого участка (W_k , м³/га) определяют по следующей формуле:

$$W_k = W_n \pm \Delta W,$$

где W_n – запас воды в начале балансового периода, м³/га.

Приходная часть баланса орошаемого участка ($W_{пр}$) определяют по следующей формуле:

$$W_{пр} = P + M + \Phi_k + \Gamma,$$

где P – поступление воды с атмосферными осадками, м³/га;

M – поступление с оросительной водой, м³/га;

Φ_k – фильтрационные потери воды из оросительных каналов, м³/га;

Γ – приток грунтовых вод из других участков, м³/га.

Расходная часть баланса орошаемого участка (W_p , м³/га) определяют по следующей формуле:

$$W_{расх} = E + T + D + O,$$

где E – испарение с поверхности почвы, м³/га;

T – транспирация воды растениями, м³/га;

D – сток по дренажной сети, м³/га;

O – отток почвенно-грунтовых вод за пределы участка (в бездренажных условиях), м³/га.

Если принять запасов воды в почве и грунтовых вод равным W_n и если приходная часть водного баланса будет больше чем ее расходная часть ($W_{пр} > W_{расх}$), то уровень грунтовых вод начинает подниматься, а если наоборот, т.е. расходная часть больше чем приходная часть ($W_{пр} < W_{расх}$) уменьшается запасы воды в расчетном слое почвы и наблюдаются снижение уровня грунтовых вод.

В засушливой зоне приходную часть водного баланса составляет в основном оросительная вода и грунтовая вода на землях с близким их залеганием. На землях с глубоким

залеганием грунтовых вод участие оросительной воды в водном балансе орошаемого участка доходят до 85,9–93,1 %.

Ниже ознакомимся с методикой определения водного баланса орошаемого участка.

Задача. Определить водный баланс орошаемого участка при следующих данных:

- атмосферные осадки, поступающие в почву (P) – 210 м³/га;
- оросительные воды, поступающие в почву (M) – 5240 м³/га;
- фильтрационные потери из оросительных каналов (Φ_k) – 1020 м³/га;
- подземный приток грунтовых вод (Γ) – 340 м³/га;
- испарение воды из почвы (E) – 28 % от суммарного испарения;
- коэффициент транспирации хлопчатника ($K_{тр}$) – 560 ед. (или м³/ц);
- урожайность хлопчатника ($У$) – 31,6 ц/га;
- коэффициент перевода для определения сухой массы урожая – 2,5–3,0;
- дренажный сток (D) – 17% от общего поступления воды;
- подземный отток почвенно-грунтовой воды (O) – 88 м³/га.

Решение. Определим сначала общий приход воды в расчетный слой почвогрунта ($W_{пр}$, м³/га). Он складывается из прихода за счет атмосферных осадков (P) – 210 м³/га, оросительной воды (M) – 5240 м³/га, фильтрационных потерь из оросительных каналов (F_k) – 1020 м³/га и подземного притока грунтовых вод (Γ) – 340 м³/га:

$$W_{пр} = P + M + \Phi_k + \Gamma = 210 + 5240 + 1020 + 340 = 6810 \text{ м}^3/\text{га}.$$

После этого определяем общий расход воды из расчетного слоя почвогрунта ($W_{расх}$, м³/га). Прямые данные о расходе воды на испарение из почвы, на транспирацию растениями и дренажный сток здесь не даны, их надо рассчитать.

Суммарное испарение с орошаемого поля, т.е. расход воды на транспирацию и испарение из почвы принимаем равным к 100 %. Согласно задания расход воды на испарение из почвы

составляет 28 % от суммарного испарения. Значит, расход воды на транспирацию растениями будет составлять 72 % от суммарного испарения. Расход воды на транспирацию рассчитываем по величине транспирационного коэффициента и урожаю хлопка-сырца: при коэффициенте транспирации хлопчатника (K_T) 560 ед., на создание 1 т урожая затрачивается 560 т воды.

Сухая масса урожая определяется умножением урожая хлопка-сырца ($Y = 31,6$ ц/га) на коэффициент перевода. Приняв коэффициент перевода равным 2,5, определяем сухую массу урожая:

$$31,6 \cdot 2,5 = 79 \text{ ц или } 7,9 \text{ т.}$$

Умножив эту величину на транспирационный коэффициент хлопчатника (560 ед.), получим расход воды на транспирацию (T):

$$T = 7,9 \cdot 560 = 4424 \text{ м}^3/\text{га.}$$

Таким образом, расход воды на транспирацию с 1 га составляет 4424 м³, что составляет 72 % от общего (суммарного) испарения ($T + E$). Расход воды на суммарное испарение определяем согласно следующей пропорции:

$$\begin{array}{l} 4424 \text{ — } 72 \% \\ x \text{ — } 100 \% \end{array} \quad \text{отсюда } x = 4424 \cdot 100 = 6140 \text{ м}^3/\text{га.}$$

Расход воды на испарение с поверхности почвы согласно задания составляет 28 % от суммарного испарения. Следовательно

$$\begin{array}{l} 6140 \text{ — } 100 \% \\ E \text{ — } 28 \% \end{array} \quad \text{отсюда } E = 6140 \cdot 28 / 100 = 1719 \text{ м}^3/\text{га.}$$

Дренажный сток воды (D) составляет 17 % от общего поступления воды в почву (6810 м³/га) или $6810 \cdot 17 / 100 = 1158$ м³/га.

Общий расход воды ($W_{\text{расх}}$) равен сумме расходов воды на испарение (E) — 1719 м³/га, транспирацию (T) — 4424 м³/га, на

дренажный сток (D) – 1158 м³/га и на подземный отток грунтовых вод (O) – 88 м³/га:

$$W_{\text{расх}} = E + T + D + O = 1719 + 4424 + 1158 + 88 = 7389 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Изменение запасов воды на балансовом участке (ΔW) определяется разницей между приходом ($W_{\text{пр}}$) и расходом воды ($W_{\text{расх}}$):

$$\Delta W = W_{\text{пр}} - W_{\text{расх}} = 6810 - 7389 = -579 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Таким образом водный баланс орошаемого участка отрицательный, что означает уменьшение к концу балансового периода (года) запасов воды в почве на 579 м³/га, что приводит к улучшению мелиоративного состояния почвы. Если водный баланс орошаемого участка будет положительный, то это приводит к ухудшению мелиоративного состояния почвы.

Задание для самостоятельного решения задач. Определить годовой водный баланс орошаемого участка по исходным данным, приведенным в табл. 17 и установить, как будет складываться мелиоративное состояние почвы на рассматриваемой территории и какие мероприятия необходимо проводить, чтобы улучшить мелиоративное состояние орошаемых земель.

Таблица 17

Исходные данные для самостоятельного определения водного баланса орошаемого участка

№№ п.п.	Элементы водного баланса	Номера задач					
		1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Атмосферные осадки (P), м/га	240	260	180	120	96	68
2	Оросительная вода (M), м ³ /га	4860	5610	6420	7340	8600	7900
3	Фильтрационные потери из оросительных каналов (Φ_k), м ³ /га	960	1120	1260	860	1260	340

Продолжение табл. 17

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Подземный приток грунтовых вод (Γ), м ³ /га	340	470	230	186	210	360
5	Испарение воды из почвы, в % от суммарного испарения	32	26	6	28	32	36
6	Коэффициент транспирации хлопчатника ($K_{тр}$)	610	640	720	560	620	580
7	Урожайность хлопчатника ($У$), ц/га	32,3	36,0	38,4	42,6	39,2	36,9
8	Коэффициент перевода для определения сухой массы урожая	2,5	3,0	3,0	2,6	2,8	2,5
9	Дренажный сток (D), в % от общего поступления воды	24	32	20	28	30	28
10	Подземный отток почвенно-грунтовой воды (O), м ³ /га	76	120	88	110	86	94

Вопросы для самоконтроля:

1. Влияние водного баланса на мелиоративное состояние орошаемых земель.
2. Приходные и расходные статьи водного баланса и их расчет.
3. Формула расчета приходной статьи водного баланса.
4. Формула расчета расходной статьи водного баланса.
5. Уравнения водного баланса.
6. Мелиоративное состояние земель при отрицательном и положительном водных балансах.

7. Мероприятия по урегулированию водного баланса орошаемых участков.

9. УСТАНОВЛЕНИЕ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории и наглядные пособия для расчета режима орошения сельскохозяйственных культур.

Объекты изучения: Режим орошения возделываемых культур; Поливная норма; Оросительная норма; Календарные сроки поливов; Число поливов.

Порядок выполнения работы: Понятие о режиме орошения сельскохозяйственных культур; Факторы, определяющие режим орошения культур; Методика определения общей (суммарной) потребности растений во влаге; Методика расчета оросительной нормы; Методика расчета поливной нормы; Методика установления число и календарных сроков проведения поливов; По заданным исходным данным установить соответствующий режим орошения возделываемых культур.

Под установлением режима орошения сельскохозяйственных культур понимают правильное установление и распределение в вегетационный период количества оросительной воды (число, поливные и оросительные нормы и сроки полива), обеспечивающего оптимальный для данной культуры водный режим корнеобитаемого слоя почвы при данных конкретных природных (климатических, почвенных и гидрогеологических) и агротехнических условиях. При установлении режима орошения учитываются также биологические особенности и фазы развития возделываемых культур.

Правильное определение норм, сроков и числа поливов имеет большое значение для экономного использования оросительной воды, повышения плодородия почвы и получение высоких и устойчивых урожаев.

Режим орошения сельскохозяйственных культур устанавливается исходя из величины их водопотребления (суммарного

испарения) и наличных запасов влаги в почве как за все время вегетации, так и по отдельным ее периодам.

1. Расчет общего водопотребления сельскохозяйственных культур

Для установления режима орошения необходимо знать общего (суммарного) водопотребления (эвапотранспирацию) возделываемых культур, т. е. количество воды, расходуемое на транспирацию растениями и на испарение с поверхности почвы. Суммарное водопотребление (E , м³/га) сельскохозяйственных культур можно приближенно определить по методу, предложенной А.Н. Костяковым (1951), основанного на определении ее по коэффициенту водопотребления возделываемой культуры и планируемой урожайности:

$$E = V \cdot K_y,$$

где V – планируемый урожай, ц/га;

K_y – коэффициент водопотребления, м³/ц.

Под коэффициентом водопотребления понимают количество воды, расходуемое на формирование 1 ц урожая (м³/ц), который зависит от интенсивности общего испарения (транспирация и испарение) воды, дефицита влаги и температурного режима воздуха за оросительный сезон.

Коэффициент водопотребления зависит от вида культуры, климата района возделывания, урожайности, степени засушливости года. Так, для хлопчатника при $V=30$ ц/га $K_y=200-220$ м³/ц, а при $V=50$ ц/га $K_y=140-160$ м³/ц; для кукурузы при $V=40-50$ ц/га $K_y=70-130$ м³/ц; для зерновых при $V=20-50$ ц/га $K_y=55-170$ м³/ц; для риса при $V=40-50$ ц/га $K_y=200-500$ м³/ц.

Для расчета общего водопотребления И.Е. Еременко (1956) предложил для засушливой зоны более уточненный метод, где учитывается используемый объем грунтовых вод растениями, плодородие почвы, зональный климатический коэффициент:

$$E = V \cdot K_y \cdot K \cdot i \cdot 3,$$

где $У$ – запланированный урожай, ц/га;

K_y – коэффициент водопотребления, м³/ц;

K – гидрогеологический коэффициент (0,4–1,0);

i – поправочный коэффициент водопотребления для плодородных почв (0,90–0,92);

Z – зональный климатический коэффициент (для северной зоны республики 0,80 – 0,85, центральной – 1,0 и южной – 1,15).

В зависимости от условий использования земель и уровня урожайности коэффициент водопотребления хлопчатника по климатическим зонам республики варьируют в широких диапазонах (табл. 18).

Таблица 18

Коэффициент водопотребления хлопчатника по климатическим зонам в зависимости от урожайности, м³/га
(Еременко В. Е., 1956)

Агротехнические условия	Климатические зоны	Урожайность, ц/га				
		до 20	20–30	30–40	40–50	50–60
Монокультура хлопчатника	Южная	280–322	240–300	200–240	175–200	155–175
	Центральная	243–280	209–261	174–209	152–174	135–152
	Северная	206–238	179–222	148–178	129–148	115–129
Поля, занятые хлопчатником в 1 и 2- годы после люцерны	Южная	258–296	221–276	184–221	161–184	143–161
	Центральная	224–258	192–240	160–192	140–160	124–140
	Северная	189–219	136–204	136–164	119–136	106–119

Задача 1. Определить общее водопотребление хлопкового поля, если запланированная урожайность ($У$) составляет 30 ц/га, а коэффициент водопотребления (K_y) 200 м³/ц.

Решение: $E = У \cdot K_y = 30 \cdot 200 = 6000$ м³/га.

Задание 1. Определить общее водопотребление хлопкового поля, если запланированная урожайность ($У$) составляет 28, 36 и

44 ц/га, а коэффициенты их водопотребления (K_y) соответственно 220, 180 и 162 м³/ц.

Задание 2. Определить общее водопотребление хлопкового поля на плодородных почвах ($i = 0,92$) Северной, Центральной и Южной климатических зонах (зональный коэффициент 3 варьирует в пределах соответственно зонам 0,80–0,85; 1,0 и 1,15) при залегании грунтовых вод 3,5 м ($K = 1$), если запланированная урожайность (Y) составляет 28,0; 36,0 и 44,0 ц/га, а коэффициенты водопотребления (K_y) соответственно 220; 180 и 162 м³/ц.

2. Расчет оросительной нормы

Под оросительной нормой понимают количество воды, которого необходимо подавать на 1 га посева за весь вегетационный период (в м³/га или мм).

Оросительную норму (нетто) для засушливой зоны можно определить по формуле, предложенной А. Н. Костяковым (1951):

$$M_{\text{нт}} = E - 10 \cdot a \cdot P - (W_{\text{н}} - W_{\text{к}}) - W_{\text{гв}},$$

где $M_{\text{нт}}$ – оросительная норма, м³/га;

E – суммарное водопотребление возделываемой культуры ($M_{\text{тр}} + M_{\text{исп}}$ или $Y \cdot K_y$), м³/га;

P – количество осадков за вегетационный период, мм;

10 – множитель для перевода атмосферных осадков в мм в м³/га;

a – коэффициент использования атмосферных осадков (для северной и центральной климатических зон составляет 0,85 и для южной – 0,4–0,6);

$W_{\text{н}}$ – естественные запасы влаги в почве в начале вегетационного периода, м³/га;

$W_{\text{к}}$ – естественные запасы влаги в почве в конце вегетационного периода, м³/га;

$W_{гв}$ – количество воды, поступающей в расчетный слой почвы от грунтовых вод за вегетационный период (в зависимости от уровня залегания грунтовых вод до 60 % оросительной нормы), м³/га.

Количество атмосферных осадков и испаряемой влаги за вегетационный период определяют на основании среднесезонных метеорологических данных.

Задача 2. Определить оросительную норму для хлопчатника, если общее водопотребление (E) составляет 7820 м³/га, количество атмосферных осадков за вегетационный период (P) 100 мм, коэффициент использования растениями осадков (α) 0,5, естественные запасы влаги в почве в начале вегетационного периода (W_n) 3140 м³/га и в конце вегетационного периода (W_k) 2200 м³/га, а количество воды, поступающей в расчетный слой почвы от грунтовых вод за вегетационный период ($W_{гв}$) 1060 м³/га.

$$\text{Решение. } M_{нт} = E - 10 \cdot \alpha \cdot P - (W_n - W_k) - W_{гв} = 7820 - 10 \times 0,5 \cdot 100 - (3140 - 2200) - 1060 = 5320 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Таким образом, оросительная норма нетто для хлопчатника ($M_{нт}$) составляет 5320 м³/га.

Оросительную норму брутто ($M_{бр}$) с учетом потерь воды во временной оросительной сети (при величине коэффициента полезного действия оросителя $\eta=0,70$) определяют по следующей формуле:

$$M_{бр} = M_{нт} / \eta = 5320 / 0,70 = 7600 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Задание 3. Рассчитать оросительную норму для кукурузы, возделываемой на силос при следующих данных: общее водопотребление кукурузы составляет – 7200 м³/га, количество атмосферных осадков за вегетационный период – 86 мм, коэффициент использования растениями осадков – 0,80,

естественные запасы влаги в почве в начале вегетационного периода $2680 \text{ м}^3/\text{га}$ и в конце вегетационного периода $1960 \text{ м}^3/\text{га}$, а уровень грунтовых вод составляет 1 м (значит, количество используемой грунтовой воды растениями составляет 60 % от E , т.е. $K = 0,6$) $1060 \text{ м}^3/\text{га}$.

3. Расчет поливной нормы

Под **поливной нормой** понимают количество воды, которое подается на 1 га посева за один прием для увлажнения расчетного слоя почвы, обеспечения растений водой в межполивные периоды. Величину поливной нормы определяют водно-физические свойства почвы, рельеф местности, вид сельскохозяйственной культуры, способы и техники поливов, технология проведения полива и др.

При установлении поливных норм ($m_{\text{пт}}$, $\text{м}^3/\text{га}$) исходят из положения, что при поливах должен увлажняться только активный (расчетный) слой почвы и содержание влаги в нем не должно превышать предельно-полевую влагоемкость почвы ($W_{\text{пв}}$) (по А.Н. Костякову (1951):

$$m_{\text{пт}} = W_{\text{пв}} - W_{\text{пн}}$$

Для расчета запаса воды в почве (W , $\text{м}^3/\text{га}$) влажность почвы определяют в процентах от массы почвы. По следующей формуле определяют вес почвы на площади 1 га (B , т/га) в слое h (м) и объемной массе d ($\text{т}/\text{м}^3$):

$$B = 10\,000 \cdot h \cdot d,$$

где 10 000 – площадь 1 га, м^2 ;

h – мощность расчетного слоя почвы, м;

d – объемная масса почвы, $\text{т}/\text{м}^3$.

Если влажность почвы составляет V (%) от массы почвы, то по следующему уравнению определяют запасы воды в почве (W , $\text{м}^3/\text{га}$):

B — 100 %

W — V % отсюда $W = 10\,000 \cdot h \cdot d \cdot V / 100 = 100 \cdot h \cdot d \cdot V$.

В процессе полива почвы увлажняются до предельно-полевой влагоемкости ($V_{\text{пнв}}$) и следовательно запасы влаги в почве, соответствующий ППВ почвы ($W_{\text{пнв}}$) в $\text{м}^3/\text{га}$ определяют по следующей формуле:

$$W_{\text{пнв}} = 100 \cdot h \cdot d \cdot V_{\text{пнв}}.$$

Запасы влаги в почве перед поливами определяют по следующей формуле:

$$W_{\text{пн}} = 100 \cdot h \cdot d \cdot V_{\text{пн}},$$

где $V_{\text{пн}}$ — влажность почвы перед поливами, в % от массы почвы;

d — объемная масса почвы, $\text{г}/\text{см}^3$;

h — расчетный слой почвы, м.

$$\begin{aligned} \text{Отсюда } m_{\text{пт}} &= W_{\text{пнв}} - W_{\text{пн}} = 100 \cdot h \cdot d \cdot V_{\text{пнв}} - 100 \cdot h \cdot d \cdot V_{\text{пн}} = \\ &= 100 \cdot h \cdot d \cdot (V_{\text{пнв}} - V_{\text{пн}}). \end{aligned}$$

В процессе проведения полива 5–10% подаваемого на орошение объема воды расходуется с поверхности воды на испарение в атмосферу (K) и при расчете поливной нормы должны учитывать эти потери:

$$m_{\text{пт}} = 100 \cdot h \cdot d \cdot (V_{\text{пнв}} - V_{\text{пн}}) + K.$$

В условиях, где влажность почвы определяется в процентах от объема почвы ($d \cdot V_{\text{пнв}} = A$ и $d \cdot V_{\text{пн}} = B$), для расчета поливной нормы используют следующую формулу:

$$m_{\text{пт}} = 100 \cdot h \cdot (A - B).$$

Задача 3. Определить поливную норму для хлопчатника, если мощность расчетного слоя почвы 1 м, объемная ее масса

1,42 т/м³, предельно-полевая влагемкость ($V_{\text{пв}}$) 22 %, влажность почвы перед поливами ($V_{\text{п}}$) 16 % и потери воды на испарение во время полива 10 % от подаваемого количества воды.

Решение:

$$m = 100 \cdot h \cdot d \cdot (V_{\text{пв}} - V_{\text{п}}) + K = 100 \cdot 1,0 \cdot 1,42 \cdot (22 - 16) + K = 852 + 85,2 = 937,2 \approx 950 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Задание 4. Определить поливную норму для хлопчатника при следующих данных: мощность расчетного слоя почвы до фазы цветения (h) – 0,7 м, объемная масса почвы (d) – 1,34 т/м³, предельно-полевая влагемкость почвы – 20,4 %, влажность почвы перед поливами ($V_{\text{пв}}$) – 14,9 %, потери воды во время полива составляет (K) – 10 %.

Задание 5. Рассчитать поливную норму для хлопчатника для различных почвенных условий на основании данных, приведенных в табл. 19.

Мощность расчетного слоя почвы до цветения растений составляет – 0,5 м, в период цветения-плодообразования – 0,7 м и созревания – 1,0 м. Потери воды во время полива составляет (K) – 10 %.

Таблица 19

Водно-физические свойства почв

Почвы	Предельно-полевая влагемкость почвы ($V_{\text{пв}}$), в % к массе	Объемная масса почвы (d), т/м ³	Предельно-полевая влагемкость почвы (A), в % к объему	Предполивная влажность почвы (V), в % к объему
Глинистые	26	1,5	39,0	27,3
Среднесуглинистые	23	1,3	29,9	21,2
Супесчаные	17	1,1	18,7	13,1

4. Определение числа поливов и календарных сроков их проведения

При установлении режимов орошения сельскохозяйственных культур следует также определить следующих показателей: продолжительность полива, оросительный сезон и межполивные периоды. Продолжительность полива эта время, затраченное на проведения одного полива, оросительный сезон – это время от начала первого до завершения последнего полива. Под межполивным периодом понимают период между двумя смежными поливами.

Чтобы установить календарного срока следующего требуется определить межполивной период, т.е. время, в течение которого будет израсходована поливная вода. Его рассчитывают на основании поданного количество воды на 1 га и среднесуточных расходов воды на испарение с поверхности почвы и на транспирацию растениями.

Среднесуточный расход воды на испарение с поверхности почвы и транспирацию хлопчатником с 1 гектара в м³ приведены в табл. 20.

Таблица 20

Расход воды хлопчатником на транспирацию и испарение в Центральной климатической зоне с глубоким залеганием грунтовых вод
(по данным НИИ СС и АТВХ)

Месяцы	Декады	Водопотребление		
		Среднесуточное, м ³ /га·сут.	Среднедекадное, м ³ /га	с начала вегетации, м ³ /га
1	2	3	4	5
Апрель	I	–	–	–
	II	7,8	78	78
	III	15,6	156	234
Май	I	19,6	196	430
	II	23,5	235	665
	III	24,9	249	939

1	2	3	4	5
Июнь	I	35,2	352	1291
	II	46,9	469	1760
	III	62,6	626	2386
Июль	I	70,4	704	3090
	II	71,9	719	3800
	III	73,2	732	4014
Август	I	71,9	719	5333
	II	70,4	704	6037
	III	62,6	626	6725
Сентябрь	I	46,9	469	7194
	II	39,1	391	7585
	III	23,5	235	7820

Задача I. 1-июля проведен полив хлопчатника нормой 1000 м³/га ($m_{\text{ит}}$), среднесуточный расход воды на испарение с поверхности почвы и транспирацию растениями с 1 гектара (V) составляет 70,4 м³/га·сут. Определить время (T), в течение которого будет израсходована поливная вода.

Решение. Для определения продолжительности времени (T), в течение которого будет израсходована поливная вода ($m_{\text{ит}}$) необходимо разделить на среднесуточный расход воды с 1 га (V):

$$T = m_{\text{ит}} / V = 1000 / 70,4 = 14 \text{ сут.}$$

Таким образом, если учесть, что поданное количество воды на поле 1-июля расходуется за 14 сут., то необходимо проводить следующий полив 14-июля.

Выше приведенной методикой расчета календарных сроков полива можно пользоваться на землях с глубоким стоянием грунтовых вод (3–3,5 м и более). в Центральной климатической зоне с глубоким залеганием грунтовых вод приведены в таблице 21. А на землях с близким залеганием грунтовых вод они в определенной степени принимают участие в обеспечении общего водопотребления возделываемых культур. И поэтому при расчете межполивных периодов в этих условиях учитывают

гидрогео-логический коэффициент K . Например, гидрогео-логический коэффициент при уровне залегания грунтовых вод составляет 0,6, т.е. 40 % общего водопотребления растений обеспечивается за счет грунтовых вод. В данной условии продолжительность межполивного периода будет составлять

$$T = m_{\text{нт}} / V \cdot K = 1000 / 70,4 \cdot 0,6 = 23 \text{ сут.}$$

Значит, следующий полив в этих условиях следует проводить 23- июля.

Задание 6. Определить межполивные периоды для хлопчатника, возделываемого на землях с глубоким залеганием грунтовых вод (3,5 м) при следующих исходных данных: среднесуточные расходы воды на транспирацию растением и испарение с поверхности почвы в период до цветения хлопчатника составляет (V) 35–46 м³/га, цветения–плодоношения – 70–75 м³/га, а в фазе созревания 23–46 м³/га. Разовые нормы полива хлопчатника в этих периодах составляет соответственно 900, 1100 и 800 м³/га.

Задание 7. Определить межполивные периоды для хлопчатника, возделываемого на землях с залеганием грунтовых вод до 1 м ($K = 0,4$), 1–2 м ($K = 0,6$), 2–3 м ($K = 0,85$). А другие исходные данные такие же, как и при задании 6.

Число поливов сельскохозяйственных культур (n) определяют путем деления оросительной нормы ($M_{\text{нт}}$) на среднюю норму поливов ($m_{\text{ср}}$):

$$n = M_{\text{нт}} / m_{\text{ср}}$$

Если оросительная норма ($M_{\text{нт}}$) составляет 3260 м³/га и средняя норма полива ($m_{\text{ср}}$) 1050 м³/га, то число полива равен на

$$n = 3260 / 1050 \approx 3.$$

Вопросы для самоконтроля:

1. *Что понимают под режимом орошения сельскохозяйственных культур?*
2. *Укажите основные факторы, определяющие режим орошения сельскохозяйственных культур?*
3. *Как определяют оросительную норму сельскохозяйственных культур?*
4. *Как определяют поливную норму сельскохозяйственных культур?*
5. *По какой методике определяют числа поливов?*
6. *По какой методике определяют общего (суммарного) водопотребления культур?*
7. *Укажите расходные статьи почвенной влаги на орошаемых землях.*
8. *Как устанавливают календарные сроки проведения поливов?*

10. ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСЧЕТЫ ДЛЯ РИСОВОГО ПОЛЯ

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории; Наглядные пособия по водохозяйственному расчету рисовых полей; Наглядные пособия по расчету водного баланса рисового поля; Стенды по рисовым оросительным системам.

Объекты изучения: Водохозяйственный расчет рисового поля: Методики расчетов общей потребности рисового поля, оросительной нормы риса, нормы поливов риса по фазам развития и периодам (этапам) возделывания, расхода воды на фильтрацию.

Порядок выполнения работы: Общая потребность рисового поля; Оросительная норма риса; Потери воды на фильтрацию на рисовой карте; Поливные нормы по фазам развития и этапам возделывания; Общая и оросительная норма полива риса; Фактическая оросительная норма риса.

Оросительную норму для риса (M , м³/га) определяют по следующей формуле:

$$M = E - (W_t + P + F + W_o),$$

где E – общее (суммарное) водопотребление рисового поля, м³/га;

W_t – количество проточной и сбросной воды, м³/га;

F – фильтрационные потери воды, м³/га;

P – количество атмосферных осадков за вегетационный период, м³/га;

W_o – запасы влаги в расчетном слое почвы в начале вегетационного периода, м³/га.

Общее водопотребление рисового поля (E , мм) определяют по следующей формуле:

$$E = K \cdot (I + T) = 0,475 \cdot \Sigma P \cdot (17,8 + t)^2,$$

где K – биоклиматический коэффициент для риса ($K = 1,2$);

I – расход воды на испарение с поверхности почвы без растительного покрова, м³/га;

P – продолжительность дневного времени за вегетационный период (в процентах от общего времени);

t – среднесуточная температура атмосферного воздуха за вегетационный период, °С.

При применении режима орошения риса без сброса воды $W_t = 0$.

Потери воды на фильтрацию (F) определяют по следующей формуле:

$$F = F_t + F_{бок},$$

где F_t – потери воды на вертикальное просачивание в почву, м³/га;

$F_{бок}$ – потери воды на боковое просачивание за пределы рисовой карты, м³/га.

Если потери воды на вертикальное просачивание в почву (F_t) определяют с помощью сосудов испарения Б. Б. Зайцева, то

потери воды на боковое просачивание за пределы рисовой карты ($F_{\text{бок}}$) рассчитывают по следующей формуле, предложенной Дюпиным:

$$F_{\text{бок}} = K_f \cdot [(h_1^2 - h_2^2) / 2 \cdot L],$$

где K_f – коэффициент фильтрации расчетного слоя почвы;
 h_1 – уровень грунтовых вод на средней части рисовой карты, м;
 h_2 – уровень грунтовых вод на крайних частях рисовой карты, м;
 L – расстояния между точек h_1 и h_2 , м.

Объем воды для увлажнения расчетного слоя почвы до полной ее влагоемкости в период первоначального затопления рисового поля (W , м³/га) определяют по следующей формуле:

$$W = H \cdot (A - B),$$

где H – расчетный слой почвы, м;
 A – количество воды, соответствующий к общей порозности почвы, м³/га;
 B – запасы влаги в почве перед затоплением, м³/га.

Оросительную норму риса обычно распределяют по фазам его развития растений и периодам возделывания, т.к. водный баланс рисового поля по этим периодам будет неодинаковыми. Расчет поливных норм риса согласно предложенной М.Ф. Натальчуком методики проводят по следующим этапам:

Первый этап – первоначальное затопление рисового поля. В этом периоде вода расходуется на насыщение почвы до полной влагоемкости и создание необходимого слоя воды в рисовом чеке до 5 см, а также на испарение. Поливную норму для первоначального затопления определяют согласно следующей зависимости:

$$m_1 \cdot t_1 + 10 \cdot P_1 = W + 10 \cdot h_1 + 10 \cdot E_1 - 10 \cdot P_1,$$

где m_1 – объем воды, подаваемое на поле в сутке, м³/га;
 t_1 – продолжительность периода, сут;
 P_1 – количество выпадающих атмосферных осадков в период первоначального затопления рисового поля (t_1), мм;
 10 – множитель для перевода количество атмосферных осадков в мм в м³/га;
 W – дефицит влаги для увлажнения почвы до полевой влагоемкости, м³/га;
 E_1 – среднесуточный расход воды на испарение за t_1 времени, мм/сут.

На основании этой зависимости можно определить на поле в сутке по следующей формуле:

$$m_1 = (W + 10 \cdot h_1 + 10 \cdot E_1 - 10 \cdot P) / t_1.$$

К примеру: если $W = 3510$ м³/га; $P_1 = 2,5$ мм, $E_1 = 3,28$ мм/сут., $h_1 = 100$ мм, $t_1 = 3$ сут., то суточный объем подаваемой воды на 1 га посева составляет:

$$m_1 = (3510 + 10 \cdot 100 + 10 \cdot 3,28 - 10 \cdot 2,5) / 3 = 1527 \text{ м}^3/\text{га} \cdot \text{сут.}$$

Таким образом, для первоначального затопления рисового чека в течение 3 суток необходимо подавать 4581 м³/га (3 сут. х 1527 м³/га · сут.).

Вторым этапом является период произрастание риса – от посева до появления всходов. Слой воды, созданный при первоначальном затоплении чека. В этом этапе прекращают подачу воды в рисовый чек. За это время часть воды теряется на испарение (E_2) и на фильтрацию (φ_2). При этом водохозяйственный расчет рисового чека производят по следующему уравнению:

$$10 \cdot h_1 + 10 \cdot P_2 = 10 \cdot (E_2 + \varphi_2) \cdot t_2,$$

где P_2 – количество атмосферных осадков за t_2 времени, мм;

t_2 – период прекращения подачи воды в рисовый чек, т. е. период расхода воды, поданного при первоначальном затоплении, сут.

Пример: если $P_2 = 0,835$ мм, $E_2 = 3,28$ мм/сут., $\varphi_2 = 1,66$ мм/сут., период расхода воды в чеке (t_2) составляет:

$$t_2 = (10 \cdot h_1 + 10 \cdot P_2) / [10 \cdot (E_2 + \varphi_2)] = (10 \cdot 100 + 10 \cdot 0,835) : [10 \times (3,28 + 1,66)] = 5 \text{ сут.}$$

Третьим этапом является период от всходов до выметывания риса. При этом рисовое поле первоначально затопливают водой слоем в 12–15 см, затем уменьшают слой воды до 10–12 см. Водохозяйственный расчет рисового чека в этом этапе производят по следующему уравнению:

$$m_3 \cdot t_3 + 10 \cdot P_3 = 10 \cdot h_3 + 10 \cdot (E_3 + \tau_3 + \varphi_3) \cdot t_3,$$

где m_3 – суточный объем воды, подаваемый на 1 га посева за t_3 период, м³/га;

P_3 – количество атмосферных осадков, выпадаемых за этот же период, мм;

E_3 – расход воды на испарение, мм/сут.;

τ_3 – расход воды на транспирацию, мм/сут.;

φ_3 – расход воды на фильтрацию, мм/сут.;

h_3 – глубина затопления водой рисового чека в третьем этапе, мм;

t_3 – продолжительность времени для создания h_3 слоя воды в рисовом чеке, сут.

Если $P = 4,17$ мм, $h = 150$ мм, $E = 3,25$ мм/сут., $\tau_3 = 4,64$ мм/сут., $\varphi_3 = 1,66$ мм/сут. и $t_3 = 5$ сут., ежесуточный объем воды, подаваемый на 1 га посева за t_3 период (m_3) равен на следующее:

$$m_3 = [10 \cdot 150 + 10 \cdot (3,25 + 4,64 + 1,66) \cdot 5 - 10 \cdot 4,17] / 5 = 540 \text{ м}^3/\text{га.}$$

Четвертый этап. В этом этапе вода подается в чеки для обеспечения постоянного слоя воды (h_3).

Пятым этапом является период выметывания риса, где слой воды в чеке (h_4) уменьшают до 50 мм путем прекращения подачи воды. Водохозяйственный расчет рисового чека в этом этапе проводят по следующему уравнению:

$$10 \cdot h_4 - 10 \cdot h_5 + 10 \cdot P_5 = 10 \cdot (E_5 + \tau_5 + \varphi_5) \cdot t_5.$$

Если $h_5 = 50$ мм, $P_5 = 0$, $E_5 = 3,28$ мм/сут., $\tau_5 = 4,64$ мм / сут., $\varphi_5 = 1,66$ мм/сут., продолжительность уменьшения воды в чеке (t_5) составляет:

$$t_5 = (10 \cdot h_4 - 10 \cdot h_5 + 10 \cdot P_5) / [10 \cdot (E_5 + \tau_5 + \varphi_5)] = (10 \cdot 150 - 10 \cdot 50) / [10 \cdot (3,28 + 4,64 + 1,66)] = 5 \text{ сут.}$$

Шестой этап является периодом поддержания слоя воды в чеке, созданного в 5- этапе затопления (h_5). Водохозяйственный расчет в этом периоде проводят по следующей зависимости:

$$M_6 \cdot t_6 + 10 \cdot P_6 = 10 \cdot (E_6 + \tau_6 + \varphi_6) \cdot t_6.$$

Если $E_6 = 3,28$ мм/сут., $\tau_6 = 4,64$ мм/сут., $\varphi_6 = 1,66$ мм/сут., $t_6 = 22$ сут., $P_6 = 6$ мм, среднесуточный объем воды в рисовый чек будет составлять:

$$m_6 = [10 \cdot (E_6 + \tau_6 + \varphi_6) \cdot t_6 - 10 \cdot P_6] / t_6 = [10 \cdot (3,28 + 4,64 + 1,66) \cdot 22 - 10 \cdot 6] : 22 = 244 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Восьмой этап. В этом этапе слой воды в чеке (h_7) в течение 2–3 суток увеличивают до 70 мм. Водохозяйственный расчет в этом периоде проводят по следующей зависимости:

$$m_7 \cdot t_7 + 10 \cdot P_7 = 10 \cdot (E_7 + \tau_7 + \varphi_7) \cdot t_7 + 10 \cdot h_7.$$

$$\text{Отсюда } m_7 = [10 \cdot (E_7 + \tau_7 + \varphi_7) \cdot t_7 + 10 \cdot h_7 - 10 \cdot P_7] / t_7.$$

Если $E_7 = 3,28$ мм/сут., $\tau_7 = 4,64$ мм / сут., $\varphi_7 = 1,66$ мм / сут.,
 $P_7 = 2$ мм, $h_7 = 70$ мм, $t_7 = 3$ сут., то

$$m_7 = [10 \cdot (3,28 + 4,64 + 1,66) \cdot 3 + 10 \cdot 70 - 10 \cdot 2] / 3 = 471 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Таким образом в этом периоде необходимо подавать в рисовый чек ежесуточно $471 \text{ м}^3/\text{га}$ воды, а в течение 3-х суток всего $1413 \text{ м}^3/\text{га}$.

Восьмой этап. В этом этапе поддерживают слой воды в рисовом чеке, созданного за t_7 времени (h_7). Водохозяйственный расчет в этом периоде проводят по следующей зависимости:

$$m_8 \cdot t_8 + 10 \cdot P_8 = 10 \cdot (E_8 + \tau_8 + \varphi_8) \cdot t_8.$$

Отсюда
$$m_8 = [10 \cdot (E_8 + \tau_8 + \varphi_8) \cdot t_8 - 10 \cdot P_8] / t_8.$$

Если $E_8 = 3,28$ мм/сут., $\tau_8 = 4,64$ мм/сут., $\varphi_8 = 1,66$ мм/сут., $P_8 = 1,46$ мм, $t_8 = 68$ сут., необходимое количество воды, подаваемое на 1 га рисового чека в этом периоде будет составлять:

$$m_8 = [10 \cdot (3,28 + 4,64 + 1,66) \cdot 68 - 10 \cdot 1,46] / 68 = 244 \text{ м}^3/\text{га}.$$

В конце восьмого этапа (в период восковой спелости зерна) прекращают подачи воды в чеки. Вода в чеке будет расходоваться на фильтрацию в почву, на испарение и на транспирацию растениями и в результате этого в течение 10–15 суток высушивается.

В целом (M) складывается от количества воды, поданного в рисовый чек по этапам ее развития:

$$M = m_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot t_2 + m_3 \cdot t_3 + m_4 \cdot t_4 + m_5 \cdot t_5 + m_6 \cdot t_6 + m_7 \cdot t_7 + m_8 \cdot t_8.$$

В нашем примере фактическая оросительная норма риса составляет $31\,854 \text{ м}^3/\text{га}$.

Вопросы для самоконтроля:

- 1. Что понимаете под оросительной нормой риса и как ее определяют?*
- 2. Как определяется общая водопотребность риса?*
- 3. Потери воды на вертикальную и горизонтальную фильтрацию на рисовом поле.*
- 4. Методика расчета нормы полива для первоначального затопления рисовых полей?*
- 5. Методика расчета общей нормы полива риса.*
- 6. Какие основные этапы (периоды) роста и развития риса различают по отношению в воде?*
- 6. Методика расчета норм поливов по основным этапам роста и развития риса?*

11. УСТАНОВЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИКИ ПОЛИВА ПО БОРОЗДАМ

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории; Стенды, иллюстрирующие поверхностный способ полива сельскохозяйственных культур; Наглядные пособия по элементам техники бороздового полива.

Объекты изучения: Методика установления элементов техники бороздового полива (длина борозды, размер бороздовой струи, продолжительность подачи воды).

Порядок выполнения работы: Расчет оптимальных элементов техники бороздового полива (длина борозды, размер бороздовой струи, продолжительность подачи воды; Определение количества временных оросителей на орошаемой карте и борозд, обслуживаемой в пределах одного временного оросителя; Определение продолжительности полива на подкомандной территории одного временного оросителя.

В практике орошаемого земледелия широко применяется поверхностный полив по бороздам, напуском по полосам и затопление чеков. Конфигурация и размеры орошаемого участка имеет большое значение для возделывания сельскохозяйственных культур и проведения поливов. Выбор оптимальной

площади и конфигурацию орошаемого участка производится в зависимости от уклона местности, расположения в плане проводящей части оросительной сети, почвенных, хозяйственных и других условий. Для более эффективного и производительного использования сельскохозяйственной техники и поливной воды, земли и минеральных удобрений длина участка должна быть в пределах от 400 м до 1200 м, а их ширина 400–500 м.

Для распределения поливной воды на орошаемой участке применяют временные оросители. Временными оросителями являются окарыки, выводные и поливные борозды и полосы. Временные оросители на орошаемой участке размещают в продольной или поперечной схемах. При продольной схеме размещения временных оросителей поливные борозды нарезают параллельно ко временному оросителю (рис. 2а), а при поперечной схеме – перпендикулярно (рис. 2б). При продольной схеме размещения временной оросительной сети на участке длина участка должна быть максимум 1200 м, а при поперечной схеме размещения – до 800 м. При малых уклонах местности ($i < 0,002$) используется продольная и при больших уклонах ($i > 0,008$) поперечная схема, а на землях со средними уклонами ($i = 0,002–0,008$) – та или иная схема размещения временных оросителей. Считается целесообразным использование закрытых оросительных сетей при различных схемах размещения.

Расстояние между временными оросителями при продольной схеме их размещения составляет 70–200 м, а расход воды в них 40–60 л/сек. (при этом в каждую выводную борозду распределяют по 15–20 л/сек.), а при применении поперечной схемы – 40 л/сек.

Качества полива сельскохозяйственных культур (равномерность распределения поливной воды по участку и увлажнения расчетного (активного) слоя почвы, снижение непроизводительных потерь воды, повышение производительности труда при поливе и др.) в основном зависит от правильного выбора элементов техники полива и их внедрения.

Элементами техники бороздового полива являются длина борозды (l_6), продолжительность подачи воды в борозду (t_6), размер бороздовой струи (q_6), материалы армирования борозд,

ширина междурядий (a), общая глубина борозды (H) и др. Неправильный выбор и применение элементов техники бороздового полива приводят к переувлажнению или недостаточному и неравномерному увлажнению почвы. Увеличение расхода воды борозды может вызвать водную эрозию почвы, т.е. смыв почвы и удобрений, снизить коэффициент использования воды за счет большого сброса воды. При малом расходе бороздовой струи и длинной борозде наблюдается переувлажнение почвы и потери воды на фильтрацию в головной части борозды и недостаточное увлажнение – в концевой части. И поэтому при применении бороздового полива следует особое внимание уделить на выбор оптимальных его элементов техники с учетом почвенных условий, ее водопроницаемостью и уклона местности.

Оптимальные размеры бороздовой струи (q_6), ширины междурядий (a) и длины борозды (l_6) с учетом уклона местности по направлению борозд и водопроницаемости почвы можно выбрать согласно рекомендациям Н.Т. Лактаева (табл. 21 и 22).

Для конкретных условий оптимальную длину борозды (l_6 , м) можно определить по следующей формуле:

$$l_6 = 3600 \cdot (q_6 \cdot t_6 / m \cdot a),$$

где 3600 – число секунд в час;

q_6 – расход воды в борозду, т. е. размер бороздовой струи, л/сек.;

t_6 – продолжительность подачи воды в борозду, час.;

m – поливная норма, м³/га;

a – ширина междурядий, м.

Предельную длину борозды (l_{lim} , м) устанавливают из условия добегания воды до конца борозды (t_1) и впитывания предельного расхода поливной струи ($k_{\text{вп}}$):

$$l_{\text{lim}} = q_{\text{lim}} / (X_0 \cdot \mu \cdot k_{\text{вп}}),$$

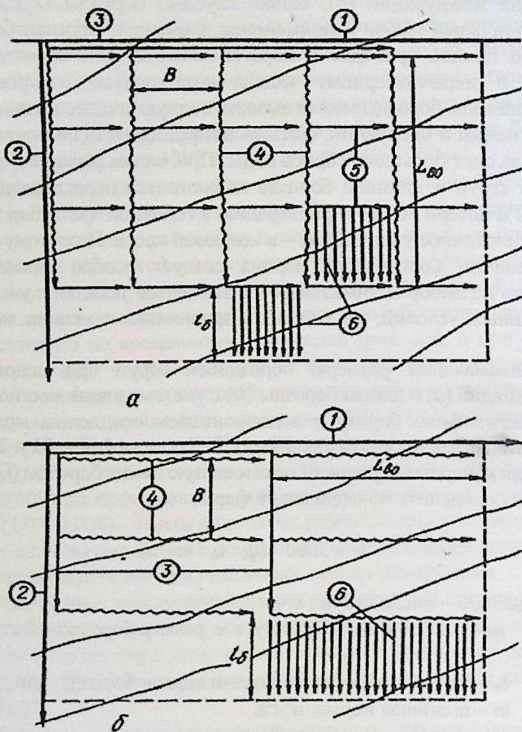


Рис. 1. Схемы расположения временной оросительной сети на орошаемой карте:

a – продольная и *b* – поперечная.

1 – межхозяйственный распределитель; 2 – внутрихозяйственный распределитель; 3 – участковый распределитель; 4 – временный ороситель; 5 – выводная борозда; 6 – поливная борозда.

Рекомендуемые сочетания элементов техники полива по бороздам для типовых условий при постоянном расходе
(по Лактаеву Н.Т.)

Водопроницаемость почвы	Показатели	Уклон вдоль поливных борозд, обычно совпадающий с наибольшим уклоном местности				
		0,04	0,01	0,005	0,00175	0,0005
Сильная – супеси и легкие супеси, подстилаемые галечником с глубины примерно 1 м	l_6	40	105	180	200	150
	q_6	0,1	0,5	0,75	1,5	1
	t_1	5,5	1,3	3,0	1,25	1,8
	t_2	2,5	1,9	0,5	0,75	0,2
	$t_{общ}$	8	3,2	3,5	2	2
Повышенная – легкие, мощные суглинки	l_6	75	130	250	300	250
	q_6	0,1	0,25	0,75	1	0,75
	t_1	7,8	4,6	2,8	3,1	4,6
	t_2	14	9,4	5,9	5,2	5,8
	$t_{общ}$	6,2	4,8	3,1	2,1	1,2
Средняя – средние суглинки	l_6	100	175	300	300	350
	q_6	0,1	0,25	0,5	0,5	0,5
	t_1	6	5	5,2	6	10
	t_2	17	11	7,8	6,5	4
	$t_{общ}$	23	16	13	12,5	14
Пониженная – тяжелые суглинки	l_6	150	200	325	400	600
	q_6	0,1	0,1	0,25	0,25	0,5
	t_1	9	18	19	20	13
	t_2	32,5	29	26	17	8
	$t_{общ}$	41,5	47	36	37	21
Слабая – глины, суглинки, подстилаемые непроницаемыми прослойками	l_6	125	150	250	300	600
	q_6	0,05	0,05	0,1	0,1	0,25
	t_1	14	20	20	34	35
	t_2	76	67,5	55	41	20
	$t_{общ}$	90	87,5	75	75	55

Примечание: l_6 – длина борозды, м; q_6 – размер бороздовой струи, л/сек.; t_1 и t_2 – продолжительность полива при переменной бороздовой струе q_1 и q_2 , час.; $t_{общ}$ – общая продолжительность полива, час.

Таблица 22

Рекомендуемые элементы техники полива по бороздам при переменном размере бороздовой струи (по Лактаеву Н.Т.)

Водопроницаемость почвы	Показатели	Уклон вдоль поливных борозд, обычно совпадающий с наибольшим уклоном местности				
		0,004	0,01	0,005	0,00175	0,0005
Сильная – супеси и легкие супеси, подстилаемые галечником с глубины примерно 1 м	l_0	40	105	200	250	–
	q_1/q_2	0,1/0,05	0,5/0,25	1/0,5	2/1	–
	t_1	5,5	1,3	1,7	1,1	–
	t_2	2,5	1,9	1,3	0,8	–
	$t_{общ}$	8	3,2	3	1,9	–
Повышенная – легкие, мощные суглинки	l_0	75	130	300	350	–
	q_1/q_2	0,1/0,05	0,25/0,125	1/0,5	1,5/0,75	–
	t_1	7,8	4,6	2,4	1,8	–
	t_2	6,2	4,8	3,1	3,2	–
	$t_{общ}$	14	9,4	5,5	5,0	–
Средняя – средние суглинки	l_0	100	175	350	350	400
	q_1/q_2	0,1/0,05	0,25/0,125	0,75/0,375	0,75/0,375	0,75/0,375
	t_1	6	5	3,8	4,5	0,5
	t_2	17	11	7,2	7	3,5
	$t_{общ}$	23	16	11	11,5	11
Пониженная – тяжелые суглинки	l_0	100	200	400	400	600
	q_2	0,05/0,25	0,1/0,05	0,05/0,25	0,5/0,25	0,75/0,375
	t_1	12	18	6,5	7,5	10,9
	t_2	37	29	18,5	15,5	8,1
	$t_{общ}$	49	47	25	23	19
Слабая – глины, суглинки, подстилаемые непроницаемыми прослойками	l_0	125	250	350	450	700
	q_1/q_2	0,01/0,025	0,1/0,05	0,25/0,0125	0,25/0,125	0,5/0,25
	t_1	14	18	10	18	18
	t_2	86	67	40	41	26
	$t_{общ}$	100	85	50	59	44

Примечание: l_0 – длина борозды, м; q_1 и q_2 – размер переменной бороздовой струи, л/сек.; t_1 и t_2 – продолжительность полива при переменной бороздовой струе q_1 и q_2 , час.; $t_{общ}$ – общая продолжительность полива, час.

где X_0 – смоченный периметр в головной части борозды (может быть принят равным $0,1 \cdot q_{\text{лим}}^{1/2} \cdot i_6^{1/6}$), м;

μ – коэффициент, учитывающий снижения периметра увлажнения по длине борозды (0,75–0,85);

$k_{\text{вл}}$ – коэффициент установившейся скорости впитывания, мм/сек.

Размер бороздовой струи (q_6 , л/сек.) определяют по следующей формуле:

$$q_6 = 1,28 \cdot h \cdot \sqrt{i},$$

где 1,28 – постоянное число;

i – уклон дна борозды;

h – возможная глубина воды в борозду, см:

$$h = 0,6 \cdot H - 2\Delta,$$

где 0,6 – ширина междурядий, м;

H – глубина борозды от поверхности гребня до дна, см;

Δ – точность планировки поверхности поля (показывает, какое возможно отклонение фактической отметки поверхности поля от проектной).

Качества планировки орошаемых полей является обязательным условием эффективного и производительного использования поливной воды. Допустимое отклонение планировки орошаемых земель не должна превышать $\pm 2-3$ см от проектной поверхности. Допустимая глубина воды в борозде в зависимости от степеней планировки полей бывает разными (табл. 23).

Максимальный расход воды в борозды ($q_{\text{лим}}$, л/сек.) зависит в основном от водопроницаемости почвы. При малых уклонах дна борозды меньше 0,003 максимальный расход воды в борозды можно определить и по предложенной формуле С. М. Кривовязом:

$$q_{\text{lim}} = 1,28 \cdot \sqrt{i_6} \cdot (0,6 \cdot d_6 - 2\Delta)^2,$$

Таблица 23

Допустимая глубина воды в борозде в зависимости от степеней планировки полей
(по Рыжову С.Н.)

Ширина междурядий, м	Общая глубина борозды, см	Допустимая глубина воды в борозде в зависимости от степени планировки полей, см		
		±3 см	±4 см	±5 см
80	18	8	7	6
90	27	7	12	11

где i_6 – уклон дна борозды;
 d_6 – глубина борозды, см;
 Δ – точность планировки поля, см.

Для почв различной сопротивляемости размыву предельный расход воды в борозду (q_{lim}) определяют по следующей формуле:

$$q_{\text{lim}} = q_{\text{умсн.}} / i_6,$$

где q_{lim} – предельный расход, равный 0,004 л/сек. для почв средней и слабой сопротивляемости размыву и 0,005 л/сек. для почв повышенной сопротивляемости размыву); $q_{\text{умсн.}}$ – уменьшенный расход воды в борозду, л/сек.; i_6 – уклон дна борозды.

Задача 1. Определить допустимый размер бороздовой струи при следующих данных: ширина междурядий хлопчатника 60 см, продольный уклон поля 0,001 и отклонение точности планировки от проектной поверхности составляет ±3 см.

Решение. Из данных, приведенных в табл. 25 видно, что допустимая глубина воды должна быть 8 см.

Значит:

$$q_6 = 1,28 \cdot h \cdot \sqrt{i} = 1,28 \cdot 8 \cdot \sqrt{0,001} = 1,28 \cdot 8 \cdot 0,0316 = 0,32 \text{ л/сек.}$$

Расход подаваемой воды в борозду (q_6) можно определить по расходу воды временного оросителя ($Q_{\text{вр}}^{\text{ит}}$, л/сек.) и числу одновременно работающих борозд (n_6):

$$q_6 = Q_{\text{вр}}^{\text{ит}} / n_6, \text{ л/сек.}$$

Задача 2. Определить размер бороздовой струи при следующих данных: расход воды временного оросителя составляет 38 л/сек. и количество одновременно работающих борозд 90.

Решение: $q_6 = Q_{\text{вр}}^{\text{ит}} / n_6 = 38 / 90 = 0,42 \text{ л/сек.}$

Здесь следует обратить внимание на то, что значение q_6 должна соответствовать данным, приведенных в табл. 24.

Продолжительность подачи воды в борозды (t_6) зависит от поливной нормы (m), длины борозды (l_6), ширины междурядий (a) и размера бороздовой струи (q_6) и ее рассчитывают по следующей формуле:

$$t_6 = (0,0001 \cdot m \cdot l_6 \cdot a) / (3600 \cdot q_6), \text{ час.}$$

Количество борозд, управляемых по одному временному оросителю можно определить по следующей формуле:

$$n_6 = B_{\text{вр}} / a,$$

где $B_{\text{вр}}$ – длина временного оросителя, м;
 a – ширина междурядий, м.

В условиях применения продольной схемы размещения временных оросителей на орошаемой участке длину выводных

борозд или расстояние между временными оросителями ($B_{во}$) определяют разделением ширины орошаемого поля ($B_{поля}$) на количество продольных временных оросителей ($n_{во}$):

$$B_{во} = B_{поля} / n_{во}, \text{ м.}$$

С целью сокращения объемов земляных работ не рекомендуется длину временного оросителя принимать меньше 70 м.

Задача 3. Определить длину временного оросителя и количество поливных борозд при следующих данных: ширина поливного участка ($B_{поля}$) 288 м, а ширина междурядий 90 см.

Решение. Длина временного оросителя составляет:

$$B_{во} = B_{поля} / n_{во} = 288 : 3 = 96 \text{ м.}$$

Таким образом, по ширине поля нарезают 3 временного оросителя с длиной 96 м.

Количество одновременно работающих борозд в пределах одного временного оросителя равен на

$$N_{б} = B_{во} / a = 96 : 0,9 = 106.$$

Продолжительность полива обслуживаемой площади одним временным оросителем не должна превышать 2 суток, т.е.:

$$t_{во} = W_{во} \cdot m / 86,4 \cdot Q_{во}^{нт} \leq 48 \text{ час.},$$

где $W_{во}$ – площадь, орошаемая из одного временного оросителя, га;

m – максимальная поливная норма ведущей культуры, м³/га;

$Q_{во}^{нт}$ – расход временного оросителя, л/сек.

Расход временного оросителя при продольной схеме их размещения на поливной участке должен быть ≤ 60 л/сек. и при поперечной схеме ≤ 40 л/сек.

Задача 4. Определить оптимальный расход воды временного оросителя, продолжительность и такт полива при следующих данных: длина поливного участка составляет 480 м, ширина – 240 м, поливная норма для хлопчатника 1000 м³/га, ширина междурядий 90 см, оптимальный расход воды в борозду 0,75 л/сек. Продолжительность полива не должна превышать 2 суток.

Решение. Общая площадь орошаемого участка определяют следующим образом:

$$W_{\text{во}} = 480 \cdot 270 = 115\,200 \text{ м}^2 = 11,52 \text{ га.}$$

Потребный расход воды временного оросителя с учетом завершения полива в течение 2 суток ($t_{\text{во}}$) определяют следующим образом:

$$Q_{\text{во}}^{\text{пт}} = W_{\text{во}} \cdot m / 86,4 \cdot t_{\text{во}} = 11,52 \cdot 1000 / 86,4 \cdot 2 = 66,7 \text{ л/сек.}$$

Количество одновременно работающих поливных борозд (n'_6) с учетом размера бороздовой струи (q_6), равной на 0,75 л/сек., составляет:

$$n'_6 = Q_{\text{во}}^{\text{пт}} / q_6 = 66,7 : 0,75 = 89 \text{ борозд.}$$

Если по ширине орошаемого участка устроен один временный ороситель, т.е. $B_{\text{поле}} = B_{\text{во}}$, то в разрезе данного оросителя можно нарезать

$$n_6 = B_{\text{во}} / a = 240 / 0,9 = 266 \text{ шт. борозд.}$$

Учитывая то, что при расходе воды временного оросителя (66,7 л/сек) одновременно работают 89 борозды, такт полива на данной участке будет составлять:

$$\tau = n_6 / n'_6 = 266 : 89 = 3.$$

Продолжительность подачи воды по временной оросительной сети составляет:

$$t_{\text{во}} = W_{\text{во}} \cdot m / 86,4 \cdot Q_{\text{во}}^{\text{нр}} = 11,52 \cdot 1\,000 / 86,4 \cdot 66,7 = 11\,520 : 5\,762,9 = 2 \text{ суток.}$$

Задание. Определить потребный объем воды ($Q_{\text{во}}^{\text{нр}}$) в л/сек., количество одновременно работающих борозд (n'_6) и продолжительность полива ($t_{\text{во}}$) при следующих данных: ширина и длина хлопкового поля составляет соответственно 150 м и 400 м, поливная норма 900 м³/га, размер бороздовой струи 0,60 л/сек. и ширина междурядий 90 см. Продолжительность полива не должна превышать 2 суток.

Вопросы для самоконтроля:

1. Укажите элементов техники бороздового полива.
2. Укажите рекомендованные элементы техники бороздового полива для различных почвенно-гидрогеологических условий.
3. Какая оптимальная длина поливных борозд (l_6) в различных почвенно-гидрогеологических условиях?
4. Укажите оптимальную продолжительность подачи воды в борозду (t_6) по бороздам в различных почвенно-гидрогеологических условиях?
5. Как определяют оптимальный размер бороздовой струи (q_6) в различных почвенно-гидрогеологических условиях?
6. Укажите оптимальную ширину (a) и глубину борозд (H) для хлопчатника в различных почвенно-гидрогеологических условиях?

12. РАСЧЕТ НОРМЫ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПОЛИВА НАПУСКОМ ПО ПОЛОСАМ

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории; Стенды, иллюстрирующие техники полива напуском по полосам; Наглядные пособия по элементам техники полива напуском по полосам.

Объекты изучения: Методика расчета элементов техники полива напуском по полосам (ширину и длину полос, размер и продолжительность подачи воды) культур сплошного посева.

Порядок выполнения работы: Элементы техники полива напуском по полосам (ширина и длина полос, размер и продолжительность подачи воды); Методика расчета элементов техники полива напуском по полосам; методика определения числа, ширину и длину полос, организуемых на орошаемой карте; Методика расчета расхода и продолжительности подачи воды в полосу.

Полив напуском по полосам применяется для орошении культур узкорядного посева посева (зерновых колосовых, зернобобовых и трав), а также для осуществления предпосевного и влагозарядкового поливов. При поливе напуском по полосам производительность труда поливальщика намного выше по сравнению с поливом по бороздам.

Полосы утраивают специальными полосоделателями. Высота валиков, ограничивающих полосы, должна быть 15–20 см. При больших поперечных уклонах поля высота валиков повышается до 25 см. Ширина валиков в основании при этом получается 40–60 см.

После устройства полос перпендикулярно им канавокопателью нарезают оросители при поперечной схеме или выводные борозды при продольной схеме расположения временной оросительной сети. В последнем случае поперек выводных борозд нарезают временные оросители.

Качества полива напуском по полосам зависят в основном от длины и ширины полос, удельного расхода воды в полосы и продолжительности полива. Эти показатели зависят от планировки поверхности поля, водопроницаемости почвы и уклона орошаемого участка (табл. 24).

На полях с одинаковыми уклонами длина полос и удельный расход воды зависят от водопроницаемости почв. Чем меньше водопроницаемость, тем больше длина полос и меньше удельный расход воды. При значительном расходе и малой водопроницаемости почв и малых уклонах поля расход на полосу

следует уменьшить в 2 раза, когда вода пройдет $\frac{3}{4}$ длины, или совсем прекратить подачу воды с таким расчетом, чтобы стекающая вода впитывалась полностью в нижней части полосы.

Если орошаемые участки неровные, длину полос необходимо принимать в 2–3 раза меньше, чем она рекомендована. При уклонах менее 0,002 длину полос можно принимать до 300–400 м при хорошей планировке и повышении удельного расхода воды до 20–25 л/сек.

При поливе напуском по полосам желательно, чтобы поперечный уклон не превышал 0,002, а продольный 0,004. С увеличением уклона уменьшается расход воды, подаваемой на полосу, в связи чем ухудшается равномерность покрытия полосы водой и усиливается опасность эрозии почвы.

Ширина полосы зависит от планировки поля в поперечном к поливу направлении. При малых поперечных уклонах ширину полосы принимают кратной ширине захвата тракторной сеялки 3,6, 7,2 м и больше. Если поперечный уклон сильно выражен, ширину полос или уменьшают до 1,8 м, или увеличивают до 10 м и более, применяя комбинированный способ полива.

Таблица 24

Рекомендуемая длина полос и удельные расходы оросительной воды в зависимости от уклона и водопроницаемости почвы

Скорость впитывания воды в почву (дм/мин.)	Уклон орошаемого участка	Длина полосы, м	Величина поливной струи, л/сек.
Слабая (менее 0,015)	0,002–0,004	250–300	8–6
	0,004–0,007	300–350	6–5
	0,007–0,010	350–400	5–4
Средняя (от 0,015 до 0,03)	0,002–0,004	200–250	10–8
	0,004–0,007	250–300	8–6
	0,007–0,010	300–350	6–4
Высокая (свыше 0,003)	0,002–0,004	150–200	12–10
	0,004–0,007	200–250	10–8
	0,007–0,010	250–300	8–6

Толщина слоя воды, подаваемого в полосы обычно составляет 3–10 см. При затоплении 80–90 % площадей полосы прекращают подачу воды.

Чтобы обеспечить равномерное распределение воды в полосе скорость течения воды в ней не должна превышать 10–20 см/сек.

Поливную норму (нетто) при поливе напуском по полосам определяют по следующей формуле, предложенной А.Н. Костяковым (1951):

$$m = K_{\text{cp}} \cdot t,$$

где m – поливная норма, см;

K_{cp} – средняя скорость впитывания воды в почву, м/час.;

t – продолжительность подачи воды в полосы, час.

Средняя скорость впитывания воды в почву определяют по следующей формуле, предложенной А. Н. Костяковым (1951):

$$K_{\text{cp}} = K_0 / (1 - \alpha); \quad K_0 = K_1 / (1 - \alpha),$$

где K_0 – коэффициент, означающий воднофизические свойства почвы:

$$\alpha = 0,3 - 0,8. \quad (\alpha_{\text{cp}} = 0,5);$$

K_1 – скорость впитывания воды в почву за первый час подачи воды в полосу (в почвах с высокой 0,12–0,08 м/час, со средней водородицаемостью – 0,08–0,04 и со слабой водородицаемостью 0,01–0,04 м/час).

Продолжительность полива напуском по полосам определяем по следующей формуле:

$$t = m / K_{\text{cp}} = (m / K_0)^{1/(1-\alpha)}.$$

Задача 1. Определить слой воды в поливной полосе, создаваемого за 4,5 ч. при следующих данных: водородицаемость

почвы за 1 час подачи воды (K_1) составляет 0,06, а показатель, характеризующий водно-физические свойства почвы ($\alpha_{\text{ср}}$) 0,5.

Решение. Сначала определяем K_0 за первый час полива:

$$K_0 = K_1 / (1 - \alpha) = 0,06 / (1 - 0,5) = 0,06 / 0,5 = 0,012 \text{ м/час.}$$

Средняя скорость впитывания воды в почву ($K_{\text{ср}}$) равна:

$$K_{\text{ср}} = K_0 / (1 - \alpha) = 0,012 / (1 - 0,5) = 0,012 / 0,5 = 0,024 \text{ м/час.}$$

На основании этих данных определяем норму полива:

$$m = K_{\text{ср}} \cdot t = 0,024 \cdot 4,5 = 0,108 \text{ м} = 10,8 \text{ см.}$$

Так как 1 см слой воды в гектаре составляет $100 \text{ м}^3/\text{га}$, в поливные полосы следует подавать $10,8 \cdot 100 = 1080 \text{ м}^3/\text{га}$ воды.

Задача 2. Определить продолжительность подачи воды в полосы для создания в ней слоя воды толщиной 8,5 см при средней скорости впитывания воды в почву ($K_{\text{ср}}$) 0,018 м/час.

Решение. Если учесть, что слой воды 8,5 см равен на 0,085 м, то продолжительность подачи воды в полосу составляет:

$$t = m / K_{\text{ср}} = 0,085 / 0,018 = 4,7 \text{ час.}$$

Задание. Определить объем воды, подаваемой в поливные полосы за 3,8 час. на почвах с высокой водопроницаемостью ($K_1 = 0,12 - 0,08 \text{ м/час.}$ и $\alpha_{\text{ср}} = 0,3$).

Вопросы для самоконтроля:

1. При возделывании каких культур применяется полив напуском по полосам?

2. Укажите рекомендованные ширину, длину и расхода воды при поливе напуском по полосам.

3. Как определяется среднюю скорость впитывания воды в почву при поливе напуском по полосам?

4. Как определяется элементы техники (ширина и длина полос, размер и продолжительность подачи воды в полосу) при поливе напуском по полосам?

5. Как определяется норма полива при поливе напуском по полосам?

6. Как определяется продолжительность подачи воды в полосу?

13. РАСЧЕТ ТРАНСПОРТИРУЮЩИХ И РАСПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОЛИВНОЙ ВОДЫ ГИБКИХ ШЛАНГОВ

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории; Прогрессивные технические средства, применяемые при транспортировке и распределении поливной воды в борозды; Образцы средств распределения воды в борозды и наглядные пособия.

Объекты изучения: Технические оборудования, применяемые для транспортировки поливной воды и распределения их в поливные борозды; Гибкие поливные шланги; Методика определения потребностей хозяйства к поливным шлангам; Расчет расхода воды; Определение дневной площади обслуживания и количества одновременно работающих поливных шлангов.

Порядок выполнения работы: Способы распределения воды в борозды; Прогрессивные технические средства транспортировки и распределения поливной воды и их критическая оценка; Преимущество распределения воды в борозды гибкими поливными шлангами; Коэффициент земельного использования при применении гибких поливных шлангов; Потребность хозяйства к гибким поливным шлангам; Расчетные расходы транспортирующего и поливного трубопроводов с учетом погрешности техники; Суточная площадь полива с применением гибких поливных шлангов; Методика определения одновременно работающих поливных шлангов.

Самым распространенным способом полива сельскохозяйственных культур в республике является поверхностный полив.

При котором основная доля труда поливальщика падает на распределение воды в поливные борозды. Данный способ полива имеет следующие недостатки: сравнительно низкий коэффициент использования воды (КИВ), качества полива и др. Производительность труда поливальщика зависит от числа включенных им в работу поливных борозд. Выводная борозда не обеспечивает большого фронта распределения воды и точной дозировки в поливные борозды.

В настоящее время для полива пропашных культур все шире вместо временных оросителей и выводных борозд применяют гибкие и жесткие переносные трубопроводы. Это позволяет механизировать распределения воды в поливные борозды независимо от рельефа полей при значительном увеличении фронта распределения воды по бороздам. Этот способ распределения воды имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с обычным поверхностным распределением воды, т. е. поливальщику позволяет включать в работу одновременно большее число борозд или полос и вести полив в широком фронте. Использование гибких и жестких поливных трубопроводов для распределения воды по бороздам и полосам также позволяет отказаться от необходимости нарезки выводных борозд, а в отдельных случаях и временных оросителей.

Гибкие трубопроводы изготавливают из хлопчатобумажной ткани, пропитанной битумным составом, полиэтилена или капрона (КОП-200, поливные агрегаты ППА-300, ППА-165У). Применение гибких шлангов позволяют равномерно распределять поливной воды по бороздам, повышения коэффициента использования земель на 6-7 %. Каждый поливной агрегат обслуживает 80-100 га посевов за оросительный сезон.

При определении потребностей хозяйства транспортирующим поливным шлангам учитывают их пропускную способность, диаметр, уклон поля и др. Общая потребность севооборотного участка в оросительную воду определяют по следующей формуле:

$$Q_{\text{сев}} = \alpha \cdot W_{\text{сев}} \cdot q,$$

где $Q_{\text{сев}}$ — расход воды нетто севооборотного участка, л/сек.;

α – эксплуатационный показатель (погрешность техники полива) ($\alpha = 1,15-1,30$);

$W_{\text{сев}}$ – площадь севооборотного участка, га;

q – расчетная ордината гидромодуля, л/сек. · га.

Расчетный расход транспортирующего трубопровода ($Q_{\text{тр}}$) определяется по следующей формуле:

$$Q_{\text{тр}} = \alpha \cdot w_{\text{сут}} \cdot m_{\text{max}} / 86,4 \cdot t, \text{ л/сек,}$$

где $w_{\text{сут}}$ – суточная площадь полива, га:

$$w_{\text{сут}} = W / t,$$

где W – площадь полива ведущей культуры в севообороте, га;

t – продолжительность полива ведущей культуры, сут.;

m_{max} – максимальная поливная норма ведущей культуры, м³/га.

Суточная площадь полива уточняется с учетом погрешности техники полива по следующей формуле:

$$w_{\text{сут}} = Q_{\text{тр}} \cdot 86,4 / \alpha \cdot m_{\text{max}}, \text{ га.}$$

Расход воды транспортирующего шланга должен обеспечить проведения полива на площади, равной производительности пропашного трактора в смену. Если суточная площадь полива получилась равной производительности трактора при культивации, то расчетный расход транспортирующего трубопровода ($Q_{\text{тр}}$) определен правильно.

Число одновременно работающих транспортирующих трубопроводов (n) определяется по показателям общей потребности севооборотного участка в воде ($Q_{\text{сев}}$) и расхода транспортирующего трубопровода ($Q_{\text{тр}}$):

$$n = Q_{\text{сев}} / Q_{\text{тр}}, \text{ шт.}$$

Расход воды распределяющего (поливного) трубопровода ($Q_{\text{пол.}}$) при поливе пропашных культур определяют по следующей формуле:

$$Q_{\text{пол.}} = (l_{\text{пол.}} / a) \cdot q_6, \text{ л/сек.},$$

где $l_{\text{пол.}}$ – длина поливного трубопровода, м;
 a – ширина междурядий (расстояния между бороздами), м;
 q_6 – средняя величина расхода воды в борозде, м³/сек.

Число одновременно работающих поливных трубопроводов (N) на транспортирующем трубопроводе (N) определяется по следующей формуле:

$$N = Q_{\text{тр}} / Q_{\text{пол.}}, \text{ шт.},$$

где $Q_{\text{тр}}$ – расход воды транспортирующего трубопровода, л/сек.;

$Q_{\text{пол.}}$ – расход воды поливного трубопровода, л/сек.

Необходимый диаметр поливного трубопровода (d , м) определяется по следующей формуле:

$$d = 1,13 \cdot \sqrt{Q_{\text{пол.}} / v_{\text{доп}}},$$

где $v_{\text{доп}}$ – допустимая скорость воды в поливном трубопроводе при мутности $\rho = 0$ (при длине шланга 150 м 1 м/сек., 200 м – 1,5 м/сек. При мутности воды 1–1,5 г/л $v_{\text{max}} = 2$ м/сек.)

Допустимая скорость ($v_{\text{доп}}$) при средней (расчетной) поливной струе принимается меньше максимальной скорости во столько раз, во сколько средняя поливная струя меньше максимальной.

Задача 1. Поливной трубопровод изготовлен из полиэтилена. Длина шланга 200 м, расход воды в борозды – переменная (изменяется от 0,1 до 0,2 л/сек.), ширина междурядий 0,60 м. $q_6 =$

0,20 л/сек. Полив производится в каждую борозду; поливная вода мутная, температура 20 °С. Следует определить необходимый диаметр трубопровода, обеспечивающего нужного количества воды для осуществления полива по каждому бороздам.

Решение. Размер бороздовой струи составляет $q_6 = 0,20$ л/сек. или $0,0002 \text{ м}^3/\text{сек.}$ Расход воды в головной части распределяющего шланга определяют по следующему уравнению:

$$Q_{\text{пол.}} = (l_{\text{пол.}} / a) \cdot q_6 = (200 / 0,6) \cdot 0,0002 = 0,070 \text{ м}^3/\text{сек.} = 70 \text{ л/сек.}$$

Требуемый диаметр шланга, способного пропускать 70 л воды в секунду определяют с учетом допустимой скорости течения воды ($v_{\text{доп.}} = 1,5 \text{ м/сек.}$) по следующему уравнению:

$$d = 1,13 \cdot \sqrt{Q_{\text{пол.}} / v_{\text{доп.}}} = 1,13 \cdot \sqrt{0,070/1,5} = 1,13 \cdot 0,216 = 0,244 \text{ м} = 244 \text{ мм.}$$

Принимаем ближайший больший стандартный диаметр шланга, равный 250 мм.

Таким образом, необходимый диаметр шланга, способного пропускать 70 л воды в секунду равен на 250 мм.

Для обеспечения оптимальной скорости движения воды в поливном шланге следует обеспечить требуемый уклон по его длине (i), который определяется по следующей формуле:

$$i = v_1^2 / 2 \cdot d \cdot \sqrt{(\lambda/3 \cdot d - \alpha_0/l)},$$

где λ – коэффициент сопротивления трения по длине;

d и l – диаметр и длина шланга, м;

α_0 – поправочный коэффициент (корректив) на скоростного напора (равный 1);

v_1 – скорость движения воды в первом (начальном) сечении шланга, м/сек.

V_1 определяется по формуле

$$V_1 = Q_{\text{пол}} / 0,785 \cdot d^2.$$

Коэффициент $\lambda_{\text{гл}}$ для технически гладких труб определяют по формуле Ф.А. Шевелева:

$$\lambda_{\text{гл}} = 0,25 / R_e^{0,226},$$

где R_e – число Рейнольдса:

$$R_e = v_{\text{ср}} \cdot d / \gamma,$$

где γ – коэффициент кинематической вязкости воды;
 $v_{\text{ср}}$ – скорость движения воды в среднем сечении трубопровода определяют по следующей формуле:

$$v_{\text{ср}} = v_1 / 2, \text{ м/сек.}$$

где v – кинематический коэффициент вязкости.

Задание 2. Определить оптимальный уклон поливного трубопровода при следующих данных: расход воды в начальной части шланга ($Q_{\text{ст}}$) 0,050 м³/сек., диаметр шланга (d) 0,25 м и коэффициент кинематической вязкости (γ) 0,000 001.

Решение. 1. В первую очередь определяем скорость движения воды в начальном сечении шланга при средней поливной струе:

$$v_1 = Q_{\text{ст}} / 0,785 \cdot d^2 = 0,050 / 0,785 \cdot 0,25^2 = 1,02 \text{ м/сек.}$$

2. Определяем скорость движения воды в средней части шланга ($v_{\text{ср}}$), который равен на половину скорости в начальном сечении трубопровода (v_1):

$$V_{\text{ср}} = v_1 / 2 = 1,02 / 2 = 0,51 \text{ м/сек.}$$

3. На основании этих показателей определяем число Рейнольдса:

$$R_e = V_{\text{ср}} \cdot d / \gamma = 0,51 \cdot 0,25 / 0,000\,001 = 127\,500.$$

4. Для гладкого трубопровода коэффициент сопротивления равен на следующее:

$$\lambda_{\text{гп}} = 0,25 / R_e^{0,226} = 0,25 / 127\,500^{0,226} = 0,0176.$$

Поскольку гибкий трубопровод (шланг) стабилизирована крупнозернистой печной сажой, полученное значение $\lambda_{\text{гп}}$ увеличиваем в 3 раза:

$$\lambda = 3 \cdot \lambda_{\text{гп}} = 3 \cdot 0,0176 = 0,0528.$$

Подставляя значения v , d , λ и l в формулу, получим искомый нами (требуемый) уклон по длине поливного шланга:

$$i = \frac{v_1^2}{2d} \sqrt{\left(\frac{\lambda}{3d} - \frac{\alpha_0}{l}\right)} = \frac{1,02^2}{2 \cdot 0,25} \cdot \sqrt{\left(\frac{0,0528}{3 \cdot 0,25} - \frac{1}{200}\right)} = 0,0034.$$

Таким образом, для обеспечения нужной скорости движения воды в трубопроводе требуемый его уклон составляет 0,0034.

Расход воды, подаваемой в борозды зависит от диаметра водовы-пускного отверстия (клапана) в шланге. Требуемый ее диаметр (d_0) определяют по следующей формуле:

$$d_0 = \sqrt{\frac{q_6}{3,48 \cdot \mu \cdot \sqrt{h}}}, \text{ М,}$$

где q_6 – расход воды, поступающей в борозду (размер бороздовой струи), м³/сек;

μ – коэффициент расхода воды;

h – действующий пьезометрический напор воды над центрами отверстий при средней поливной струе ($h = 2,8 \cdot d$), м;
3,48 – постоянное число.

Задача 3. Определить требуемый диаметр водовыпускного отверстия в поливном шланге при следующих данных: средняя поливная струя, вытекающая из отверстий 1,5 л/сек., коэффициент расхода воды (μ) 0,60 и действующий пьезометрический напор равен:

$$h = 2,8 \cdot d = 2,8 \cdot 0,25 = 0,7 \text{ м.}$$

Решение. Требуемый диаметр водовыпускного отверстия в поливном трубопровода равен:

$$d_0 = \sqrt{\frac{0,00015}{3,48 \cdot 0,6 \sqrt{0,7}}} = 0,0093 \text{ м или } 9,3 \text{ мм.}$$

Задание 1. Определить требуемый диаметр поливного трубопровода, способного пропускать поливной воды, необходимого для осуществления полива по всей его длине при следующих исходных данных: длина поливного трубопровода 250 м, размер бороздовой струи 0,2–0,3 л/сек. и ширина междурядий 0,9 м.

Задание 2. Определить оптимальную скорость течения воды в поливном трубопроводе, не вызывающей его заиливание при следующих данных: расход воды в трубопроводе 0,070 м³/сек., его диаметр 0,30 м, коэффициент кинематической вязкости 0,000 001.

Задание 3. Определить необходимый диаметр выпускного отверстия поливного трубопровода при следующих данных: размер бороздовой струи (q_6) 1,2 л/сек., коэффициент расхода воды (μ) 0,60 и ее пьезометрическое давление (h) 0,65.

Вопросы для самоконтроля:

- 1. Какие прогрессивные средства применяются для транспортировки поливной воды и распределения их в поливные борозды?*
- 2. Преимущества распределения поливной воды с помощью гибких поливных трубопроводов.*
- 3. Коэффициент земельного использования в условиях применения гибких поливных шлангов.*
- 4. Методика определения потребностей хозяйства к транспортирующим и поливным шлангам.*
- 5. Как определяется расчетный расход воды транспортирующих и поливных шлангов?*
- 6. Методика расчета суточной площади полива гибкими трубопроводами с учетом погрешности техники полива.*
- 7. Методика определения количество одновременно работающих транспортирующих трубопроводов.*
- 8. Определение количество одновременно работающих поливных трубопроводов на транспортирующем трубопроводе?*

14. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИКИ КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории; Стенды и наглядные пособия по капельной системе полива; Составные элементы капельного способа полива.

Объекты изучения: Поливные нормы полива садов и виноградников; Площадь увлажнения почвы при капельном способе полива; Расчетные расходы транспортирующих трубопроводов; Величины поливного гидромодуля при капельном способе полива; Минимальная площадь полива при применении капельного способа.

Порядок выполнения работы: Технология применения капельного способа полива; Расчет норм поливов садов и виноградников при капельном орошении; Определение площадей увлажнения почвы при капельном способе полива; Расчет продолжительности капельного полива; Определение расчетных напоров распределяющих трубопроводов; Определение поливного гидромодуля при капельном орошении.

Капельное орошение – один из способов локального микроорошения, при котором оросительная вода через специальные микроводовыпуски (капельницы) подается малыми нормами в корнеобитаемую зону растений. При капельном орошении создается возможность непрерывного снабжения растений водой и элементами питания. Дозированная подача воды всего вегетационного периода в соответствии с водопотреблением орошаемой культуры позволяет создать оптимальный режим влажности корнеобитаемом слое почвы и увеличить урожайность возделываемых культур. Основными элементами капельной системы орошения являются насосная станция, узел очистки воды, трубопроводная сеть с регулирующей и запорной арматурой и поливные трубопроводы с микроводо-выпусками-капельницами (рис. 2).

Технология капельного полива включает в себя режим подачи воды в соответствии с водопотреблением культуры и техникой полива. Режим водоподдачи зависит от нормы, сроков и продолжительности поливов на оросительный сезон, зоны увлажнения, расхода и числа капельниц, схемы их расположения и водно-физических свойств почвы.

Основными элементами капельной системы орошения являются насосная станция, узел очистки воды, трубопроводная сеть с регулирующей и запорной арматурой и поливные трубопроводы с микроводовыпусками-капельницами. Организацию площадей капельного орошения начинают с проектирования самой системы. При этом основное внимание уделяется на выбор типа капельницы с учетом вида возделываемой культуры и продолжительности их полива. Основным фактором при выборе типа капельниц являются: объем подачи воды капельницей за один полив и продолжительность подачи требуемого количества воды, которая составляет 10–12 ч. При этом немаловажным фактором является водно-физические свойства почвы и потребность растений в воде.

Поливную норму садов и виноградников ($m^3/\text{га}$) определяют по формуле:

$$m_{\text{нт}} = 100 \cdot \gamma \cdot h \cdot A_{\text{нт}} \cdot (w_{\text{FC}} - w_{\text{PW}}),$$

где h – глубина расчетного слоя почвы, м;

γ – объемная масса почвы, т/м³;

A_{nt} – площадь увлажнения, м²;

W_{FC} – наименьшая влагоемкость от массы абсолютно сухой поч.-вы, %;

W_{PW} – предполивная влажность почвы, соответствующая нижней границе оптимального увлажнения почвы (в долях единицы).

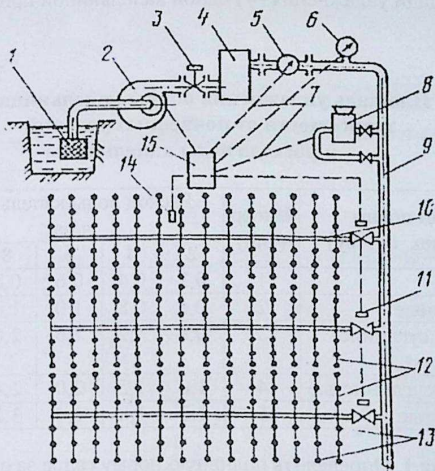


Рис.2. Схема системы капельного орошения.

- 1 – водозаборный узел; 2 – напорообразующий узел;
3 – головная задвижка; 4 – фильтр; 5 – водомерное устройство;
6 – манометр; 7 – каналы связи; 8 – подкормщик; 9 – магистральный трубопровод; 10 – распределительный трубопровод; 11 – дистанционно-управляемая задвижка; 12 – оросительные трубопроводы; 13 – микроводо-выпуски (капельницы); 14 – датчик необходимости полива; 15 – пульт управления.

Площадь увлажнения почвы ($A_{нт}$, m^2) определяют по следующей формуле:

$$A_{нт} = n_{др} \cdot a \cdot b,$$

где $n_{др}$ – число капльниц у одного дерева, шт;

w – площадь полива капельницами, m^2 ;

a – расстояния между деревьями, м;

b – ширина между рядами деревьев, м;

Площади увлажнения (w) одной капельницей приведены в табл. 25.

Таблица 25

Площадь увлажнения почвы капельницами в зависимости от почвенных условий и расхода воды капельницы

Тип почвы (по мех. соству)	Шифр (тип)	Расход воды капельницы, л/час				
		2	4	6	8	10
Пески	1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,2
Песчаные	2	0,6	0,8	1,0	1,4	1,9
Легкие суглинистые	3	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
Среднесуглинистые	4	1,0	1,5	2,0	2,4	3,2
Глинистые	5	1,2	1,8	2,4	3,2	4,0

Задача 1. Определить поливную норму садов за один прием при следующих данных: объемная масса почвы (γ) $1,37 \text{ т/м}^3$; глубина расчетного слоя почвы (h) $1,0 \text{ м}$; наименьшая влагоемкость почвы (w_{fc}) $19,26 \%$; влажность почвы перед поливами (w_{hw}) $14,98 \%$ и схема посадки деревьев 2×4 , количество капльниц у каждого дерева 1 шт. , расход воды капльницей 4 л/час .

Решение:

$$m_{нт} = 100 \cdot 1,37 \cdot 1,0 \cdot 0,15 \cdot (19,26 - 14,98) = 88 \text{ м}^3/\text{га}$$

Норма полива полевых культур обычно определяют по следующей формуле:

$$m_{nt} = 100 \cdot \gamma \cdot h \cdot (H_{90} - H_{70}), \text{ м}^3/\text{га},$$

где H_{90} – наименьшая влагоемкость почвы, в % от массы почвы (для расчетов обычно берут 90 % НВ);

H_{70} – предполивная влажность почвы, в % от массы почвы (для расчетов обычно берут 70 % от НВ почвы).

Например: $j = 1,37 \text{ т/м}^3$; $h = 0,8 \text{ м}$; $H_{90} = 19,26\%$; $H_{70} = 14,98\%$.
Норма разового полива равен на:

$$m_{nt} = 100 \cdot 1,37 \cdot 0,8 \cdot (19,26 - 14,98) = 469 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Продолжительность водоподачи (t) определяют следующим образом:

$$t = m_{nt} / E_f \cdot q_{dr} \cdot n,$$

где E_f – коэффициент использования воды, равный примерно 0,96–0,98;

q_{dr} – расход воды капельницы, л/сек.;

n – число капельниц на 1 га, шт.

Ординату графика гидромодуля (л/сек) рассчитывают по формуле:

$$q = m_{nt} / (86,4 \cdot t_{adm}).$$

где t_{adm} – продолжительность полива, час.

Площадь одновременного полива (A_{mt} , га) определяют по значению минимального межполивного периода (Δt_{min}):

$$A_{mt} = A / \Delta t_{min}$$

где A – площадь модульного участка, га;

Δt_{\min} – минимальный межполивной период, сут.

Например: Поливная норма составляет $469 \text{ м}^3/\text{га}$. Данное количество воды необходимо подавать за 10 час. Расстояния между капельницами составляет 0,3 м. В данном случае капельницы с расходом воды 2,0 л/час. удовлетворяют поставленных требований. Капельницы позволяют подачу 15 л/сек. воды на посевах с междурядьем 0,6 м. Продолжительность полива будет составлять 8,5 час. (меньше 10 час.), что позволяет подавать 472 м^3 воду за положенное время.

Для проектирования капельной системы полива требуется следующие первичные материалы: размер орошаемого участка, место расположения источника полива, вид возделываемой культуры и порядок их размещения по участку, ширина междурядий возделываемой культуры, направление поливных борозд, тип источника воды (открытая, скважина, магистральный трубопровод и т. д.); характеристика почвы (тип, агрохимическая и воднофизическая свойства).

При проектировании капельной системы полива выполняют следующие мероприятия: 1) составляют схему орошаемого участка на основе их контуров. При этом указывают уклон поля, расположения дорог и источников поливной воды (арьки, скважины и др.); 2) сооружения капельной системы полива предусматривают располагать на командных точках участка; 3) выбирают ту схему размещения капельного полива, где длина магистральных трубопроводов будет минимальной; 4) в условиях, где невозможно проводить одновременный полив по всему участку, то орошаемый участок разделяют на соответствующие модули (секторы). Модули организуют с учетом возможностей поставки необходимого количества воды источника. Разделение на модули орошаемых участков позволяют уменьшить проектного расхода воды, потери напора воды и выбора более экономичного типа насосной станции.

Например, при организации капельной системы орошения садов выбирают тип капельницы, обеспечивающей подачу

необходимого количество воды на каждого дерева. При применении капельниц с расходом воды 8 л/час. предусматривают установку двух капельниц в двух сторонах ствола дерева с расстоянием между ними 30–50 см. При длине рядов деревьев 200 м и расстояния между деревьями 4 м, количество деревьев в ряде составляет: $200 : 4 = 50$ шт. Поэтому потребное количество капельниц в данной условии составляет 100 (по 2 шт. на дерево). В нашем примере потребный объем воды каждого ряда фруктового сада равен на: $50 \cdot 8 = 800$ л/час. Для проведения капельного полива фруктового сада с площадью 5 га (ширина участка 250 м и междурядий 6 м. Количество рядей деревьев: $250 : 6 \approx 42$). В нашем примере потребный объем воды шланга капельного орошения составляет $42 \cdot 8 = 33600$ л/ч = $33,6$ м³/ч. = 9,3 л/сек. Этого объема воды могут пропустить шланг с длиной 100 м и диаметром 63 мм. После чего следует выбирать насосного агрегата, соответствующего расходу воды 9,3 л/сек. и напора воды – 2,5 кг/см² (25 м), соответствующий фильтр для очистки воды и источник поливной воды. Применение полива с разделением полей на модули способствует уменьшению одновременно подаваемого объема воды и потери напора, что позволяет также уменьшить расходы на насосную станцию.

При определении модулей, где одновременно будет проводиться поливы, необходимо обратить внимание на следующее: чем меньше площадь модуля тем меньше расход энергии; желательно постараться, чтобы организовать модули с одинаковой площадью, где будет возделываться одного вида растения; возможность возделывания различных культур в разных модулях и проводить разные типы капельного способа полива; в данных условиях требуется взаимное координирование норм и сроков поливов.

Выбор длины шлангов капельного орошения осуществляют в зависимости от полевых условий на основании следующих: трудоемкость размещения их перед началом полива и уборки их после завершения поливов; идентичность длины шлангов с капельницами и количества капельниц на них, получающих воду от одного распределительного шланга; в связи с тем, что расход воды шлангов высокого давления (1,5–2,5 кг/см²) капельного

орошения не должен быть более 600 л/час., их длина должна быть не более 400 м; возможность увеличения длины шлангов с капельницами в зависимости от напора воды в системе и расширения площадей одновременного полива; повышение неравномерности распределения воды в зависимости от увеличения длины поливной шланги (в данном случае капельницам, расположенных в концевой части шлангов поступает недостаточное количество воды: в условиях расхода воды капельниц 1,5 л/час. и расстояния между ними 30 см (рабочее давление воды в шланге 1,4 кг/см²) в расстоянии 80 м неравномерность расхода воды в нем составляет 95 %, 100 м – 93 %, 120 м – 90 % и в расстоянии 140 м – 80 %, т.е. расход воды последней капельницы будет на 20 % меньше, чем расход капельниц, расположенных в начале поливной шланги.

Прежде всего отмечают расположение борозд при возделывании пропашных культур и рядьев фруктовых деревьев. На основании чего размещают распределительные трубопроводы: размещение их можно начать с одной стороны или с середины модуля. Шланги с капельницами можно размещать между рядами посева – в борозду. Благоприятная ширина между рядами составляет примерно 0,5–0,6 м. При этом целесообразно, что разница высотных отметок начала и конца поля не должна быть больше 3 м и длина шланга – 100 м.

На землях с большим уклоном допускается размещения распределительных трубопроводов по направлению уклона. В этом случае их соединяют в головную часть магистрального трубопровода, а на землях с малыми уклонами – в боковую часть. Распределительные трубопроводы размещают в почву на глубину 0,15–0,25 м.

Магистральные трубопроводы размещают между станцией фильтрации (очистки) воды и модульными участками на глубине почвы 0,3–1,5 м параллельно к дорогам транспортировки воды от станции очистки воды до модульных участков. В местах соединения им распределительных трубопроводов устанавливать распределительные узлы. За очистными сооружениями к ним устраивают смеситель удобрений.

После определения расположения модулей и линии размещения трубопроводов в проекте строительства капельной системы полива определяют расходы воды (Q), подаваемые в каждый модульный участок умножением длины шланга с капельницами на количества капельниц, расположенных в 1 м шланга и расходу воды одной капельницы. Эти данные служат основанием для расчета расхода воды распределительного трубопровода. В качестве расчетного расхода воды (Q_p) принимают расход воды самого большого модуля (Q), который учитывается при определении расходов воды очистных станций, насосов и смесительного сооружения минеральных удобрений.

Диаметр распределительных и магистральных трубопроводов определяют на основании расчетного расхода воды каждого модуля (Q) и проектного расхода воды (Q_1) на основании данных, приведенных в табл. 26. Проектный расход воды определяют увеличением расчетного расхода воды (Q) на 10–30 % с целью уменьшения потерь напора воды в точке поступления ее в трубопровод.

Чем больше длина трубопровода, тем больше потери напора воды в нем. При подаче воды на землях с большим уклоном вверх потери напора воды повышается, а при подаче вниз – снижается.

Расчетные потери напора воды магистрального трубопровода ($h_{мг}$, кг/см²) определяют по следующей формуле:

$$h_{мг} = (h \cdot L / 100) \pm (H / 10),$$

где h – потеря напора воды в конце трубопровода, длиной 100 м, кг/см²;

L – длина трубопровода, м;

H – уклон орошаемого участка, м.

Расчетные потери напоров распределительных трубопроводов ($h_{рт}$, кг/см²) определяют по следующей формуле:

$$h_{рт} = (h \cdot L / 2) / 100 \pm (H / 10).$$

**Показатели потерь напора воды в зависимости от уклона
трубопровода**

Диаметр и толщина стен трубопровода, мм	Расход воды (Q), м ³ / час	Потери напора в трубопроводе дли- ной 100 м (h), м	Расход воды (Q), м ³ /час	Напор воды в тру- бопроводе длиной 100 м (h), м	Расход воды (Q), м ³ /час	Потери напора (h) в трубопроводе длинной 100 м, м
Ø 32 x 3	1,8	0,52	2,34	0,83	2,9	1,20
Ø 40 x 3,7	3,24	0,58	4,32	0,87	5,4	1,29
Ø 50 x 4,5	6,12	0,55	7,60	0,8	9,36	1,17
Ø 63 x 5,7	11,2	0,54	14,4	0,84	16,9	1,1
Ø 75 x 6,8	17,6	0,52	22,7	0,86	27,4	1,14

Примечание: Для расчетов принимают следующие показатели: для расчетного расхода воды – в начале трубопровода, а для расчета потерь воды напора – в конце трубопровода.

Пример. Диаметр распределительного трубопровода 63 мм, расход воды 23 м³/час., длина 150 м. Если трубопровод уложен против уклона ($i = 0,007$, т.е. разница по высоте равна на 7 м.). В нашем примере расчетный потерь напора его составляет $h_{рт} = (0,84 \cdot 150 / 2) / 100 + (7 / 10) = 1,96$ кг/см², т.е. потерь напора воды в конце трубопровода будет на 1,96 кг/см² (19,6 м) чем в начале трубопровода. Если трубопровод в данной условии уложен в направлении уклона и разница высотных отметок в начале и конце трубопровода будет составлять 4 м и следовательно потерь напора воды равен:

$$h_{\max} = (0,84 \cdot 150/2) : 100 - 4 : 10 = 0,23 \text{ кг/см}^2 (2,3 \text{ м}).$$

Напор воды в начальной части магистрального трубопровода должен обеспечить необходимого напора воды в концевой части распределительного трубопровода. Для оптимальной работы шлангов с капельницами напор воды в его концевой

части должен быть в пределах 1,6–2,2 кг/см². С этой целью определяют расчетный напор воды для распределительных и магистральных трубопроводов – $h_{рт}$ и $h_{мт}$; для этого потери напоров воды до последней точки распределительного трубопровода, расположенного в самой дальней расстоянии от насосной станции суммируют, прибавляют к этому необходимый напор воды для нормальной работы капельниц (1,6–2,2 кг/см²) и напор воды, требуемый для нормальной работы смесительного сооружения удобрений (1,2–1,7 кг/см²). Рассчитанный напор воды принимают как проектный (B_1) и он является основанием для выбора напора насосных агрегатов.

Предусматривают применения 2 насосных станций при капельной системе полива а (основная и запасная). Мощность насосов должна полностью обеспечить проектный расход воды (Q_1) и требуемого напора воды (B_1). На сравнительно мелких участках (до 0,2 га) система капельного орошения может работать за счет естественных напоров. При этом сосуды для воды устанавливают на высоту 2–5 м. В этих условиях можно пользоваться лентами с капельницами, работающих при напоре воды 0,2–0,5 кг/см².

Для очистки воды открытых источников (каналы, реки, озера), используемой для капельного полива применяют очистные сооружения из песка-гравия и устанавливаемых в 2-х ступенях сетчатые или дисковые фильтры. При этом требуется специальное изучение качества воды. Мощность очистных сооружений должна быть в 2,5 раза больше чем расчетный расход воды (Q_1).

Напор воды в начальной части шлангов с капельницами урегулируют резбовыми штуцерами-дросселями (3,0–7,0 мм) или штуцерами-дросселями (2,0–6,5 мм), устанавливаемых в хомуты. Урегулирование напора воды в шлангах с капельницами применяют обычно в условиях, где площадь модуля превышает 0,5 га.

Если расчетные потери напора воды в распределительном трубопроводе 1-модуля ($h_{цн}$) составляет 0,1–0,25, то ее разделяют на 0,045, если 0,25–0,45 – на 0,06 и 0,45–0,7 на 0,09. Округлив полученных результатов, определяют число дрессельных зон и разделяют длину распределительного трубопровода на него.

Если количество дроссельных зон будет больше чем 3, то длина ближней зоны к точке распределения уменьшают на 20%, а длину концевой (последней) зоны, наоборот, увеличивают на 20 %. Зоны, где будет проводиться дросселирования (Z_{dr}), отмечают в проеме схемы системы капельного орошения. В последней зоне дросселирования от распределительного узла (Z_{dr}) в точках соединения шлангов с капельницами к распределительному трубопроводу установят штуцеры-дроссели с диаметром 6,5 мм. или резбовые дроссели на хомутах. В предпоследней зоне устанавливать дроссели с диаметром 6,0 мм, отверстие которых меньше на 0,5 мм чем в последней зоне. И для других зон дросселирования проведут такие же расчеты. Определенные расчетные диаметры дросселей отмечают в схеме системы капельного орошения и составляют график их установки в распределительные трубопроводы. Организация проектирования капельной системы орошения по этой методике обеспечивает точность расчетов приблизительно 95 %.

Вопросы для самоконтроля:

- 1. Сущность и преимущества капельного способа полива.*
- 2. Составные части капельной системы полива.*
- 3. Как определяется нормы поливов садов и виноградников при капельном способе полива?*
- 4. Как определяется одновременно орошаемые площади при капельном способе полива?*
- 5. Как определяется площадь увлажнения почвы при капельном способе полива в фруктовых садах?*
- 6. Методика расчета продолжительности капельного способа полива.*
- 7. Методика определения расчетных напоров распределяющих трубопроводов и шлангов с капельницами.*
- 8. Методика расчета поливного гидромодуля при капельном орошении.*

15. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИКИ ДОЖДЕВАЛЬНОГО ПОЛИВА

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории; Стенды и наглядные пособия, отражающие дождевальный способ полива и их составных частей.

Объекты изучения: Дождевальный способ полива и составляющие его элементы.

Порядок выполнения работы: Ознакомление со схемами дождевального способа полива; Элементы техники дождевального полива; 3. Факторы, определяющие элементов техники дождевального полива; 4. Методика расчета элементов техники дождевального полива; 5. Расчет элементов техники дождевального полива по исходным данным.

Дождевальный полив является перспективным способом полива сельскохозяйственных культур, позволяющий механизировать поливного процесса, бережному использованию воды и повышению производительности труда поливальщиков.

При применении дождевального полива температура атмосферного воздуха снижается на 3–4 °С, а относительная его влажность поднимется от 15 % до 40 % и их влияние на растения сохраняется до 3–4 суток. Расход воды при дождевальном поливе снижается на 2,0–2,5 раза по сравнению с поверхностным поливом, коэффициент земельного использования повышается на 3–5 %, а урожайность возделываемых культур – на 15–20 %.

Качества проведения дождевального полива напрямую зависит от правильности выбора элементов ее техники. Основными показателями качества дождевального способа полива являются интенсивность дождевания, размер дождевой капли и равномерное их распределение по орошаемому участку.

Интенсивность дождевания (P_{cp}) в среднем составляет 0,004–0,1 мм/мин., при усиленном дождевании – до 2–10 мм/мин. и в отдельных случаях – больше этих показателей. Во всех условиях применения дождевального способа полива интенсивность дождевания должна быть меньше чем интенсивность их впитывания в почву, что обеспечить качественное

увлажнение почвы. Оптимальной интенсивностью дождевания на тяжелых почвах являются 0,1–0,2 мм/мин., на средних – 0,2–0,3 мм/мин. и на легких по механическому составу почвах 0,5–0,8 мм/мин.

Интенсивность дождевания ($P_{\text{ср}}$, мм/мин.) определяется по следующей формуле:

$$P_{\text{ср}} = 60 \cdot Q / F,$$

где Q – расход воды дождевальной машины (агрегата), л/сек.;

F – площадь дождевания, м².

Средняя интенсивность дождевания машиной «Фрегат» определяется по следующей формуле:

$$P_{\text{ср}} = 60 \cdot Q / \pi \cdot l^2,$$

где $P_{\text{ср}}$ – интенсивность дождевания, мм/мин.;

Q – расход воды одного дождевательного аппарата, л/сек.;

π – постоянное число (3,14);

l – радиус действия одного дождевательного аппарата, м.

Задача 1. Определить интенсивность дождевания машиной «Фрегат» по следующим показателям: расход воды одного дождевательного аппарата составляет 1 л/сек., радиус его действия 17 м.

Решение.

$$P_{\text{ср}} = 60 \cdot Q / \pi \cdot l^2 = 60 \cdot 1,0 / 3,14 \cdot 17^2 = 0,202 \text{ мм/мин.}$$

Задание. Рассчитать на основании данных, приведенных в табл. 27, интенсивность дождевания машиной «Фрегат».

Исходные данные для расчета интенсивности дождевания

№ п.п.	Параметры	Номера задач		
		1	2	3
1	Расход воды одного аппарата (Q), л/сек.	1,1	1,0	0,85
2	Радиус действия дождевального аппарата (l), м.	16	15	14
3	Средняя интенсивность дождевания ($P_{ср}$), мм/мин.			

Согласно агротехническим требованиям диаметр 90 % дождевой капли должен быть не более 2 мм. Оптимальным диаметром дождевой капли машины «Фрегат» 0,4–0,9 мм, а скорость падения дождевых капель 4–4,5 м/сек., а в отдельных случаях допускается до 8 м/сек.

При проведении дождевального полива большое значение имеет равномерность распределения воды по участку, которая обеспечивает качественный полив. Она определяется коэффициентом равномерности распределения дождя по орошаемому участку.

Коэффициент равномерности распределения дождя определяют соотношением средней толщины дождя, выпавшего на определенную площадь на максимальное количество выпавшей на ту же площадь воды:

$$K_{\text{рав. расп.}} = h_{\text{ср.}} / h_{\text{max}},$$

где $K_{\text{рав. расп.}}$ – коэффициент равномерности распределения дождя;

$h_{\text{ср.}}$ – средняя толщина дождя, выпавшего в определенную площадь, мм;

h_{max} – максимальное количество дождя, выпавшего на эту же площадь, мм.

Оптимальным коэффициентом равномерности распределения дождя является 0,7–0,8.

На качества дождевального полива сильное влияние оказывает метеорологические условия местности и поэтому следует учитывать коэффициент усиления метеорологических факторов, т. к. с усилением метеорологических факторов увеличивается расход поливной воды на испарение и потери воды под действием ветров.

Коэффициент усиления метеорологических факторов определяется по следующей формуле:

$$F = t \cdot (1 - 0,01 \cdot \alpha) \cdot (v + 1),$$

где F – коэффициент усиления метеорологических факторов;

t – температура воздуха, °С;

α – относительная влажность воздуха.

Задача 1. Определить расход воды на испарение и потери ее под действием ветра при дождевании машиной ДКШ-64 «Волжанка», при следующих данных: $t = 25$ °С; $\alpha = 40$ %; $v = 5$ м/сек.

Решение:

$$F = t \cdot (1 - 0,01 \cdot \alpha) \cdot (v + 1) = 25 \cdot (1 - 0,01 \cdot 40) \cdot (5 + 1) = 100.$$

На основании исходных данных, приведенных в табл. 28 определить потери воды на испарение и под действием ветра. Коэффициент усиления метеорологических факторов равен на 100. В данном условии 27,2 % воды, подаваемого машиной ДКШ-64 «Волжанка» составляет потери.

Задание. На основании данных приведенных в табл. 29 определить потери воды на испарение и под действием ветра при осуществлении полива машинами «Фрегат» и ДДА-100 МА.

Особое значение для качественного проведения полива дождеванием имеет время стоянки (t , мин.) машины на одной позиции, необходимое для подачи на поля заданной поливной нормы m (мм).

Таблица 28

Потери воды при дождевании за счет испарения и под влиянием ветра (в % от поливной нормы)

Дождевательные машины и агрегаты	Коэффициент усиления метеорологических факторов						
	20	40	60	80	100	120	140
ДМ-454-100 «Фрегат»	2,4	4,1	5,7	7,2	8,7	10,1	11,4
ДМ-454-70 «Фрегат»	3,6	5,7	7,4	8,0	10,3	11,6	12,9
ДКШ-64 «Волжанка»	11,4	16,6	20,6	24,1	27,2	30,0	32,6
ДДА-100 МА	4,1	7,2	10,6	12,7	15,9	17,7	20,1
Дальнеструйные дожде-вательные машины	16,9	19,7	21,5	22,9	24,1	25,1	26,0

Таблица 29

Исходные данные для определения потери воды при дождевании

Параметры	Номера задач		
	1	2	3
Температура воздуха (t), °С	30	36	25
Относительная влажность воздуха (α), %	35	30	40
Скорость ветра (v), м/сек.	7	9	10
Потери воды, %			

Время стоянки дождевательных машин «Фрегат», «Днепр» и ДДА-100 МА на одной позиции определяют по следующей формуле:

$$T = 0,67 \cdot m \cdot F / Q \cdot (100 - E),$$

где T – время стоянки дождевальной машины на одной позиции, мин;

m – поливная норма, л/га;

F – площадь, обслуживаемая дождевальной машиной на одной позиции, га;

Q – расход дождевальной машины, л/сек;

E – потери воды на испарение и под действием ветра, %.

Задача 2. Определить время стоянки дождевальной машины ДДА–100 МА на одной позиции на основании следующих данных: поливная норма (m) 300 м³/га, площадь полива (F) 114 га, расход воды дождевальной машины (Q) 115 л/сек.; потери воды на испарение под действием ветра ($E=27\%$).

Решение.

$$T = 0,67 \cdot m \cdot F / Q \cdot (100 - E) = 0,67 \cdot 300 \cdot 114 / 115 \times (100 - 27) = 236 \text{ мин.} = 3 \text{ ч. } 56 \text{ мин.}$$

С целью более производительного использования дождевальных машин в поливном сезоне определяют оптимальную площадь, обслуживаемой одной машиной. Оптимальную площадь обслуживания дождевальной машиной ДДА–100 МА определяют по следующей формуле:

$$F = 86,4 \cdot k \cdot k_1 \cdot Q \cdot t_{\text{п}} / m,$$

где F – площадь обслуживания дождевальной машиной, га;

k – коэффициент использования машины;

k_1 – коэффициент использования рабочей времени в сутке;

Q – расход воды машины, л/сек;

$t_{\text{п}}$ – продолжительность полива, сутки;

m – поливная норма, м³/га.

Задача 1. Определить площадь обслуживания дождевальной машины ДДА–100 МА при следующих данных: поливная норма хлопчатника 300 м³/га, продолжительность полива 6 сут.,

коэффициент использования машины 0,65, коэффициент использования рабочей времени в сутке 0,84 и расход воды машины л/сек.

Решение.

$$F = 86,4 \cdot k \cdot k_1 \cdot Q \cdot t_n / m = 86,4 \cdot 0,65 \cdot 0,84 \cdot 100 \cdot 6 / 300 = 47 \cdot 600 / 300 = 47 \cdot 2 = 94,0 \text{ га.}$$

Таким образом, одна дождевальная машина ДДА-100 МА может обслуживать 94 га посевов за оросительный сезон.

Задание. На основании данных, приведенных в табл. 30 определить продолжительность работы машин «Фрегат» и ДДА-100 МА на одной позиции и площадь полива каждой машиной.

Таблица 30

Исходные данные для определения продолжительности работы машины на одной позиции и площадей дождевания

№ п.п.	Параметры	Номера задач		
		1	2	3
1	Поливная норма (m), м ³ /га	300	350	400
2	Площадь полива дождевальной машиной в одной позиции (F), га	78	82	76
3	Расход воды дождевальной машины (Q), л/сек.	115	125	130
4	Потери воды под действием испарения и ветра (E), %	27	18	28
5	Коэффициент использования машин (k)	0,75	0,80	0,90
6	Коэффициент использования рабочей времени в сутке (k_1)	0,84	0,90	0,76
7	Продолжительность полива (t_n), сут.	6	5	8

Основной целью при проведении дождевального полива должна быть производительное использование их в поливном

сезоне или смене. Производительность дождевальной машины или агрегата в смене ($P_{\text{пр. тр.}}$, га) определяют по формуле:

$$P_{\text{пр. тр.}} = 3,6 \cdot k \cdot Q \cdot t / m,$$

где k – коэффициент использования машины;

Q – расход воды машиной, л/сек.;

t – продолжительность полива в смене, час;

m – поливная норма, м³/га.

Задача 1. Определить производительность дождевальной машины в смене, если: расход воды машины ДДА-100 МА составляет 100 л/сек., норма полива 300 м³/га, продолжительность полива в смене 7 часов и коэффициент использования машины в смене 0,95.

Решение.

$$P_{\text{пр.тр.}} = 3,6 \cdot k \cdot Q \cdot t / m = 3,6 \cdot 0,95 \cdot 100 \cdot 7 / 300 = 9,5 \text{ га.}$$

Таким образом, дождевальной машиной ДДА-100 МА можно провести поливы на площади 9,5 га за смену.

Задание. На основании данных, приведенных в табл. 31, определить производительность дождевальной машины за смену.

Интенсивность дождевания за один проход дождевальной машины имеет большое значение для качественного проведения полива. Она определяется по следующей формуле:

$$n' = 3600 \cdot Q / l \cdot v_0,$$

где n' – толщина слоя дождевой воды, создаваемой за один проход машины, мм;

Q – расход воды дождевальной машины, л/сек.;

l – ширина захвата машины, м;

v_0 – рабочая скорость машины, м/час.

**Исходные данные для определения производительности
дождевальной машины**

№ п.п.	Параметры	Номера задач		
		1	2	3
1	Коэффициент использования машин (k)	0,85	0,70	0,90
2	Расход воды дождевальной машиной (Q), л/сек.	100	110	120
3	Продолжительность полива ($t_{п}$), час	7,0	6,0	7,5
4	Поливная норма (m), м ³ /га	400	360	300
5	Производительность машины ($P_{пр.маш.}$), га			

Задача 3. Определить слой дождевой воды, создаваемого за один проход дождевальной машины ДДА-100 МА при следующих данных: расход воды машины 100 л/сек., рабочая скорость машины 410 м/час. и расстояния между временными оросителями (ширина захвата машины) 120 м.

Решение.

$$n' = 3600 \cdot Q / l \cdot v_0 = 3600 \cdot 0,1 / 120 \cdot 410 = 360 / 49\,200 = 0,0073 \text{ м} = 7,3 \text{ мм/час.}$$

Потребное количество дождевальных машин для осуществления полива на севооборотном участке или в фермерском хозяйстве определяют по следующей формуле:

$$n_0 = a \cdot m / 3600 \cdot Q \cdot k_0 \cdot t_0 \cdot T_{\min} \cdot \eta,$$

где n_0 – потребное количество дождевальных машин за сезон;

a – площадь посевов, га;

m – норма полива, м³/га;

k_0 – коэффициент использования машин;

t_0 – продолжительность использования машин, час/сут.;
 $T_{\text{мин}}$ – продолжительность поливного сезона, сут.;
 η – коэффициент полезного действия машины.

Задача 4. Определить требуемое количество дождевальных машин при следующих данных: общая площадь посева 90 га, средняя поливная норма 500 м³/га, расход воды машиной 62,7 л/сек. (0,062 м³/сек.), коэффициент использования машин 0,80, продолжительность полива в сутке 12 час., продолжительность полива 10 сут. и коэффициент полезного действия машины 0,60.

Задание. На основании данных, приведенных в табл. 32 определить потребное количество дождевальных машин для осуществления полива сельскохозяйственных культур в севооборотном массиве.

Таблица 32

Исходные данные для определения требуемого количества дождевальных машин

№ п. п.	Параметры	Номера задач		
		1	2	3
1	Площадь посева (a), га	70	60	80
2	Поливная норма (m), м ³ /га	400	300	350
3	Расход воды машины (Q), л/сек.	66,0	75,0	80,0
4	Коэффициент использования машин (k_0)	0,72	0,77	0,85
5	Продолжительность полива в сутки (t), час.	9	8	7
6	Продолжительность полива сельскохозяйственных культур ($T_{\text{мин}}$), сут.	12	12	8
7	Коэффициент полезного действия дождевальной машины (η)	0,70	0,76	0,80

Вопросы для самоконтроля:

1. Факторы, определяющие качества дождевального полива.

2. Укажите основные элементы техники дождевального полива.

3. Методики расчетов элементов техники дождевального полива.

4. Методика расчета потребного количества дождевальных машин для осуществления полива на севооборотный участок или в фермерском хозяйстве.

5. Определить слой дождевой воды, создаваемого за один проход дождевальной машины в зависимости от расхода воды, рабочей ее скорости и расстояния между оросителями.

6. Методика определения производительности дождевальной машины в зависимости от расхода воды машины, поливной нормы, продолжительности смены и коэффициента использования машины в смене.

7. Методика расчета площадей обслуживания дождевальной машиной в зависимости от поливной нормы, коэффициентов использования машины и рабочей времени и расхода воды.

II. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

1. РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТОЧНЫХ ВОД

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории; Наглядные пособия для расчета площадей оросительных систем с использованием сточных вод.

Объекты изучения: Животноводческие сточные воды; Составные части специальных оросительных систем; Расчеты оросительных систем с использованием сточных вод.

Порядок выполнения работы: Ознакомление с происхождением и составом животноводческих сточных вод; Ознакомление методикой определения нормы подачи стоков на 1 га посева; Расчеты площадей специальных оросительных систем: а) по количеству биогенных элементов, поступающих на каждый гектар и б) по водопотреблению возделываемых культур.

Оросительные системы с использованием сточных вод (ОССВ) – это специализированные водохозяйственные объекты, предназначенные для приема всего годового объема предварительно очищенных производственных сточных вод, в т. ч. сельскохозяйственных объектов – животноводческих комплексов и птицефабрик с целью использования их для орошения и почвенной доочистки, а также укрепления кормовой базы и охраны окружающей среды. Они представляют собой самостоятельные или отдельные земельные участки в составе ассоциаций водопотребителей в виде специализированных подразделений.

Оросительные системы с использованием сточных вод организуют на площади, позволяющей приема всего годового объема предварительно очищенных сточных вод отдельного производственного объекта. Составные элементы специальной

оросительной системы, их схема размещения и размеры в зависимости климатических особенностей, почвенных и гидрогеологических условий местности, объема и качества формируемых сточных вод могут быть разными.

Размеры площадей оросительных систем с использованием сточных вод определяют: а) по количеству биогенных (питательных) элементов, поступающих на каждый гектар и б) по водопотреблению возделываемых культур.

При определении величины поливной нормы животноводческими стоками вносимое количество азота допускается не более 300 кг/га, в т. ч. азота нитратов не более 200 кг/га, при условии, что метровый слой почв обеспечивает полную очистку от биогенных элементов. При содержании общего азота менее 80–120 мг/л в сточной воде величину поливной нормы определяют по водопотреблению возделываемых культур. Годовую норму подачи стоков на 1 га посева определяют по следующей формуле:

$$M_{\text{ст}} = B \cdot \beta / 10 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot C,$$

где $M_{\text{ст}}$ – годовая норма подачи стоков, м³/га;

B – вынос питательных веществ из почвы планируемыми урожаем сельскохозяйственных культур, кг/га;

β – коэффициент обеспеченности почвы питательными веществами (для почв с низкой обеспеченностью равен 1,2, средней – 1,0 и высокой – 0,8);

K_1 – коэффициент использования питательных веществ растениями из стоков (для азота 0,7, фосфора и калия 0,6);

K_2 – коэффициент, учитывающий потери биогенных веществ в процессе полива (для азота – $K_2 = 0,85$, для фосфора и калия $K_2 = 1,0$);

C – содержание питательных элементов в стоках, %.

Задача 1. Определить годовую норму подачи стоков на 1 га посева ($M_{\text{ст}}$) если: содержание азота в сточной воде животноводческого предприятия составляет (C) 350 мг/л, вынос азота (B) из почвы со средней обеспеченностью питательными

элементами планируемым урожаем сельскохозяйственных культур составляет 150 кг.

Решение. Количество азота в процентах при их содержании в 1 л сточной воды 350 мг/л (0,35 г/л) определяют по следующему уравнению:

$$1000 \text{ г} — 0,35 \text{ г}$$

$$100 \text{ г} — x \quad \text{отсюда } x = 100 \cdot 0,35 / 1000 = 0,035 \%$$

Значит, количество азота (C) в сточной воде составляет 0,035 %. Принимая во внимание, что коэффициент β составляет на почвах со средней обеспеченностью равен на 1,0, коэффициент потерь азота в процессе полива (K_2) 0,85 и коэффициент использования азота растениями (K_1) составляет 0,7 годовую норму подачи стоков 1 га посева можно рассчитать по следующей формуле:

$$M_{\text{ст}} = B \cdot \beta / 10 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot C = 160 \cdot 1,0 / 10 \cdot 0,7 \cdot 0,85 \cdot 0,035 = 800 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Таким образом, допустимая годовая норма подачи сточных вод на 1 га посева в данных условиях составляет 800 м³.

При высоком содержании питательных веществ и низкой влажности животноводческих стоков (жидкий навоз) их дополнительно разбавляют с обычной поливной водой до допустимых концентраций в них биогенных веществ. Степень разбавления сточных вод определяют по следующей формуле:

$$n = (W_{\text{тр}} - W_{\text{исх}}) / (100 - W_{\text{тр}}),$$

где $W_{\text{тр}}$ — требуемая влажность жидкого навоза для полива, %;

$W_{\text{исх}}$ — исходная влажность подготовленных стоков в навозохранилище, забираемых на орошение, %.

Задача 2. Исходная влажность жидкого навоза животноводческого предприятия составляет 82 %. Требуемая влажность жидкого навоза для дождевального полива должна быть не

менее 98 %. Определить минимальный показатель степени разбавления жидкого навоза до требуемой влажности.

Решение. Минимальный показатель степени разбавления жидкого навоза до требуемой влажности определяют следующим образом:

$$n = (W_{\text{тр}} - W_{\text{исх}}) / (100 - W_{\text{тр}}) = (98 - 82) / (100 - 98) = 8 \text{ раза.}$$

Таким образом, в данном случае следует разбавлять жидкого навоза с речной водой в соотношении 1:7 (1 часть – жидкий навоз и 7 частей – речная вода).

На оросительных системах с использованием животноводческих стоков следует рассчитать их площадей, необходимых для полной утилизации формируемых объемов стоков. При высоком содержании питательных веществ в стоках размеры полей орошения (Π , га) определяют с учетом поступления их на поля орошения по следующей формуле:

$$\Pi = W \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 / B \cdot \beta,$$

где W – количество в стоках, кг/год;

K_1 – коэффициент использования питательных веществ растениями из стоков (для азота 0,7, фосфора и калия 0,6);

K_2 – коэффициент, учитывающий потери биогенных веществ в процессе полива (для азота – $K_2 = 0,85$, для фосфора и калия $K_2 = 1,0$);

K_3 – коэффициент потери биогенного элемента при хранении стоков в накопителях (при сроке их хранения 6 месяцев для $N_{\text{общ}}$ – 0,85–0,70; P_2O_5 – 0,95–0,85 и K_2O – 0,95–0,90).

B – вынос питательных веществ из почвы планируемым урожаем сельскохозяйственных культур, кг/га;

β – коэффициент обеспеченности почвы питательными веществами (для почв с низкой обеспеченностью равен 1,2, средней – 1,0 и высокой – 0,8);

Задача 3. Рассчитать площади полей орошения для приема полного годового объема животноводческого стока при следующих данных: в животноводческом предприятии за год накапливается $365\ 000\ \text{м}^3$ стоков, содержание азота в нем составляет $350\ \text{мг/л}$. Стоки в не вегетационном периоде в течение 6 месяцев хранят в специальных прудах. Обеспеченность почвы азотом средняя ($\beta=1,0$). Вынос питательных веществ из почвы планируемым урожаем составляет $160\ \text{кг/га}$.

Решение. Определить количество азота в годовом объеме сточных вод животноводческого комплекса в килограммах при следующих данных: в $1\ \text{л}$ сточных вод содержание азота составляет $350\ \text{мг}$ ($0,35\ \text{г}$), т.е. в $1\ \text{м}^3$ сточной воды $0,35\ \text{кг}$ азота.

Количество азота в годовом объеме сточных вод животноводческого комплекса составляет:

$$W = 365\ 000 \cdot 0,35 = 127\ 750\ \text{кг}.$$

Коэффициент потери азота за время хранения стоков (K_3) в навозохранилище в течение 6 месяцев составляет $0,85$ и K_1 равен на $0,7$, а коэффициент потери азота в процессе полива (K_2) на $0,85$. Если принять коэффициент использования азота растениями (K_1) равным $0,7$, то площадь специальной оросительной системы для приема полного годового объема животноводческого стока (нетто) составляет:

$$\begin{aligned} P &= W \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 / B \cdot \beta = 127\ 750 \cdot 0,7 \cdot 0,85 \cdot 0,85 / 160 \cdot 1,0 = \\ &= 403,8 \approx 404\ \text{га} \end{aligned}$$

Таким образом, необходимая площадь специальной оросительной системы для приема полного годового объема животноводческого стока (нетто) составляет $404\ \text{га}$.

С учетом того, что в нижней части оросительной системы должна быть организована буферная зона для приема сбросных вод с полей орошения в пределах $3-5\ \%$ от площади нетто ($4\ \%$ от $404\ \text{га}$ приблизительно $18\ \text{га}$) общая площадь оросительной системы (брутто) составляет: $404 + 18 = 422\ \text{га}$.

По выше приведенной методике определяют площадь специальной оросительной системы для приема полного годового объема животноводческого стока (нетто) по всем питательным веществам (N , P_2O_5 и K_2O) и за расчетную принимают максимальное значение для трех полученных величин.

Если содержание азота в сточной воде составляет меньше 80–120 мг/л, то режим орошения сельскохозяйственных культур устанавливают по их водопотреблению. При этом площадь специальной оросительной системы определяют путем разделения годового объема стоков ($W_{\text{год}}$, м^3) на среднюю оросительную норму культур ($M_{\text{ср}}$, $\text{м}^3/\text{га}$):

$$П = W_{\text{год}} / M_{\text{ср}}, \text{ га.}$$

Задача 4. Определить необходимую площадь специальной оросительной системы для утилизации годового объема стоков 365 000 м^3 если оросительная норма возделываемой культуры составляет 4000 $\text{м}^3/\text{га}$.

Решение. Необходимая площадь специальной оросительной системы для утилизации годового объема стоков (нетто) составляет

$$P = W_{\text{год}} / M_{\text{ср}} = 365\,000 / 4000 = 91 \text{ га.}$$

С учетом того, что буферная зона оросительной системы должна быть в пределах 3–5 % от необходимой площади утилизации стоков (нетто), то общая площадь специальной оросительной системы (брутто) равен на $91 + 3,64 = 91,64 \approx 95$ га.

Задачи для самостоятельного решения. 1. Определить годовую норму подачи стоков на 1 га посева ($M_{\text{ст}}$) если: содержание азота в сточной воде животноводческого предприятия составляет (C) 420 мг/л, вынос азота (B) из почвы с высокой обеспеченностью питательными элементами планируемым урожаем сельскохозяйственных культур составляет 180 кг.

2. Определить минимальный показатель степени разбавления жидкого навоза с исходной влажностью 82 % до требуемой влажности, равной 98 %.

3. Определить необходимую площадь специальной оросительной системы для приема полного годового объема животноводческого стока при следующих данных: в животноводческом предприятии за год накапливается 1 200 000 м³ стоков, содержание азота в 1 л стока составляет 420 мг/л. Потери азота за время хранения стоков в навозохранилище в течение 6 месяцев составляет 20 % и во время проведения полива. Обеспеченность почвы азотом средняя ($\beta = 1,0$). Коэффициент использования питательных веществ растениями 0,7.

Вопросы для самоконтроля:

1. *Что понимаете под специальными оросительными системами?*

2. *Укажите типы специальных оросительных систем.*

3. *Как определяют площади специальных оросительных систем с использованием сточных вод.*

4. *Как определяется годовая норма подачи стоков на 1 га посева?*

5. *По какой методике определяют степень разбавления стоков с обычной поливной водой?*

7. *Как определяют площади полей орошения для приема полного годового объема животноводческого стока?*

8. *Укажите методику определения площадей полей орошения по водопотреблению растений.*

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПОТЕРЬ ВОДЫ ИЗ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ И КОЭФФИЦИЕНТА ИХ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории; Наглядные пособия, отражающие схемы потерь воды на фильтрацию из стенок и дна каналов.

Объекты изучения: Коэффициенты полезного действия каналов и оросительных систем; КПД внутрихозяйственной

оросительной системы; КПД периодически работающих каналов; удельный потерь воды каналов; Потери воды на фильтрацию в оросительном канале в расчете на 1 га.

Порядок выполнения работы: Виды потерь воды из каналов и оросительных систем; КПД каналов и оросительных систем; КПД периодически работающих каналов; удельные потери воды каналов; Методика определения потерь воды в расчете на орошаемый гектар.

Потери воды из оросительных каналов складываются из потерь на фильтрацию и испарение и различного вида эксплуатационных утечек (сбросы, утечки через сооружения и др.). В масштабе республики примерно 36–40 % забываемой на нужды орошения поливной воды бесполезно теряются. В необлицованных каналах, т.е. каналах в земляном русле преобладают потери на фильтрацию (90–95 % от общих потерь), а на испарение обычно теряется не более 2–4 % от потерь на фильтрацию. Самые большие потери воды приходится на внутрихозяйственные оросительные сети: в постоянных каналах 55–65 % и во временной сети до 10 % от общих потерь.

Потери воды на фильтрацию – это не только бесполезные потери, они вызывают подъем уровня грунтовых вод, что приводит к ухудшению мелиоративного состояния земель.

Ниже ознакомимся методикой определения коэффициента полезного действия (КПД) оросительной системы и каналов. КПД отдельного канала (η) определяют соотношением расхода воды в конце канала к расходу в начале канала:

$$\eta = Q_k / Q_n,$$

где Q_n – расход воды в начале канала, л/сек. или м³/сек.;

Q_k – расход воды в конце канала, л/сек. или м³/сек.

Например, расход воды в начале канала (Q_n) составляет 1000 л/сек. и в конечной части канала (Q_k) 810 л/сек., коэффициент полезного действия канала равен:

$$\eta = 810 / 1000 = 0,81.$$

КПД внутрихозяйственной оросительной системы ($\eta_{\text{вхос}}$) определяют соотношением распределенного объема воды на орошаемые поля ($W_{\text{нт}}$, тыс. м³) к объему воды, забранного во внутрихозяйственную оросительную систему ($W_{\text{бр}}$, тыс. м³):

$$\eta_{\text{вхос}} = W_{\text{нт}} / W_{\text{бр}}.$$

Например, объем воды, забранный во внутрихозяйственный распределитель за определенный период составляет 1 000 000 м³, а распределенного на орошаемые поля – 740 000 м³. КПД внутрихозяйственной оросительной системы равен:

$$\eta_{\text{вхос}} = 740\,000 / 1\,000\,000 = 0,74.$$

КПД внутрихозяйственной оросительной системы, обычно, определяют по входящим в ее состав оросительных сетей, т.е. временного оросителя, участкового и внутрихозяйственного распределителя:

$$\eta_{\text{вхос}} = \eta_{\text{вхр}} \cdot \eta_{\text{ур}} \cdot \eta_{\text{вр}},$$

где $\eta_{\text{вхр}}$ – КПД внутрихозяйственного распределителя;

$\eta_{\text{ур}}$ – КПД участкового распределителя;

$\eta_{\text{вр}}$ – КПД внутрикартовой оросительной сети.

КПД периодических работающих каналов определяют на основании удельных потерь, т.е. по количеству потерь в 1 км отрезке канала:

$$\eta = 1 - (\delta \cdot l / 100),$$

где δ – удельный потерь воды, в % на 1 км отрезок канала;
 l – общая длина канала, км.

При проектировании оросительных каналов удельный потерь воды (δ) определяют по нижеприведенной формуле, предложенной А.Н. Костяковым (1951):

$$\delta = A / Q \cdot m,$$

где δ – удельный потерь воды, в % на 1 км отрезок канала, в процентах от Q ;

A и m – коэффициенты, зависящие от водопроницаемости почвы (табл.33);

Q – расход воды в конце канала.

Таблица 33

Значение коэффициентов A и m

Коэффициенты	Водопроницаемость почвы		
	высокая	средняя	слабая
A	3,4	1,9	0,7
m	0,5	0,4	0,3

Определение потерь воды в оросительной сети можно определить на основе расхода воды в начале канала ($Q_{бр}$) и его КПД (η) по нижеприведенной методике.

Сначала определяем потребный объем воды по следующей формуле:

$$Q_{нт} = Q_{бр} \cdot \eta.$$

Дальше, определяем потерь воды $Q_{пот}$ по разнице $Q_{нт}$ и $Q_{бр}$:

$$Q_{пот.} = Q_{бр} - Q_{нт}.$$

Задача 1. Определить потери воды в канале при следующих данных: общий объем воды, распределенной в канал ($Q_{бр}$) составляет 100 000 м³, а коэффициент полезного действия канала (η) равен на 0,87.

Решение.

$$Q_{\text{пот.}} = Q_{\text{бр}} - Q_{\text{нт}} = Q_{\text{бр}} - Q_{\text{бр}} \cdot \eta = Q_{\text{бр}} \cdot (1 - \eta) = 100\,000 \times (1 - 0,87) = 100\,000 \cdot 0,13 = 13\,000 \text{ м}^3.$$

Потери воды на фильтрацию в оросительном канале (сети) в расчете на 1 га, подкомандной ему территории определяют по следующей формуле:

$$\Phi_{\text{к}} = [(1 - \eta) / \eta] \cdot M_{\text{нетто}},$$

где $\Phi_{\text{к}}$ – фильтрационные потери в канале, $\text{м}^3/\text{га}$;

η – коэффициент полезного действия канала;

$M_{\text{нетто}}$ – оросительная норма (нетто), $\text{м}^3/\text{га}$.

Задача 2. Определить потери воды на фильтрацию при следующих исходных данных: оросительная норма для хлопчатника ($M_{\text{нетто}}$) составляет $7830 \text{ м}^3/\text{га}$, коэффициент полезного действия канала $0,80$ и общая площадь полива 1000 га .

Решение задачи:

$$\Phi_{\text{к}} = [(1 - \eta) / \eta] \cdot M_{\text{нетто}} = [(1 - 0,80) / 0,80] \cdot 7830 = 1957,5 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Таким образом, в данной условии потери воды будет составлять $1957,5 \text{ м}^3$ с каждого гектара. А общие потери с подкомандной территории распределителя (W), которая равна на 1000 га равен на следующее:

$$\Phi_{\text{к}}^{\text{общ}} = W \cdot \Phi_{\text{к}} = 1000 \cdot 1957,5 = 1\,957\,500 \text{ м}^3.$$

Оросительную норму брутто ($M_{\text{брутто}}$), можно определить по показателям оросительной нормы нетто ($M_{\text{нетто}}$) и коэффициенту полезного действия распределителя (η):

$$M_{\text{брутто}} = M_{\text{нетто}} / \eta.$$

Задание. 1. Определить потери воды в каналах в расчете на 1 га по исходным данным, приведенным в табл. 34.

Разработать мероприятия по сокращению потерь воды из оросительных каналов.

Исходные данные для определения потерь воды в оросительной сети

№ п. п.	Показатели	Номера задач			
		1	2	3	4
1	Оросительная норма ($M_{\text{нетто}}$), м ³ /га	5720	1810	7740	7450
2	Коэффициент полезного действия канала (η)	0,81	0,67	0,50	0,79
3	Оросительная норма ($M_{\text{брутто}}$), м ³ /га				
4	Потери воды (Φ_k), м ³ /га				

Вопросы для самоконтроля:

1. Потери воды из оросительных каналов и систем.
2. Методика определения коэффициентов полезного действия каналов и оросительной системы.
3. Методика определения коэффициентов полезного действия периодически работающих каналов.
4. Удельный потерь воды каналов и методика его определения.
5. Методика расчета потерь воды на фильтрацию в оросительном канале (сети) в расчете на 1 га.
6. Определение фильтрационных потерь воды на основе оросительной нормы растений и КПД канала.

3. СОСТАВЛЕНИЕ ГРАФИКА ГИДРОМОДУЛЯ ПОЛИВА

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории; Наглядные пособия графиков неукomплектованного и укomплектованного графиков гидромодуля; Ведомости режима орошения сельскохозяйственных культур.

Объекты изучения: Поливной гидромодуль сельскохозяйственных культур и ее сущность; Графики гидромодуля полива и их виды; Принципы составления графиков гидромодуля

полива; Неукомплектованный и укомплектованный графики гидро-модуля.

Порядок выполнения работы: Ведомость режима орошения сельскохозяйственных культур и поливной гидромодуль; Приведенный поливной гидромодуль культур в севообороте; Методика определения общего водопотребления сельскохозяйственных культур в севообороте; Методика укомплектования неукомплектованного графика гидромодуля.

Для выработки оптимального режима орошения возделываемых культур в севообороте и определения размеров водоподачи следует составить график поливов, по которому можно устанавливать затраты воды на орошение, пропускную способность каналов, подающих воду на севооборотный участок. График поливов составляют по режиму орошения сельскохозяйственных культур, который увязывают с климатическими и почвенными условиями, режимом источника орошения и хозяйственной деятельностью водопотребителя.

После установления режимов орошения возделываемых отдельных культур, входящих в севооборот, их обобщают, т. е. определяют динамику потребного количества воды за вегетационный период для севооборотного участка. Данная мероприятия осуществляется с целью гидравлического расчета оросительной сети и установления фактического их расхода.

Для разработки оптимального режима орошения всех культур, возделываемых в севообороте или в хозяйстве в целом и определения водоподачи на севооборотный массив составляют график гидромодуля (режим орошения возделываемых культур обозначают в виде графика) т. е. по каждой культуре определяют величину поливного гидромодуля.

Очень часто вместо графика поливов составляют график поливного или приведенного гидромодуля. Поливным гидромодулем (q) называют удельную подачу воды на 1 га посева в литрах в секунду (л/сек. га). Величину поливного гидромодуля определяют по следующей формуле:

$$q = m_{\text{ит}} \cdot 1000 / 86\,400 \cdot t = m_{\text{ит}} / 86,4 \cdot t,$$

где $m_{\text{ит}}$ – поливная норма для данной культуры, $\text{м}^3/\text{га}$;
 t – продолжительность полива, сут.;
1000 – множитель для перевода нормы полива в $\text{м}^3/\text{га}$ на л/га;
86 400 – число секунд в сутки.

Задача 1. Определить величину поливного гидромодуля, если поливная норма для хлопчатника составляет $900 \text{ м}^3/\text{га}$ и продолжительность полива 10 суток.

Решение. $q = m / 86,4 \cdot t = 900 / 86,4 \cdot 10 = 1,025 \text{ л/сек} \cdot \text{га}$.

Для определения расхода каналов строят график приведенного гидромодуля для севооборота или всего хозяйства в целом. Приведенный гидромодуль по отдельной культуре с учетом ее места в севообороте ($q_{\text{пр}}$, л/сек. · га) определяют по следующей формуле:

$$q_{\text{пр}} = \alpha \cdot m / 86,4 \cdot t.$$

где α – площадь данной культуры в севообороте, в долях единицы;

m – поливная норма для данной культуры, $\text{м}^3/\text{га}$;

t – продолжительность полива, сут.

Задача 2. Определить величину приведенного гидромодуля при следующих данных: поливная норма для хлопчатника составляет $900 \text{ м}^3/\text{га}$, продолжительность полива 10 суток и доля хлопчатника в структуре посевов 70 % ($\alpha = 0,7$).

Решение. $q_{\text{пр}} = m \cdot \alpha / 86,4 \cdot t = 900 \cdot 0,7 / 86,4 \cdot 10 = 0,72 \text{ л/сек} \cdot \text{га}$.

Поливной гидромодуль всех культур в севообороте за определенный период определяют суммированием поливных гидромодулей отдельных культур. Для этого на основании ведомости орошения сельскохозяйственных культур составляют графики поливного гидромодуля. В ведомостях орошения сельскохозяйственных культур указывают название каждой культуры, ее доля в севообороте (α), порядковый номер поливов,

поливные ($m_{нт}$, м³/га) и оросительные нормы ($M_{нт}$, м/га), сроки поливов (дата начала и конца каждого полива по культурам, составляющих севооборот), средний день и продолжительность каждого полива, (сут.), межполивные периоды (сут.), ордината поливного гидромодуля (q) (табл. 35). На основании расчетных данных, приведенных в таблице составляют график гидромодуля в миллиметровой бумаге (рис. 3).

Таблица 35

Ведомость режима орошения культур в севообороте и величины поливного гидромодуля

Но- ме- ра по- ли- вов	Полив- ная нор- ма, м ³ /га	Сроки полива		Сред- ний день по- лива	Про- дол- жи- тель- ность поли- вов, сут.	Меж- по- лив- ной пе- риод, сут.	Ордината графика гидромо- дуля, л/сек. га	
		от	до				q	$q_{гр}$
1	2	3	4	5	6	8	9	10
Хлопчатник (доля в севообороте 70 %, $M_{нт}=7300$ м ³ /га)								
1	900	16.V	25.V	20.V	10	—	1,025	0,72
2	1000	11.VI	20.VI	15.VI	10	25	1,150	0,81
3	1100	26.VI	5.VII	30.VI	10	15	1,27	0,89
4	1200	11.VII	20.VII	15.VII	10	15	1,40	0,97
5	1200	26.VII	4.VIII	30.VII	10	15	1,40	0,97
6	1000	10.VIII	19.VIII	14.VIII	10	15	1,15	0,81
7	900	25.VIII	3.IX	29.VIII	10	15	1,025	0,72
Люцерна (доля в севообороте 20 %, $M_{нт}=11200$ м ³ /га)								
1	1200	13.IV	22.IV	17.IV	10	—	1,40	0,28
2	1400	6.V	15.V	10.V	10	22	1,60	0,32
3	1400	15.V	3.VI	29.V	10	18	1,60	0,32
4	1400	14.VI	23.VI	18.VI	10	17	1,60	0,32
5	1400	29.VI	8.VII	3.VII	10	17	1,60	0,32
6	1200	16.VII	25.VII	20.VII	10	17	1,40	0,29
7	1200	29.VII	7.VIII	2.VIII	10	13	1,45	0,28
8	1000	20.VIII	29.VIII	24.VIII	10	21	1,5	0,10

1	2	3	4	5	6	8	9	10
9	1000	4.IX	13.IX	8.X	10	14	0,5	0,10
Кукуруза (доля в севообороте 10 %, $M_{\text{нп}}=8200 \text{ м}^3/\text{га}$)								
1	1000	10.V	15.V	12.V	6	—	1,9	0,19
2	1000	31.V	5.VI	2.VI	6	24	2,3	0,23
3	1400	22.VI	27.VI	24.VI	6	24	2,6	0,26
4	1400	2.VII	8.VII	5.VII	6	14	2,9	0,26
5	1200	12.VII	17.VII	14.VII	6	9	2,3	0,23
6	1000	20.VII	26.VII	23.VII	6	9	1,9	0,19
7	1000	27.VII	3.VII	29.VII	6	9	1,9	0,19

В вертикальной оси графика размещают величину гидромодуля (в 1 см 0,1 л/сек. га) и в горизонтальной оси — сроки поливов культур (в 1 мм — 1 сут.). При совпадении сроков полива нескольких культур величины их гидромодулей суммируют и отмечают в графике гидромодуля как единый гидромодуль. К примеру в 1-й декаде июля поливной гидромодуль для хлопчатника составляет 0,69 л/сек. га, люцерны — 0,32 и кукурузы — 0,17 л/сек. га. Следовательно, общая величина ординаты поливного гидромодуля в этой декаде равен на $0,69 + 0,32 + 0,17 = 1,18$ л/сек. га. Из составленного графика гидромодуля видно, что потребность культур в севообороте во воде в продолжительности вегетационного периода неодинакова, т. е. ордината графика гидромодуля резко отличаются по декадам. И по этому данный график гидромодуля называют **неукомплектованным графиком** (рис. 3а). Осуществление подачи воды в севооборотный участок на основании этого графика приводят к усложнению организации и проведения полива сельскохозяйственных культур, эксплуатации поливных и сельскохозяйственных машин и агрегатов, оросительной системы, и гидротехнических сооружений на них.

С целью упорядочения режима подачи воды на орошаемые поля через оросительные сети составляют **укомплектованный график гидромодуля**. При укомплектовании графика гидромодуля особое внимание уделяют на снижение коэффициента неравномерности подачи воды. Большие перепады в удельной

водоподаче графика приведенного гидромодуля и наличие перерывов в подаче оросительной воды настоятельно требуют укомплектования графика, которое осуществляется путем изменения в определенных пределах продолжительности поливов, поливных норм ведущих культур. Например, если полив сельскохозяйственных культур проводится 16 ч. вместо 1 суток, то расход воды оросительной сети необходимо повысить на 1,5 раза. А это требует проведения реконструкцию оросительной сети. Однако, внесения корректировок в графики гидромодуля допускается в пределах, обеспечивающих оптимальной влажности почвы для отдельных культур. Так, допускается изменения продолжительности полива хлопчатника до 7–15 сут., для люцерны – до 4–16, яровой и озимой пшеницы – 10–12, кукурузы – 6–12 и овощных культур, картошки и сахарной свеклы – на 8–12 сут. (табл. 36). При этом допускается изменения среднего дня полива хлопчатника на 3–4 сут., кукурузы, люцерны, овощных и других культур на 4–5 сут. Также разрешается внесение изменения в межполивные периоды всех севооборотных культур на 5–7 сут. Изменение поливных норм культур севооборота на 100–200 м³/га не так сильно отражается во влажности почвы. При этом особое внимание следует уделить на то, чтобы произведения $q_1 \cdot t_2$ в укомплектованном графике гидромодуля должна быть равным или неотличался очень сильно от произведения $q_1 \cdot t_2$ в неукомплектованном графике гидромодуля.

Продолжительность полива с округлением на 1 или 0,5 сут. Рассчитывают по формуле $t = a \cdot m / 86,4 \cdot q_{\text{ср}}$. Укомплектованный гидромодуль рассчитывают по формуле $q = a \cdot m / 86,4 \cdot t$. Эти расчеты производить по всем культурам и поливам, на основании которого составляют *укомплектованный график гидромодуля* (рис. 3б).

Считается целесообразным за планирование одновременного полива не более одного или двух возделываемых культур. Следует соблюдения проведения поливов в оптимальные сроки, а в других случаях поливы начинать за 1 и 2 суток. А продолжительность полива можно изменить только их сокращением.

**Ведомость режима орошения для составления
укomплектованного графика гидромодуля**

Поряд- ковый номер поли- вов	По- лив- ная нор- ма, м ³ / га	Сроки поливов		Сред- ний день по- лива	Про- дол- жи- тель- ность поли- ва, сут.	Меж- по- ливной пе- риод, сут.	Ордината графика гид- ромодуля, л/сек. га
		от	до				
Хлопчатник (доля в севообороте 70 %, $M_{гр}=7300$ м ³ /га)							
1	900	15.V	30.V	22.V	16	—	0,45
2	1000	7.VI	21.VI	14.VI	15	22	0,55
3	1100	27.VI	9.VII	3.VII	13	18	0,69
4	1200	10.VII	22.VII	16.VII	13	13	0,74
5	1200	23.VII	4.VIII	29.VII	13	13	0,74
6	1000	5.VIII	17.VIII	11.VIII	13	13	0,62
7	900	21.VIII	2.IX	27.VIII	13	13	0,56
Люцерна (доля в севообороте 20 %, $M_{гр}=11200$ м ³ /га)							
1	1200	16.IV	19.IV	17.IV	4	—	0,69
2	1400	9.V	14.V	12.V	6	23	0,53
3	1400	31.V	6.VI	3.VI	7	23	0,46
4	1400	22.VI	26.VI	24.VI	5	20	0,67
5	1400	2.VII	11.VII	6.VII	10	13	0,32
6	1200	10.VII	26.VII	21.VII	10	15	0,32
7	1200	1.VIII	10.VIII	5.VIII	10	15	0,32
8	1000	18.VIII	20.VIII	19.VIII	3	15	0,71
9	1000	3.IX	7.IX	5.X	5	17	0,44
Кукуруза (доля в севообороте 10 %, $M_{гр}=8200$ м ³ /га)							
1	1000	10.V	15.V	12.V	6	—	0,20
2	1200	31.V	6.VI	3.VI	7	22	0,19
3	1400	22.VI	26.VI	24.VI	5	25	0,35
4	1400	2.VII	11.VII	6.VII	10	15	0,17
5	1200	12.VII	16.VII	14.VII	58	15	0,28
6	1000	17.VII	26.VII	21.VII	10	15	0,12
7	1000	27.VII	2.VII	29.VII	5	15	0,23

Отвечающий на все требования укомплектованный график гидромодуля позволяет равномерную подачу воды через оросительные сети и повышения их коэффициента полезного действия.

Общий потребный объем воды для проведения полива всех культур севооборота – расчетный расход оросительной сети ($Q_{\text{ит}}^{\text{max}}$, л/сек.) определяют умножением самой большой величины поливного гидромодуля (q_{max} , л/сек.) на общую площадь севооборота (F , га):

$$Q_{\text{ит}}^{\text{max}} = q_{\text{max}} \cdot F.$$

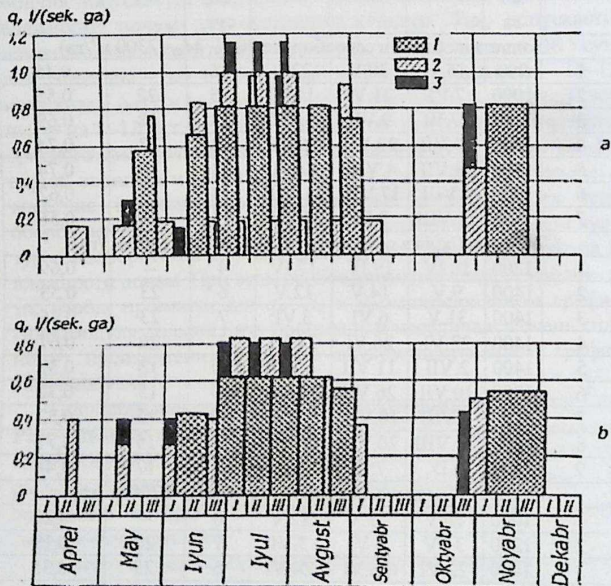


Рис. 3. Графики гидромодуля:

а – неукомплектованный; б – укомплектованный;

1 – хлопчатник; 2 – люцерна; 3 – кукуруза.

Общий потребный объем воды с учетом потерь воды в оросительной сети определяют ($Q_{бр}^{max}$, л/сек.) по следующей формуле:

$$Q_{бр}^{max} = Q_{пт}^{max} / \eta,$$

где η – коэффициент полезного действия оросительного канала.

Таким образом, поливной гидромодуль является важным звеном, который позволяет координировать размеров оросительных сетей и гидро-технических сооружений на них с потребностями культур севооборотного участка.

Вопросы для самоконтроля:

- 1. Сущность ведомостей режима орошения сельскохозяйственных культур.*
- 2. Что понимаете под поливным гидромодулем?*
- 3. Как определяется поливной гидромодуль сельскохозяйственных культур?*
- 4. Укажите виды поливного гидромодуля сельскохозяйственных культур.*
- 5. Что за приведенный гидромодуль сельскохозяйственных культур и как его определяют?*
- 7. Как определяют поливной гидромодуль для отдельных культур в севообороте?*
- 8. Как определяют поливной гидромодуль для всех культур в севообороте?*
- 9. Каким определяют общий потребный объем воды для проведения полива всех культур севооборота на основе поливного гидромодуля?*
- 10. Укажите сущность укомплектованного графика гидромодуля.*

4. СОСТАВЛЕНИЕ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОГО ПЛАНА ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории; План хозяйства указанием на нем оросительных сетей, точек водозабора, границ и номеров поливных участков, размещения; Графики приведенного гидромодуля для всех гидромодульных районов объекта.

Объекты изучения: План хозяйства; Ведомость режима орошения возделываемых культур; Площади полива в декаде; Водопотребность возделываемых культур (нетто и брутто, л/сек.) в декаде; Порядок составления заявок на получение воды.

Порядок выполнения работы: Первичные материалы для составления плана водопользования; Ведомости режима орошения возделываемых культур; Площадь полива по декадам; Общая водопотребность хозяйства (m^3); Подекадные потребности хозяйства в поливной воде (нетто и брутто, л/сек.); Составление заявок на получение воды.

Внутрихозяйственные планы составляется в целях эффективного использования оросительной воды для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур с наименьшими затратами труда и средств.

Планирование водопользования в ассоциациях водопотребителей (АВП) сводится к определению объема и динамики забора воды из государственной оросительной системы или источника орошения и установлению порядка распределения воды между фермерскими хозяйствами. Все поливы в АВП проводятся только в соответствии с внутрихозяйственными планами водопользования. Главной задачей плана водопользования является установление сроков и норм полива для всех выращиваемых культур в увязке с работами по обработке почв и уходу за растениями. Планы внутрихозяйственного водопользования составляется на вегетационный (с 1- апреля до 1- октября) и невегетационный (с 1- октября до 1- апреля) периоды.

В плане водопользования определяются расходы воды для полива всех возделываемых культур и приусадебных земель, а в

оперативных планах-графиках полива – потребное количество поливальщиков, поливных машин и агрегатов, а также сельскохозяйственных машин для нарезки временной оросительной сети, поливных борозд и проведения междурядных обработок почвы после полива и др.

Первичными материалами для составления внутрихозяйственного плана водопользования являются следующие:

1) план хозяйства в масштабе 1 : 10 000 с указанием на нем: а) оросительной сети, точек водозабора гидротехнических сооружений; б) границ и номеров поливных участков; в) границ фермерских хозяйств, размещения сельскохозяйственных угодий; г) размещения дорог и лесополос.

2) почвенно-мелиоративную карту и карту гидромодульного районирования в масштабе 1 : 10 000 или 1: 25 000;

3) ведомость режима орошения для всех возделываемых культур. В ведомости указываются площади культур (га), порядковые номера поливов, поливные нормы ($\text{м}^3/\text{га}$), сроки начала и конца поливов, продолжительность полива и ординаты поливного и приведенного гидромодуля;

4) графики приведенного гидромодуля для всех гидромодульных районов объекта.

Методика составления внутрихозяйственного плана водопользования

Ниже ознакомимся с методикой составления внутрихозяйственного плана водопользования для севооборотного участка. К примеру, севооборотный участок расположен в VI гидромодульном районе Ташкентской области. Общая площадь севооборотного участка составляет 740 га и расчетные режимы такие, как приведены в табл. 37. (Расчетные режимы орошения сельскохозяйственных культур приведены в учебном пособии «Практические занятия к сельскохозяйственным гидротехническим мелиорациям». Под. ред. Рахимбаева Ф.М. Т.: Мехнат, 1991).

На основании данных, приведенных в табл. 37 проектируют внутри-хозяйственный план водопользования, т.е. определяют

подекадные потребные объемы воды для севооборотного участка (табл. 38).

Таблица 37

Ведомость режима орошения сельскохозяйственных культур в VI гидромодульном районе Ташкентской области

Культура	Схема и оросительная норма, м ³ /га	Поливная норма, м ³ /га	Сроки полива		Продолжительность полива, сут.
			от	до	
Хлопчатник	1-3-0 5000	1200	1.VI	25.VI	25
		1300	26.VI	15.VII	20
		1300	16.VII	5.VIII	21
		1200	6.VIII	31.VIII	26
Люцерна	6 6900	1200	1.V	25.V	25
		1200	26.V	15.VI	21
		1300	16.VI	5.VII	20
		1200	6.VII	25.VII	20
		1100	26.VII	15.VIII	21
		1000	15.VIII	10.IX	26
Кукуруза	5 4800	900	11.V	31.V	21
		1000	1.VI	15.VI	15
		1000	16.VI	25.VI	10
		1000	26.VI	10.VII	15
		900	11.VII	31.VII	21

Площади полива каждой культуры по декадам (F_1) определяют по следующей формуле:

$$F_1 = (F_{\text{общ}} / t) \cdot t_1,$$

где $F_{\text{общ}}$ – общая площадь культуры, га;

t – общая продолжительность каждого полива, сут.;

t_1 – продолжительность полива культуры в каждой декаде, сут.

Например, если общая площадь хлопчатника составляет ($F_{\text{общ}}$) 500 га, общая продолжительность 1- полива составляет 25 суток, то площадь полива в 1- декаде июля составляет:

$$F_1 = (500 / 25) \cdot 10 = 200 \text{ га.}$$

Приняв к сведению, что норма 1- полива хлопчатника (m_1) составляет $1200 \text{ м}^3/\text{га}$, площадь полива хлопчатника в 1- декаде составляет 200 га (F_1), можно определить общий потребный объем воды для полива хлопчатника в этой декаде по следующей:

$$Q_{\text{общ}} = F_1 \cdot m_1 = 200 \cdot 1200 = 240\,000 \text{ м}^3.$$

На основании общего потребного объема воды ($Q_{\text{общ}}$) можно определить потребный объем воды в декаде ($Q_{\text{нт}}$) в л/сек.:

$$Q_{\text{нт}} = Q_{\text{общ}} / t \cdot 86,4 = 240\,000 / 10 \cdot 86,4 = 278 \text{ л/сек.}$$

В 1- декаде июнь месяца для проведения полива хлопчатника на площади 200 га с поливной нормой $1200 \text{ м}^3/\text{га}$ потребный объем воды в декаде по распределителю Р-7-2 составляет 278 л/сек. В этот же период для орошения люцерны на площади 71 га и кукурузы на площади 47 га потребные объемы воды соответственно составляет 99 и 54 л/сек. Для проведения полива приусадебных земель с 1-апреля по 30-сентября предусматривают выделения воды в расчете 0,45 л/сек. на каждый гектар: значить, на 20 га приусадебных земель потребный объем воды составляет $20 \cdot 0,45 = 9 \text{ л/сек.}$

Таким образом, для своевременного завершения полива с расчетными нормами хлопчатника на площади 200 га, люцерны – 71 га, кукурузы – 47 га и приусадебных земель площадью 20 га общий потребный объем воды с 1- по 10-июня ($Q_{\text{общ нт}}$) составляет:

$$Q_{\text{общ нт}} = Q_{\text{нт}}^{\text{хлоп}} + Q_{\text{нт}}^{\text{люц}} + Q_{\text{нт}}^{\text{кук}} + Q_{\text{нт}}^{\text{приус}} = 278 + 99 + 54 + 9 = 440 \text{ л/сек.}$$

Ведомость подекадных потребных объемов воды для орошения сельскохозяйственных культур в хозяйстве

Оросительная сеть и ее КПД	Культура, схема и норма полива, м ³ /га	Площадь, га	Показатели	Единица измерения	Май			Июнь			
					Декады						
					I	II	III	I	II	III	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Р-7-2 0,70	Хлопчатник 1-3-0 5000	500	t_1	сут.	0	0	0	0	10	10	5/5
			F_1	га	0	0	0	200	200	200	100/125
			$Q_{\text{общ}}$	тыс. м ³	0	0	0	240	240	240	120/162
			$Q_{\text{ит}}$	л/сек.	0	0	0	278	278	278	278/376
Люцерна 6 6900	150	t_1	сут.	10	10	10	5/6	10	5/5	10	
		F_1	га	60	60	30/44	71	35/37	75		
		$Q_{\text{общ}}$	тыс. м ³	72	72	36/53	85	42/48	98		
		$Q_{\text{ит}}$	л/сек.	83	83	83/102	99	97/111	114		
Кукуруза 2-3-1 4800	70	t_1	сут.	0	10	11	10	5/5	5/5	5/5	
		F_1	га	0	33	37	47	23/35	35/23		
		$Q_{\text{общ}}$	тыс. м ³	0	30	33	47	23/35	35/23		
		$Q_{\text{ит}}$	л/сек.	0	34	35	54	53/81	81/53		
Всего:	Приусадебные земли	20	$Q_{\text{ит}}$	л/сек.	С 1- апреля по 30- сентября постоянный ток - 9 л/сек.						
			$Q_{\text{общ ит}}$	л/сек.	92	126	127/146	440	437/479	482/552	
			$Q_{\text{общ об}}$	л/сек.	131	180	181/209	629	624/684	689/789	

Продолжение табл. 38

1	2	3	4	5	Декады						Сентябрь					
					Июль			Август			Сентябрь					
					6	7	8	9	10	11	12	13	14			
Оросительная сеть и сеть КПД Р-7-2 0,70	Культура, схема и норма полива, м ² /га	Площадь, га	Показатели	Единица измерения	Июль			Август			Сентябрь					
					I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	Хлопчатник 1-3-0 5000	500	f_1 F_1 $Q_{\text{общ}}$ $Q_{\text{ит}}$	сут. га тыс м ³ л/сек.	10	5/5	11	5/5	10	11	5/5	10	11	0	0	0
					250	125/119	262	119/96	192	212	0	0	0	0	0	0
	Людерна 6 6900	150	f_1 F_1 $Q_{\text{общ}}$ $Q_{\text{ит}}$	сут. га тыс м ³ л/сек.	5/5	10	5/6	10	5/5	11	5/5	10	11	10	0	0
					38/38	75	37/44	71	35/29	63	58	0	0	0	0	0
	Кукуруза 2-3-1 4800	70	f_1 F_1 $Q_{\text{общ}}$ $Q_{\text{ит}}$	сут. га тыс м ³ л/сек.	10	10	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					47	33	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Приусадебные земли	20	$Q_{\text{ит}}$ $Q_{\text{общ ит}}$ $Q_{\text{общ ср}}$	л/сек. л/сек. л/сек.	10	10	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					47	33	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всего:	740	$Q_{\text{ит}}$ $Q_{\text{общ ит}}$ $Q_{\text{общ ср}}$	л/сек. л/сек. л/сек.	553/548	523/505	505/495	457/366	365/346	342	76	9	0	0	0	0	
				790/783	748/721	721/707	653/523	521/490	489	109	13	0	0	0		

С 1- апреля по 30- сентября постоянный ток - 9 л/сек.

Общая потребность в воде по хозяйству:

$$Q_{\text{ит общ}} = F_{\text{кл}} \cdot M_{\text{ит}}^{\text{кл}} + F_{\text{пощ}} \cdot M_{\text{ит}}^{\text{пощ}} + F_{\text{кук}} \cdot M_{\text{ит}}^{\text{кук}} + F_{\text{пр}} \cdot M_{\text{ит}}^{\text{пр}} = 500 \cdot 5000 + 150 \cdot 6900 + 70 \cdot 4800 + 20 \cdot 7100 = 4 013 000 \text{ м}^3.$$

$$Q_{\text{ср общ}} = Q_{\text{ит общ}} / \text{Пр-7-2} = 4 013 000 / 0,70 = 5 732 857 \text{ м}^3 \approx 5 733 000 \text{ м}^3.$$

С учетом коэффициента полезного действия (η) внутрихозяйственного распределителя (Р-7-2), который равен на 0,70, объем забора воды из внутрихозяйственного распределительного канала в декаде ($Q_{бр}$) определяют по следующей формуле:

$$Q_{бр} = Q_{ит} / \eta_{Р-7-2} = 440 / 0,70 = 629 \text{ л/сек.}$$

Таким образом, в 1-декаде для проведения полива хлопчатника на площади 200 га, люцерны – 71 га, кукурузы – 47 га и приусадебных земель на площади 20 га необходимо распределять 629 л/сек. воды во внутрихозяйственный распределитель Р-7-2, это обеспечить поступления воды в хозяйство 440 л. воды в секунду, что позволяет полностью обеспечить потребность орошаемых культур с учетом их расчетного режима орошения. Расчеты по определению потребных объемов воды в других декадах проводят на основании этой же методики.

На основании расчетов подекадных потребных объемов воды подекадно оформляют заявки в водохозяйственные организации по поставке воды на получение воды в форме, приведенной в табл. 39.

Задание. Составить планы внутрихозяйственного водопользования для хлопковолюцернового севооборотного участка на основании данных, приведенных в табл. 40.

Таблица 39

Заявка на получение воду

Распределитель	Культура	Площадь, га	Сроки водораспределения		Потребный объем воды, л/сек	КПД хозяйств. распределителя	Объем распределяемой воды	
			от	до			л/с	м ³ /с
Р-7-2	Хлопчатник	500	1.VI	10.VI	278	0,70	397,1	0,3971
	Люцерна	150	1.VI	10.VI	99	0,70	141,4	0,1414
	Кукуруза	70	1.VI	10.VI	54	0,70	77,1	0,0771
	Приусадеб. земли	20	1.VI	10.VI	9	0,70	12,9	0,0129
Всего:					440	0,70	628,5	0,6285

Исходные данные для проектирования внутрихозяйственных планов водопользования

Таблица 40

№№ вариантов	Области	Почвенная зона	Гидро-модуль район	Ороситель-ная сеть и ее КПД	Культура и ее площадь, га					всего
					хлопчатник	люцерна	кукуруза	рис	присадебные земли	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Анжиданская	сероземная	IV	Савай; 0,78	83	32	18	-	9	142
2	Анжиданская	сероземная	VI	P-1-5; 0,85	116	42	16	-	14	188
3	Анжиданская	пустынная	V	P-1-1; 0,74	174	36	18	-	24	252
4	Ферганская	сероземная	IV	БФК; 0,81	156	54	28	-	27	265
5	Бухарская	сероземная	III	Ромитан; 0,72	186	47	21	-	18	272
6	Бухарская	пустынная	VII	P-3-5; 0,79	165	42	24	-	12	243
7	Навоийская	пустынная	IV	P-4-2; 0,87	203	47	22	-	8	280
8	Навоийская	сероземная	VI	P-3-7; 0,85	270	65	38	-	22	395
9	Джизакская	сероземная	III	Сан; 0,65	152	35	20	-	16	223
10	Джизакская	пустынная	VI	P-2-1; 0,72	218	44	22	-	13	297
11	Кашкардарьинская	сероземная	II	P-3-2; 0,75	174	28	17	-	12	231
12	Кашкардарьинская	пустынная	III	Юсупов; 0,84	130	47	16	-	22	215
13	Самаркандская	пустынная	IV	Нарпай; 0,79	187	53	33	-	21	294
14	Самаркандская	сероземная	VI	Уругут; 0,83	260	52	24	-	15	351

Вопросы для самоконтроля:

1. *Цель и задачи составления внутриводопользовательского плана водопользования.*
2. *Исходные материалы для составления планов водопользования в хозяйстве.*
3. *На какие периоды составляют планы водопользования?*
4. *Сущность ведомостей режима орошения сельскохозяйственных культур.*
6. *Как определяют подекадные площади полива?*
7. *Методика определения общей потребности в воде хозяйства.*
8. *Как определяют подекадную потребность в воде хозяйства (нетто, л/сек.)?*
9. *Как определяют подекадную потребность в воде хозяйства (брутто, л/сек.)?*
10. *Как оформляют заявки на получение воды?*

5. СОСТАВЛЕНИЕ ОПЕРАТИВНЫХ ПЛАНОВ-ГРАФИКОВ ПОЛИВА

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории; Внутрихозяйственный план водопользования для севооборотных культур; Наглядные пособия по составлению оперативных планов-графиков.

Объекты изучения: Календарные планы водопользования для севооборотных культур; Принципы составления оперативных календарных планов-графиков и их значение; Порядок увязки агротехнических мероприятий, проводимых до и после поливов в увязке с поливами.

Порядок выполнения работы: Задачи и порядок составления оперативных планов-графиков поливов; Определение потребного числа (n) поливальщиков или поливных машин и агрегатов в смене; Определение производительности поливальщиков или поливных машин и агрегатов в смене (сутке); Определение суточной площади полива на одной участке; Планирование площадей полива за сутки в увязке с производительностью сельскохозяйственных машин, используемых до (нарезка борозд, временных оросителей) и после полива (рыхление междурядий); оформление заявок на получение воды.

Оперативные планы-графики проведения поливов и обработок почвы после поливов составляют на основе утвержденных планов водопользования перед началом каждой десятидневки сроком на 10–15 дней с внесением необходимых коррективов на фактически складывающиеся условия погоды и состояния посевов. При составлении оперативных планов-графиков календарные сроки полива каждой культуры увязывают с другими видами сельскохозяйственных работ, проводимых до и после полива. В них также устанавливают очередность и сроки полива каждой культуры, подаваемые на поле расходы воды, поливные токи, поребное число поливальщиков, дождевальных или поливных машин, сроки нарезки поливных борозд и временной оросительной сети, проведения подкормок и послеполивных обработок, организацию поливов.

При составлении оперативного плана-графика необходимо предусмотреть, чтобы продолжительность полива каждого поля (T , сут.) должна быть минимальной. Проведение полива на площади, подкомандной одному временному оросителю не должна быть больше 2 суток.

Продолжительность полива каждого поля определяют по следующей формуле:

$$T = (F \cdot m \cdot \beta) / (86,4 \cdot Q \cdot K_{см} \cdot K_{сут}),$$

где F – площадь поля, га;

m – поливная норма, м³/га;

β – коэффициент, учитывающий потери воды во время полива (при дождевании на испарение – 1,1–1,3 и при поверхностных поливах на испарение и фильтрацию – 1,1–1,2);

Q – подаваемый на поле расход воды, л/сек.;

$K_{см}$ и $K_{сут}$ – коэффициенты использования рабочего времени дождевальных (поливных) машин соответственно за смену и сутки.

Подаваемый расход воды должен быть равен расходу одновременно работающих на поле машин.

Коэффициенты использования рабочего времени при поверхностных поливах принимают равными 1,0–0,9, а для дождевальных машин, агрегатов и установок средние величины приведены в табл. 41.

Потребное число (n) поливальщиков в смену при поверхностном способе полива и число дождевальных машин при механизированном орошении составит:

Таблица 41

Значения коэффициентов $K_{см}$ и $K_{сут}$

Коэффициенты	ДДА–100МА	ДКШ–64 «Волжанка»	ДДН–70
$K_{см}$	0,67	0,76	0,75
$K_{сут}$	0,84	1,00	1,00
β	1,10–1,20	1,15–1,25	1,20–1,30

$$n = Q / P,$$

где Q – расход воды, подаваемый на поле, л/сек.;

P – поливной ток – расход воды, который подается на поле на одного поливальщика; при механизированном орошении – подача дождевальная или поливной машиной, л/сек.

Полivной ток при поверхностном орошении в зависимости от принятой схемы и способа распределения воды, выровненности поля, длины поливных борозд или полос и некоторых других параметров изменяется от 25–30 до 120 л/сек. и более. При поперечной схеме размещения временной оросительной сети расход воды ок-арыка должен быть не более 40 л/сек., а при продольной схеме размещения – не более 60 л/сек.

По поливному току, подаче воды дождевальная машиной или установкой при разных поливных нормах сменную производительность определяют по зависимости

$$F_{\text{см}} = (3,6 \cdot t \cdot P \cdot K_{\text{см}}) / (m \cdot \beta),$$

где P – поливной ток или подача воды дождевальная машиной или установкой, л/сек.;

t – продолжительность смены, час.;

$K_{\text{см}}$ – коэффициент использования рабочего времени смены;

m – поливная норма, м³/га;

β – коэффициент, учитывающий потери воды на испарение.

Чтобы избежать больших потерь почвенной влаги на испарение, послеполивные обработки планируют вслед за поливом по мере поспевания почвы. Запоздывание с проведением культивации приводит не только к потере большого количества влаги на испарение, но и к снижению урожая. Культивация хлопчатника в период цветения только на одни сутки после наступления спелости почвы снижает урожай на 14 %. Если культивацию проводят с запозданием на шесть суток, то потери урожая достигают 30 %. При запоздании с проведением культи-

вации на 5–6 сут. половина воды, поданной на поле за полив, теряется на испарение.

Суточная площадь полива на одном поле, фермерском хозяйстве в зависимости от подаваемого расхода воды и принятой поливной нормы определяется по следующей формуле:

$$F_{\text{сут}} = (86,4 \cdot Q_{\text{нт}} \cdot K_{\text{см}} \cdot K_{\text{сут}}) / (m \cdot \beta),$$

где $Q_{\text{нт}}$ – расход воды, подаваемой на поля (поле), л/сек.

При планировании поливов сельскохозяйственных культур, требующих проведения послеполивных обработок, следует учитывать, чтобы поливаемая за сутки площадь была не менее 12–15 га, которые соответствуют суточной производительности тракторов на послеполивном рыхлении междурядий.

В пределах поливного участка число одновременно действующих временных оросителей должно быть минимальным и по возможности кратным общему числу их на поле. По каждому действующему временному оросителю желательно планировать плодачу расхода воды, близкого к максимально допустимому из условия неразмываемости и наполнения русла каналов. В связи с этим при использовании для поливов на одном поле нескольких дождевальных машин или агрегатов их целесообразно распределить по всему полю, а размещать компактно.

Задача. 3- поле второго севооборотного участка АВП «Маданият» (53 га) занято люцерной, 5- поле (60 га) и 6- поле (65 га) хлопчатником. На указанных полях во второй декаде июля должны проводить дождевальный полив машиной ДДА–100МА с поливной нормой 600 м³/га. Требуется составить оперативный план-график полива и определить необходимое количество дождевальных агрегатов, тракторов и оборудований.

Ход определения. Оперативный план-график полива составим в форме, приведенной в табл. 42. В первой очереди

необходимо определить продолжительность полива хлопчатника с площадью 178 га (53 + 60 + 65). Если учесть, что общий расход воды дождевального агрегата ДДА-100 МА составляет 130 л/сек., производительность в смену $K_{см} = 0,67$ и за сутки $K_{сут} = 0,84$ (табл. 32), потери воды на испарение (β) в среднем составляет 1,15, тогда

$$T = (F \cdot m \cdot \beta) / (86,4 \cdot Q \cdot K_{см} \cdot K_{сут}) = (178 \cdot 600 \cdot 1,15) : (86,4 \cdot 130 \cdot 0,67 \cdot 0,84) = 19,5 \text{ сут.}$$

Значит, при применении одного дождевального агрегата продолжительность полива будет составлять 19,5 сут. По заданию продолжительность полива не должна быть более 10 сут. И следовательно, для сокращения продолжительности полива в два раза больше требуется, т.е. 2 агрегата. Расход воды двух агрегатов будет составлять $2 \cdot 130 = 260$ л/сек.

Расчетную продолжительность полива определяем следующим образом:

$$T = (178 \cdot 600 \cdot 1,15) : (86,4 \cdot 260 \cdot 0,67 \cdot 0,84) = 10 \text{ сут.}$$

Суточную площадь полива двумя агрегатами равен на

$$F_{сут} = (86,4 \cdot Q \cdot K_{см} \cdot K_{сут}) / (m \cdot \beta) = (86,4 \cdot 260 \cdot 0,67 \cdot 0,84) : (600 \cdot 1,15) = 18,2 \text{ га.}$$

Таким образом суточная площадь полива двумя агрегатами ДДА-100МА составляет 18,2 га, и этот показатель указывают в оперативном плане-графике полива.

На полях, занятых хлопчатником предусматривают нарезку временных оросителей. Для этого применяется агрегат для нарезки оросителя Д-716 и трактор ДТ-75. В оперативном плане-графике предусматриваем проведение нарезку временного оросителя на 5- поле 13- и 6- поле 16 июля.

На полях, занятых хлопчатником запланируем проведения междурядных обработок почв на 3–4 сутки после поливов. Потребное количество пропашных тракторов определяем с учетом их производительности. Производительность сельскохозяйственной машины при нарезке борозд составляет 14 га, а при культивации междурядий 16 га. И следовательно, для нарезки борозд и проведения культивации после поливов требуется 1 машина.

Задание. Составит оперативный план-график полива на основании данных, приведенных в табл. 43. (Дождевальная агрегат ДДА–100МА, поливная норма 500 м³/га).

Таблица 43

Исходные данные для составления оперативных планов-графиков полива

№№ задач	Сельскохозяйственная культура и их площадь, га		
	люцерна	кукуруза	хлопчатник
1	60	20	130
2	25	30	105
3	30	10	80
4	45	25	100

Вопросы для самоконтроля:

1. Сущность оперативных календарных планов-графиков полива сельскохозяйственных культур в севообороте.
2. Принципы составления оперативных календарных планов-графиков полива сельскохозяйственных культур в севообороте.
3. Укажите принцип увязки поливов с сельскохозяйственными работами, выполняемых до и после поливов.
4. Методика определения потребного количества машин и агрегатов для выполнения сельскохозяйственных работ до и после поливов.
5. Порядок выполнения послеполивных агротехнических мероприятий в увязке с поливами.
6. Порядок оформления заявок на получение воды.

6. СОСТАВЛЕНИЕ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ РИСОСЕЮЩИХ ХОЗЯЙСТВ

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории; План рисового севооборотного участка; Наглядные пособия по календарным планам полива культур рисового севооборота.

Объекты изучения: Методика составления календарных планов полива культур рисового севооборота; Методика и порядок внесения в планы соответствующих корректировок.

Порядок выполнения работы: Режимы орошения культур рисового севооборота; Составление календарных планов водопользования для рисосеющих хозяйств; Определение подекадных потребных объемов поливной воды.

Ниже ознакомимся методикой составления календарного плана поливов для рисового севооборота площадью 360 га на основании заданных норм и сроков полива (табл. 44).

В данном случае в двух полях рисового севооборота возделывается люцерна (общая их площадь 110 га) и четыре поля занято рисом (общая их площадь 240 га). Согласно принятого режима орошения в данном районе люцерну поливают 4 раза за вегетацию с поливными нормами по 1200 м³/га. В третьей декаде апреля для создания необходимого слоя воды в 1 и 2-рисовых картах проводят первоначальное затопление с поливными нормами соответственно 3000 и 5000 м³/га, такая же мероприятия проводят в 3 и 4- рисовых картах в первой декаде мая. В остальное время вегетационного периода подача воды осуществляются с целью поддержания необходимого слоя воды в рисовой карте в соответствии с принятым режимом орошения.

Общий потребный объем воды для первоначального затопления 1-рисовой карты с площадью 60 га с нормой 3000 м³/га, 2-рисовой карты с площадью 55 га с нормой 5000 м³/га в 3-декаде апреля определяют следующим образом:

$$W = F_1 \cdot m_1 + F_2 \cdot m_2 = 60 \cdot 3000 + 55 \cdot 5000 = 455\,000 \text{ м}^3.$$

Потребный объем воды для поддержания необходимого слоя воды в 1- и 2- рисовых картах, первоначального затопления 4- и 5- рисовых карт и проведения полива в 5- поле, занятой люцерной в 1- декаде мая составляет:

$$W = F_1 \cdot m_1 + F_2 \cdot m_2 + F_3 \cdot m_3 + F_4 \cdot m_4 + F_5 \cdot m_5 = \\ = 60 \cdot 1000 + 55 \cdot 1000 + 65 \cdot 5000 + 60 \cdot 5000 + 55 \cdot 1200 = 806\,000 \text{ м}^3.$$

Потребный объем воды при круглосуточном поливе культур рисового севооборота ($Q_{\text{нетто}}$) в л/сек. определяется по следующей формуле:

$$Q_{\text{нетто}} = W / t \cdot 86,4, \text{ л/сек.},$$

где W – объем оросительной воды, подаваемой на поля за t времени, м^3 ;

t – продолжительность расчетного периода, сут.

Так, потребный объем воды в л/сек. в 3- декаде апреля ($W = 455\,000 \text{ м}^3$, $t = 10$ сут.) составляет:

$$Q_{\text{нетто}} = W / t \cdot 86,4 = 455\,000 / 10 \cdot 86,4 = 682 \text{ л/сек.}$$

Потребный объем воды в л/сек. в 1- декаде мая ($W = 806\,000 \text{ м}^3$, $t = 10$ кун) составляет:

$$Q_{\text{нетто}} = W / t \cdot 86,4 = 806\,000 / 10 \cdot 86,4 = 933 \text{ л/сек.}$$

Таким образом, потребные объемы воды в указанных декадах составляет соответственно 682 и 928 л/сек. Чтобы обеспечить подачу такого объема воды на севооборотный участок, надо учесть потери воды во внутри-хозяйственной оросительной системе, т. е. КПД системы:

Календарный план полива для рисового севооборотного участка (Общая площадь 360 га)

Распре- делитель и его КПД	Куль- тура	Пло- щадь, га	Агр.	Май			Июнь			Июль			Август			Сегр.
				И	II	III	И	II	III	И	II	III	И	II	III	
Р-4 0,90	Рис	60	3000	1000	3000	2000	2000	1000	2000	2000	2000	1500	1000	1500	1000	-
	Рис	55	5000	1000	3000	2000	2000	1000	2000	2000	2000	1500	1000	1500	1000	-
	Рис	65	-	5000	1000	3000	2000	1000	2000	2000	2000	1500	1000	1500	1000	1000
	Рис	60	-	5000	1000	3000	2000	1000	2000	2000	2000	1500	1000	1500	1000	1000
	Липоерна	55	-	1200	-	-	1200	-	-	1200	-	-	1200	-	-	-
	Липоерна	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1200	-
Потребный объем воды по декадам, тыс. м ³																
			455	806	548	605	546	313	480	546	558	360	426	438	302	125
Потребность в воде (нетто), л/сек.																
			682	928	518	555	632	368	556	632	646	379	493	507	318	145
Потребность в воде (брутто), л/сек.																
			704	1030	575	616	702	409	618	702	718	421	548	563	353	161
Общий потребный объем воды: нетто - 6513,5 и брутто - 7237,0 тыс. м ³ .																

$$Q_{\text{брутто}} = Q_{\text{нетто}} / \eta, \text{ л/сек.}$$

Потребный объем воды в л/сек. в 3- декаде апреля с учетом потерь воды во внутрихозяйственной оросительной системе ($Q_{\text{брутто}}$) составляет:

$$Q_{\text{брутто}} = 682 / 0,90 = 704 \text{ л/сек.}$$

Потребный объем воды в 1- декаде мая с учетом потерь воды во внутрихозяйственной оросительной системе ($Q_{\text{брутто}}$) составляет:

$$Q_{\text{брутто}} = 933 / 0,90 = 1037 \text{ л/сек.}$$

Для указанных декад заявку на получение воды оформляют соответственно на 704 ва 1030 л/сек.

Общий потребный объем воды для рисового севооборотного поля ($W_{\text{нетто}}^{\text{общ}}$) определяют по следующей формуле:

$$W_{\text{нетто}}^{\text{общ}} = F_1 \cdot M_1 + F_2 \cdot M_2 + \dots + F_n \cdot M_n, \text{ м}^3.$$

где M_1, M_2, M_n – оросительные нормы для отдельных культур, $\text{м}^3/\text{га}$.

Общий потребный объем воды с учетом потерь воды во внутрихозяйственной оросительной системе ($W_{\text{брутто}}^{\text{общ}}$) определяют по следующей формуле:

$$W_{\text{брутто}}^{\text{общ}} = W_{\text{нетто}}^{\text{общ}} / \eta, \text{ м}^3.$$

где η – коэффициент внутрихозяйственной оросительной системы.

Коэффициент полезного действия внутрихозяйственной оросительной системы определяют умножением коэффициентов полезного действия постоянных распределителей ($\eta_{\text{впр}}$) и временной оросительной сети ($\eta_{\text{врос}}$):

$$\eta_{\text{хст}} = \eta_{\text{вхр}} \cdot \eta_{\text{врос}}$$

При возделывании риса на засоленных землях предусматривают также промывку земель в осеннезимний период.

При повторном использовании сбросных и коллекторно-дренажных вод для орошения вносят определенные корректировки в планы водопользования, т. е. соответственно уменьшают объем забора воды из распределительных сетей.

Оперативные планы-графики полива рисового севооборота составляют на 15–20 дней при первоначальном затоплении рисовых чеков, для остального периода разрабатывают оперативные планы-графики полива на период поддержания необходимого слоя воды в чеках. Коэффициент полезного действия техники полива определяют соотношением плановых и фактических поливных норм, и осуществляют постоянный контроль за этим показателем.

Задание. Составить планы внутрихозяйственного водопользования для рисосеющих хозяйств на основании данных, приведенных в табл. 45.

Таблица 45

Исходные данные для проектирования внутрихозяйственных планов водопользования

№ вариантов	Республика, область,	Почвенная зона	Оростительная сеть и ее КПД	Культура и ее площадь, га		
				рис	Люцерна	всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Каракал-пакстан	сероземная	Куаниш; 0,76	175	650	240
2	Каракал-пакстан	сероземная	Кегейли; 0,83	542	138	680
3	Каракал-пакстан	сероземная	Р-3-1; 0,64	433	186	619

1	2	3	4	5	6	7
4	Каракал- пакстан	пустынная	Р-4-1; 0,85	375	127	502
5	Сырдарь- инская	сероземная	Р-2; 0,82	336	135	471
6	Сырдарь- инская	пустынная	Дустлик; 0,78	223	129	352
7	Ташкентская	сероземная	Карасу; 0,85	317	136	453
8	Ташкентская	пустынная	Р-3-2; 0,78	523	184	707
9	Хорезмская	сероземная	Шават; 0,80	375	109	484
10	Хорезмская	пустынная	Палван; 0,68	235	87	322

Вопросы для самоконтроля:

1. Цель и задачи составления календарных планов водопользования для рисового севооборота?

2. Исходные материалы для составления календарных планов водопользования для рисового севооборота.

3. Методика составления календарных планов водопользования для рисового севооборота.

4. Порядок внесения корректировок в планы водопользования рисосеющих хозяйств.

5. Методика определения подекадных потребных объемов воды культур рисового севооборота.

6. Методика определения годовой водопотребности (нетто и брутто) рисового севооборотного участка.

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ВОДЫ В ОТКРЫТЫХ КАНАЛАХ

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории; Макеты каналов; Наглядные пособия по определению расходов воды каналов; Вертушки для определения скоростей течения воды; Секундомеры; Измерительные рейки.

Объекты изучения: Устройство оросительных каналов; Методика выбора места учета; Методика определения скоростей течения воды поплавками; Методика измерения глубины воды в канале; Методика расчета расхода воды в каналах.

Порядок выполнения работы: *Ознакомление с устройствами каналов; Определение расхода воды в каналах простейшим способом; Определение скорости течения воды; Определение площадей живого сечения канала; Определение суточного расхода воды в каналах; Определение суточную площадь полива.*

Расход воды в открытых каналах можно установить различными способами, основанных на определении площадей живого сечения канала и скоростей течения воды в них. Скорость течения воды в канале можно определить с помощью вертушек или простейшим способом – с помощью поплавков. Ниже ознакомимся способом определения скорости течения с помощью поплавков.

Определение расхода воды в каналах с сечением в виде трапеции, измеренной поверхностными поплавками

Поверхностную скорость течения воды в каналах (v , м/сек.) можно определить простейшим способом – с помощью поплавка. Этот метод основан на определении продолжительности прохождения поплавка (t , сек.) расстояния (l , м). Определения скорости течения воды в водной поверхности в каждой точке учета проводят в нескольких повторениях. Скорость течения воды в водной поверхности определяют по каждым повторениям в отдельности:

$$v_1 = l / t_1; v_2 = l / t_2; v_3 = l / t_3 \text{ и } v_4 = l / t_4.$$

Для расчета среднюю скорость течения воды в водной поверхности следует брать результаты учета, которые не резко отличаются друг от друга:

$$v = (v_1 + v_3) / 2.$$

Среднюю скорость течения воды в канале ($V_{\text{ср}}$) определяют умножением скорости течения воды в водной поверхности (v) на коэффициент шероховатости канала (d):

$$V_{\text{cp}} = v \cdot d,$$

где d – коэффициент шероховатости, зависящий от технического состояния русла канала (он колеблется в пределах от 0,55 до 0,75).

Площадь живого сечения каналов (F , м²) определяют по следующей формуле:

$$F = [(a + b) / 2] \cdot h,$$

где a – ширина канала в водной зеркале, м;

b – ширина дна канала, м;

h – средняя глубина воды в канале, м.

Зная площадь живого сечения канала (F) можно определить расход воды в канале (Q , м³/сек) по следующей формуле:

$$Q = F \cdot V_{\text{cp}}.$$

где V_{cp} – средняя скорость течения воды в канале, м/сек.

Задача 2. Определить расход воды в канале при следующих данных: длина участка канала (l), где проводится учет для определения скорости течения воды в водной поверхности – 90 м, среднее время прохождения поплавком участка длиной l метров 180 сек., коэффициент шероховатости русла канала – 0,7, ширина канала в водной поверхности (a) – 1,2 м и ширина дна канала (b) – 0,3 м, средняя глубина воды в канале (h) – 0,4 м.

Скорость течения воды в водной (поверхности) зеркале (v , м/сек.) составляет:

$$V = l_{\text{общ}} / t_{\text{общ}} = 90 / 180 = 0,5 \text{ м/сек.}$$

Средняя скорость течения воды в канале составляет:

$$V_{\text{cp}} = v \cdot d = 0,5 \cdot 0,7 = 0,35 \text{ м/сек.}$$

Площадь живого сечения канала равен:

$$F = [(a + b) / 2] \cdot h = [(1,2 + 0,3) / 2] \cdot 0,4 = 0,30 \text{ м}^2.$$

Таким образом, расход воды в канале (Q) равен на следующее:

$$Q = v_{\text{cp}} \cdot F = 0,35 \cdot 0,30 = 0,105 \text{ м}^3/\text{сек. или } 105 \text{ л/сек.}$$

Расход воды в канале за сутки ($Q_{\text{сут}}$, $\text{м}^3/\text{сут.}$) определяют по формуле

$$Q_{\text{сут}} = Q \cdot t \cdot \eta, \text{ м}^3/\text{сут.},$$

где t – число секунд в сутке;

η – коэффициент полезного действия канала.

Задача 3. Определить возможную суточную площадь полива ($S_{\text{сут}}$) при следующих данных: поливная норма (m) – 1060 $\text{м}^3/\text{га}$ и коэффициент полезного действия канал (η) – 0,85.

Решение задачи: Суточная площадь ($S_{\text{сут}}$) полива с количеством воды, поступающей за сутки равен:

$$S_{\text{сут}} = (86\,400 \cdot Q / m) \cdot \eta = (86\,400 \cdot 0,105 / 1060) \cdot 0,85 = 7,3 \text{ га.}$$

где $Q_{\text{сут}}$ – суточная площадь полива, га;

86 400 – число секунд в сутке;

η – коэффициент полезного действия канала;

m – поливная норма, $\text{м}^3/\text{га}$.

Таким образом, в данной условии суточную площадь полива составляет 7,3 га.

Задание. Определить расход воды в канале (Q) в м³/сек и общее количество воды, поступающее за T суток ($Q_{\text{общ}}$) в м³ и возможную площадь полива ($S_{\text{общ}}$, га) в гектарах с водой, поступающей за T суток по исходным данным, приведенных в табл. 46.

Таблица 46

Исходные данные для определения расхода воды в открытых оросительных каналах

Показатели	Номера задач					
	1	2	3	4	5	
Длина участка для определения скорости течения воды (l), м	20,0	22,5	20,6	18,5	19,0	
Время прохождения / расстояния поплавком (t), сек.	t_1	31,0	30,1	33,0	28,6	31,0
	t_2	26,0	37,1	28,0	27,0	30,0
	t_3	28,0	37,0	29,0	29,0	33,0
	t_4	27,0	33,0	31,0	31,0	29,0
Кэффициент шероховатости (d)	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	
Средняя глубина воды в канале (h), м	0,47	0,53	0,43	0,38	0,42	
Ширина канале в водной зеркале (a), м	0,65	0,70	0,60	0,50	0,45	
Ширина дна канала (b), м	0,30	0,34	0,28	0,25	0,20	
Кэффициент полезного действия канала (η)	0,80	0,75	0,70	0,85	0,65	
Поливная норма хлопчатника (m), м ³ /га	960	850	1050	1000	1100	
Продолжительность полива (T), сут.	2	3	4	5	6	
Расход воды в канале (Q), м ³ /сек.						
Расход воды в канале за T сутки ($Q_{\text{общ}}$), м ³						
Общая площадь полива ($S_{\text{общ}}$), га						

Вопросы для самоконтроля:

1. *Методика определения расхода воды в открытых каналах простейшим способом.*
2. *Требования к выбору места проведения учета расхода воды.*
3. *Методика учета скоростей течения воды поплавками.*
4. *Методика измерения глубины воды в канале измерительными рейками.*
5. *Методика расчета суточного расхода воды в каналах за сутки.*
6. *Методика определения возможную площадь полива с водой, поступающей за сутки.*

8. УЧЕТ РАСХОДА ВОДЫ В ТРУБОПРОВОДАХ

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории; Технологические схемы размещения трубопроводов на полях; Наглядные пособия по определению расхода воды в трубопроводах.

Объекты изучения: Преимущества распределения воды с помощью трубопроводов; Методика определения расхода воды в трубопроводах; Скорость течения воды в трубопроводах; Методика определения уклона и площадей поперечного сечения трубопроводов; Методика расчета суточного или сменного расхода воды трубопроводов.

Порядок выполнения работы: Расчет расхода воды трубопроводов; Методика определения скорости течения воды в трубопроводе; Определение уклона трубопровода; Определение поперечного сечения трубопровода; Определение суточного расхода воды трубопровода.

В условиях дефицита поливной воды, наблюдаемого в последние годы особое внимание уделяется на применение закрытых трубопроводов для транспортировки и распределения поливной воды. В настоящее время для полива пропашных культур все шире вместо временных оросителей и выводных борозд применяют гибкие и жесткие переносные трубопроводы.

Это позволяет автоматизировать распределения воды в поливные борозды независимо от рельефа полей при значительном увеличении фронта распределения.

В условиях применения трубопроводов прекращается потери воды на испарение и фильтрацию – коэффициент полезного действия (КПД) оросительной сети составит 0,98–0,99, производительность труда поливальщика

за смену повышается в 2,0–2,5 раза и коэффициент земельного использования повышается на 10–15 %. В условиях применения поливных трубопроводов происходит равномерное распределения воды по бороздам.

Схема полива с помощью трубопроводов выглядит так: вода подается в транспортирующей (или непосредственно в поливной) трубопровод сифоном или насосом из открытой сети или же из гидранта закрытой оросительной сети. Из транспортирующего трубопровода вода поступает в поливной трубопровод, на котором имеются отверстия через 60, 70 или 90 см. При укладке трубопровод размещают на поле так, что отверстия располагаются против поливных борозд.

Закрытые трубопроводы размещают на полях по поперечной или продольной схемах. Расстояния между параллельными трубопроводами при размещении их по продольной схеме принимают равную длине поливной борозды, а при поперечной схеме их размещения – параллельно к транспортирующим трубопроводам.

Расходы воды трубопроводов определяют с помощью специальных счетчиков, а расход насосной станции – по специальной таблице расходов.

Ниже озакомимся с простейшим способом определения расхода воды трубопроводов.

Расход воды трубопровода (Q , м³/сек.) определяют по следующей формуле:

$$Q = w \cdot v,$$

где w – площадь поперечного сечения трубопровода, м²;
 v – скорость течения воды в трубопроводе, м/сек.

Таким образом, для определения расхода воды трубопровода требуется знать площадь поперечного сечения трубопровода и скорость воды в трубопроводе.

Скорость воды в трубопроводе определяют по следующей формуле, предложенной Дюпелю:

$$v = 25,5 \cdot \sqrt{d \cdot i},$$

где d – внутренний диаметр трубопровода, м;

i – продольный уклон трубопровода;

25,5 – постоянное число.

Продольный уклон трубопровода определяют на основании длины (l , м) и высотных разниц начальной и конечной частей трубопровода (h , м):

$$i = h / l.$$

Площадь живого (поперечного) сечения трубопровода (w , м²) определяют по следующей формуле:

$$w = \pi \cdot d^2 / 4,$$

где d – внутренний диаметр трубопровода, м;

Задача 1. На основании следующих данных определить суточный расход воды трубопровода и суточную площадь полива поступающей водой: внутренний диаметр трубопровода (d) 360 мм, высотные разницы начальной и конечной частей трубопровода (h) 140 мм, длина трубопровода (l) 60 м.

Решение. Продольный уклон трубопровода равен на следующее:

$$i = h / l = 0,14 / 60 = 0,004.$$

Скорость воды в трубопроводе равна на следующее:

$$v = 25,5 \cdot \sqrt{d \cdot i} = 25,5 \cdot \sqrt{0,36 \cdot 0,004} = 25,5 \cdot 0,038 = 0,969 \text{ м/сек.}$$

Площадь поперечного сечения трубопровода:

$$W = \pi \cdot d^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,36 / 4 = 0,102 \text{ м}^2.$$

Расход воды трубопровода в м³ в секунду:

$$Q = w \cdot v = 0,969 \cdot 0,102 = 0,0988 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Суточный расход воды трубопровода равен на

$$Q_{\text{сут}} = Q \cdot t = 0,0988 \cdot 86\,400 = 8\,467 \text{ м}^3,$$

где t – число секунд сутки.

Если поливная норма возделываемой культуры составляет (m) 1000 м³/га и коэффициент полезного действия трубопровода равен на 0,99, площадь полива в сутке (W , га) определяем по следующей формуле:

$$W = (Q_{\text{сут}} / m) \cdot \eta = (8\,467 / 1\,000) \cdot 0,99 = 8,3 \text{ га,}$$

где η – коэффициент полезного действия трубопровода.

Таким образом, за сутки трубопроводом поступает 8467 м³ воды и этим объемом воды можно поливать 8,3 га хлопчатника.

Задание. Определить расход воды трубопроводов и возможную площадь полива хлопчатника по исходным данным, приведенным в табл. 47.

Таблица 47

**Исходные данные для определения расхода воды
трубопроводов и возможную площадь полива хлопчатника**

Т. г.	Показатели	Номера задач				
		1	2	3	4	5
1	Внутренний диаметр трубопровода (d), мм	360	240	370	275	380
2	Высотные разницы начальной и концевой частей трубопровода (h), мм	80	150	130	120	136
3	Длина трубопровода (l), м	40	35	60	65	70
4	Продолжительность полива (T), сут.	24	36	48	12	56
5	Поливная норма (m), м ³ /га	750	900	800	850	950
6	Коэффициент полезного действия трубопровода (η)	0,97	0,96	0,98	0,99	0,95
7	Расход воды трубопровода (Q), м ³ /сек.					
8	Расход воды трубопровода за T сутки ($Q_{\text{общ}}$), м ³					
9	Площадь полива ($S_{\text{общ}}$), га					

Вопросы для самоконтроля:

1. Значение применения поливных трубопроводов при поливе сельскохозяйственных культур?
2. Методика определения расхода воды трубопроводов.
3. Методика определения скорости воды в трубопроводе.
4. Методика определения уклона и поперечного сечения трубопровода.
5. Методика определения суточного расхода воды трубопровода.
6. Определение возможную площадь полива в смене водой, поступающей через трубопровод за определенный период (сутки).

9. УЧЕТ РАСХОДА ВОДЫ ВО ВРЕМЕННОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории; Водосливы Чиполетти и Томсона.

Объекты изучения: Водосливы, применяемые для учета расхода воды во временной оросительной сети и их устройства; Методика учета расхода воды водосливами; Требования к установке водосливов во временную оросительную сеть; Использование специальных таблиц для учета расхода воды через водосливы.

Порядок выполнения работы: Устройства водосливов для учета воды во временной оросительной сети; Формулы для расчета поступающего объема поливной воды через водосливы; Определение поступающего объема воды через водосливы с помощью таблиц и графиков.

Наиболее распространенными водосливами для учета воды во временной оросительной сети в настоящее время являются трапециевидальный водослив Чиполетти и треугольный водослив Томсона.

Учет воды треугольным водосливом Томсона

Устройство водослива. Треугольный водослив Томсона предназначен для измерения малых расходов воды (1–45 л/сек.) на небольших оросителях или сбросах, а также в голове или конце поливных борозд. Форма выреза отверстий у водослива треугольная (1): 30° , 45° и 90° . Чаще всего применяют треугольный водослив с прямым углом при вершине, то есть $\alpha = 90^\circ$ (ВТ–90). Водослив Томсона делают из металлического листа толщиной 2–4 мм и оборудуют его водомерными рейками с сантиметровыми и миллиметровыми делениями (2) (см. рис. 4). Если водосливы изготовлены из кровельной железы, их укрепляют на деревянном щите или вделывают в бетонную стенку.

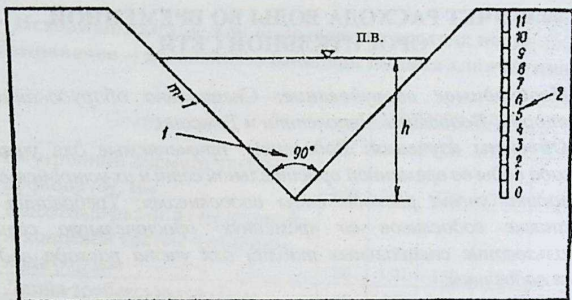


Рис. 4. Треугольный водослив Томсона с $\angle \alpha = 90^\circ$ (ВТ-90): 1 – 90 градусный угол; 2 – водомерная рейка; h – напор воды, м; п.в. – поверхность воды.

При оборудовании гидрометрического поста водосливом Томсона необходимо соблюдать следующие условия:

- водослив должен устанавливаться на прямолинейном русле канала с таким расчетом, чтобы ниже его образовывался перепад, исключающий возможность подтапливания его снизу;
- плоскость водослива должна быть строго вертикальна к поверхности воды и перпендикулярна оси оросителя;
- перед водосливом устанавливают успокоительный бассейн, чтобы исключить влияние на напор подходной скорости потока. Размеры успокоительного бассейна зависят от количества пропускаемой через водослив воды, размеров самого водослива и уклона русла оросителя, на котором установлен водослив. Чем уклон оросителя больше, тем больше скорость движения воды и тем больше по длине должен быть успокоитель;
- слив воды через порог водослива должен быть свободным, т.е. без подпора со стороны нижнего бьефа. Порог водослива должен быть выше максимального уровня воды в нижнем бьефе на 3–5 см;
- водомерные рейки для замера напора (слоя) или расходов воды крепят на плоскости водослива, обращенной к верхнему

бьефу. Нуль на шкале рейки должен совпадать с порогом водослива. Шкала рейки наносится на расстояние 4–5 см от боковых кромок выреза водослива.

Производство отсчетов. Прежде чем делать отсчет, необходимо смыть со шкалы водослива ил и пену, налипающие на них. Сам отсчет производить, став против шкалы, для чего следует положить доску. Глаза наблюдателя должен быть возможно ближе к урезу воды, чем обеспечивается точность отсчета. Если вода, в силу большого тока, колеблется, то на шкале отсчитывается среднее положение, занимаемое урезом воды. Следует стремиться производить отсчеты с точностью 0,1 см, определяя их наглаз.

Частота снятия данных по рейке зависит от характера изменения расходов воды, подаваемой по оросителю. Если ороситель работает переменными расходами, то частота замеров принимаются равной 3–4 ч. При постоянном расходе по оросителю вполне достаточно производить замеры 3–4 раза в сутки.

Расход воды (Q , л/сек.) определяют по следующей формуле:

$$Q = 1,4 \cdot H^{5/2} \text{ или } Q = 1,4 \cdot H^2 \cdot \sqrt{H}.$$

Величина напора H должна быть не меньше 0,005 м. Вероятная ошибка измерения расхода воды треугольным водосливом с прямым углом при вершине не более 2 %.

Задача. Угол водослива Томсона при вершине $\alpha = 90^\circ$, напор на пороге водослива $H = 0,36$ м.

Решение. Подставляя в формулу $H = 0,36$ м получаем:

$$Q = 1,4 \cdot H^{5/2} = 1,40 \cdot 0,36^{5/2} = 0,108 \text{ м}^3/\text{сек} = 108 \text{ л/сек.}$$

Задание: Определить расход воды через треугольный водослив Томсона по исходным данным, приведенных в табл. 48.

Исходные данные к вычислению расхода воды через водослив Томсона ВТ-90

№ п. п.	Показатели	Варианты				
		1	2	3	4	5
1	Напор воды (H), м	70	100	120	140	150
2	Продолжительность подачи воды (T), час.	8	16	24	32	40
3	Расход воды (Q), л/сек.					
4	Общий расход воды ($Q_{\text{общ}}$), м ³					

Учет воды трапецидальным водосливом Чиполетти

Устройство водослива. Трапецидальный водослив Чиполетти (ВЧ) – водослив в тонкой стенке (с острыми ребрами) имеет вырез, суживающийся книзу, с наклоном боковых сторон 1:1/4. Предназначен для измерения малых расходов воды (ВЧ-50 – 50–60 л/сек., ВЧ-75 – 100–230 л/сек. и в целом до 650 л/сек.) на небольших оросителях или сбросах, а также в участковых оросителях (рис. 5).

Водослив Чиполетти делают из металлического листа с ребрами жесткости из уголка или швеллера. Можно его устроить и из деревянного щита. В последнем случае кромку выреза заостряют односторонним срезом со стороны нижнего бьефа. Кроме отверстия деревянного щита закрепляют листовым железом со стороны верхнего бьефа. Имеются следующие конструкции с шириной порога 25 см (ВЧ-25), 50 см (ВЧ-50), 75 см (ВЧ-75), 100 см (ВЧ-100), 125 см (ВЧ-125) и другие.

При оборудовании гидрометрического поста водосливом Чиполетти необходимо соблюдать следующие условия:

-водослив должен устанавливаться на прямолинейном русле канала с таким расчетом, чтобы ниже его образовывался перепад, исключающий возможность подтапливания его снизу;

-плоскость водослива должна быть строго вертикальна к поверхности воды и перпендикулярна оси оросителя;

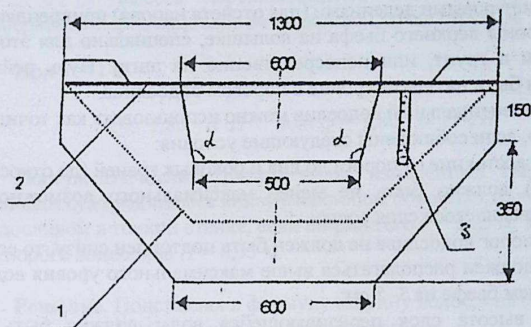


Рис. 5. Трапецидальный водослив Чиполетти (ВЧ-50):
 1 – русло временного оросителя; 2 – поверхность
 временного оросителя; 3 – водомерная рейка; $\angle\alpha = 10^\circ$.
 (Единицы измерения в мм).

-перед водосливом устанавливают успокоительный бассейн, чтобы исключить влияние на напор подходной скорости потока. Размеры успокоительного бассейна зависят от количества пропускаемой через водослив воды, размеров самого водослива и уклона русла оросителя, на котором установлен водослив. Чем уклон оросителя больше, тем больше скорость движения воды и тем больше по длине должен быть успокоитель;

-слив воды через порог водослива должен быть свободным, т.е. без подпора со стороны нижнего бьефа. Порог водослива должен быть выше максимального уровня воды в нижнем бьефе на 3–5 см;

-водомерные рейки для замера напора (слоя) или расходов воды крепят на плоскости водослива, обращенной к верхнему бьефу. Нуль на шкале рейки должен совпадать с порогом водослива. Шкала рейки наносятся на расстояние 4–5 см от боковых кромок выреза водослива.

Порог водослива устанавливают горизонтально с помощью уровня или нивелира. Водомерную рейку с сантиметровыми и

миллимет-ровыми делениями (для отсчета напора) прикрепляют со стороны верхнего бьефа на колышке, специально для этого забитом в грунт, или непосредственно на щите. Нуль рейки должен быть на одном уровне с порогом водослива.

Трапецеидальный водослив можно использовать как точный прибор, если соблюдены следующие условия:

а) расстояние от порога до дна и боковых граней (до откосов канала) должно быть не менее максимального возможного переливающегося слоя воды;

б) порог водослива не должен быть подтоплен снизу, то есть порог должен располагаться выше максимального уровня воды в нижнем бьефе на 3–5 см;

в) высота слоя переливающейся воды должна быть в пределах от $\frac{1}{10}$ до $\frac{1}{3}$ ширины порога;

г) ширины порога должна быть в пределах 0,2–1,5 м. При большей ширине водослив нужно тарировать;

д) водослив располагают нормально к потоку (ось выреза водослива должна совпадать с осью потока) и строго отвесно (плоскость водослива должна быть строго вертикальна к поверхности воды);

е) перед водосливом устанавливают успокоительный бассейн, чтобы исключить влияние на напор подходной скорости потока;

Частота снятия данных по рейке зависит от характера изменения расходов воды, подаваемой по оросителю. Если канал работает переменными расходами, то частота замеров принимаются равной 3–4 ч. При постоянном расходе по каналу вполне достаточно производить замеры 3–4 раза в сутки.

Описанный водомер обладает высокой точностью. Вероятная ошибка измерения расхода воды треугольным водосливом с прямым углом при вершине $\pm 2\%$.

Расход воды определяют по следующей формуле:

$$Q = 1,86 \cdot b \cdot H^{3/2} \text{ или } Q = 1,86 \cdot b \cdot H \sqrt{H}.$$

где Q – расход, л/сек.;

b – ширина порога, м;

H – высота переливающейся слоя (напор) воды, измеряемая перед водосливом внекривой спада струи, м.

При $b = 1$ м

$$Q = 1,86 \cdot b \cdot H^{3/2} \text{ или } Q = 1,86 \cdot b \cdot H \sqrt{H}.$$

Задача. Вычислить расход воды, измеренный трапецидальным суживающимся книзу с наклоном боковых стенок 1:1/4 водосливом в тонкой стенке, если ширина его $b = 1,25$ м, а напор на пороге водослива $H = 0,35$ м.

Решение. Подставляя в формулу ширину водослива $b = 1,25$ м и напор $H = 0,35$ м, вычисляем расход воды:

$$Q = 1,86 \cdot b \cdot H^{3/2} = 1,86 \cdot 1,25 \cdot 0,35^{3/2} = 0,480 \text{ м}^3/\text{сек.} = 480 \text{ л/сек.}$$

Задание: Определить расход воды через трапецидальный водослив Чиполетти по исходным данным, приведенных в табл. 49.

Таблица 49

Исходные данные к вычислению расхода воды через трапецидальный водослив Чиполетти

№ п.п.	Показатели	Варианты				
		1	2	3	4	5
1	Ширина порога водослива (b), м	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25
2	Напор воды (H), м	80	90	100	110	125
3	Продолжительность подачи воды (T), час.	24	36	48	60	72
4	Расход воды (Q), л/сек.					
5	Общий расход воды ($Q_{\text{общ}}$), м ³					

Пользование таблицами и производство вычислений и подсчетов

При поливе по заданной норме могут быть два случая для расчетов и вычислений: а) когда величина струи должна быть строго выдержанной и постоянной на протяжении всего полива; б) когда струя не задана и может колебаться в известных пределах.

Условие 1. Требуется вычислить, какова должна быть продолжительность полива при заданной величине струи, чтобы вылить заданную норму при следующих условиях: необходимо полить поле по бороздам, поле имеет 100 борозд, площадь поля 0,7 га, длина борозды 100 м. Поливная норма $1000 \text{ м}^3/\text{га}$ или на площадь 0,7 га – 700 м^3 . Полив без сброса воды. Струя в каждую борозду 0,3 л/сек.

Методика расчета. На 1 борозду в 1 секунду нужно дать 0,3 л воды, на 100 борозд – 30 л/сек., что для одной минуты составит $1,800 \text{ м}^3$. Зная размер водослива (например, водослив ВЧ-50), в соответствующей табл. 50 находим высоту нужного напора: в нашем случае она составляет 10,0 см. Эту высоту напора нужно поддерживать на водосливе на протяжении всего полива.

Пропуская через водослив в одну минуту $1,800 \text{ м}^3$ воды, указанную площадь по заданной норме потребуется поливать $700 : 1,800 = 388$ мин. или же 6 часов 28 мин.

В случае полива со сбросом сбросная вода учитывается специально поставленным водосливом в точке сброса воды с участка и для выяснения действительно оставшейся на поле воды сброшенная вода вычитывается из нормы вылитой на поле воды, по показаниям первого водослива. Момент окончания полива настанет тогда, когда все количество вылитой по данный момент воды, за вычетом сброса на тот же момент, будет равно заданной норме, т.е. для нашего примера – 700 м^3 .

Условие 2. Поливная струя меняется, и следовательно, меняются и показания напора воды на водосливе. (Другие условия как и при задаче 1).

Методика расчета. Порядок учета воды будет в этом случае иметь ту особенность, что вместо забот о поддержании одинаковой струи необходимо через правильные промежутки времени (5–10 мин.) регистрировать напор на водосливе. Затем из двух рядом стоящих отсчетов, данного и предыдущего, берется средняя величина напора для этого отрезка времени (5–10 мин.).

В таблице расходов воды через водослив Чиполетти находят в соответствующей графе величину расхода (табл. 50) и заносят его в водосливную книжку, прибавляя каждый раз получаемую величину к сумме предыдущих на счетах, пока ненаберется требуемое количество, отвечающее заданной на поле или делянку норме.

Порядок учета воды по водосливу Томсона такие же, как и при использовании водослива Чиполетти.

Таблица 50

Таблица расходов воды через водосливы Чиполетти и Томсона, л/сек.

<i>H</i> , см	ВЧ-50	ВЧ-75	ВТ-90	<i>H</i> , см	ВЧ-50	ВЧ-75	ВТ-90
1	2	3	4	5	6	7	8
3,0	5			16,5	64	94	15,0
3,5	6			17,0	67	98	17,0
4,0	7			17,5	70	103	18,0
4,5	9			18,0	73	108	19,0
5,0	10	16	0,8	18,5	76	114	20,0
5,5	12	18	0,9	19,0	79	120	22,0
6,0	14	21	1,3	19,5	82	124	23,0
6,5	16	23	1,5	20,0		128	25,0
7,0	18	26	1,8	20,5		132	26,0
7,5	20	30	2,1	21,0		136	28,0
8,0	22	33	2,5	21,5		140	30,0
8,5	24	36	2,9	22,0		145	32,0
9,0	26	39	3,3	22,5		150	33,0

1	2	3	4	5	6	7	8
9,5	28	42	3,9	23,0		154	36,0
10,0	30	46	4,5	23,5		160	38,0
10,5	32	49	5,0	24,0		166	40,0
11,0	35	52	5,6	24,5		170	42,0
11,5	37	55	6,2	25		175	44,0
12,0	40	59	7,0	25,5		180	
12,5	42	63	7,7	26,0		186	
13,0	44	66	8,5	26,5		191	
13,5	47	70	9,3	27,0		197	
14,0	50	74	10,0	27,5		202	
14,5	52	78	11,0	28,0		208	
15,0	55	82	12,0	28,5		214	
15,5	58	86	13,0	29,0		220	
16,0	61	90	14,0	29,5		225	

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие водосливы применяют для учета воды во временной оросительной сети?

2. Устройства водослива Чиолетти.

3. Устройства водослива Томсона.

4. Требования к установке водосливов во временную оросительную сеть.

5. Производство отсчетов поступающего через водосливы поливной воды.

6. Формула для расчета поступающего объема поливной воды через водослив Томсона.

7. Формула для расчета поступающего объема поливной воды через водослив Чиолетти.

8. Определение поступающего объема воды через водосливы с помощью таблицы.

9. Определение поступающего объема воды через водосливы с помощью графиков.

10. ДОКУМЕНТЫ ПО УПОРЯДОЧЕНИЮ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ВОДОПОТРЕБИТЕЛЯМИ И АССОЦИАЦИЯМИ ВОДОПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Необходимое оборудование: Специально оборудованные аудитории; *Образцы следующих документов:* журнал учета воды, договор о поставке и использованию поливной воды, *типовой договор между ассоциациями водопотребителей и фермерскими и другими водопотребителями об оказании платных водохозяйственных услуг.*

Объекты изучения: Журнал учета воды; Договор о поставке и использованию поливной воды; *Типовой договор между ассоциациями водопотребителей и фермерскими и другими водопотребителями об оказании платных услуг.*

Порядок выполнения работы: Ознакомление с порядком журнала учета воды; Ознакомление с договором о поставке и использованию поливной воды; Ознакомление с типовым договором между ассоциациями водопотребителей и фермерскими и другими водопотребителями об оказании платных услуг.

10.1. Журнал учета воды

Министерство сельского хозяйства Республики Узбекистан

Министерство сельского хозяйства
Республики Каракалпакстан

Управление сельского и водного хозяйства
Ходжейлийского района

Ассоциация водопотребителей _____

ЖУРНАЛ УЧЕТА ВОДЫ

Ассоциация водопотребителей _____

Председатель ассоциации, фамилия, имя, отчество

Фамилия, имя, отчество гидротехника ассоциации

Фамилия, имя, отчество фермера

Направление хозяйства _____

Орошаемая площадь _____ га, в.т.ч. площади посева
_____ га.

Отметка организации водного
надзора:

«Да»

«Нет»

1. Получен воды по норме

2. Получен сверх нормы воды

3. Получен меньше нормы воды

Памятка: за каждое самовольно полученное лишнее или сверхлимитное количество воды на основе закона Республики Узбекистан «О воде и о пользовании водой» водопотребитель (фермер) штрафуются. Составляется акт между Ассоциациями водопотребителей и фермером и взимается штраф.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ПОСЕЯННЫМ КУЛЬТУРАМ И НОРМАМ ПОЛИВА

№ п.п.	Культура	Площадь, га	Поливная норма, м ³ /га	Коэффициент использования воды	Общий объем полученной воды, м ³ /га
а) первый урожай					
б) второй урожай					

№ п.п.	Тип источника воды	Река	Магистральный канал	Межхозяйственный канал	Внутрихозяйственный канал	Участковый распределитель
1						
2						
3						
4						

Способ получения воды	Да	Нет
Поверхностный (самотоком)		
С помощью насосной станции		

Примечание: Знак«+» следует поставить напротив осуществленного способа.

Печать фермера _____.

Печать гидротехника АВП _____.

10.2. ДОГОВОР О ВОДОСНАБЖЕНИИ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Регистрирован хокимиятом

_____ района
« ____ » _____ 20__ года.
за № _____.

Заместитель хокима _____

(Ф.И.О.)

(Подпись)

« ____ » _____ 20__ года
(М.П.)

Управление сельского и водного хозяйства _____
района, в дальнейшем в контексте «Снабженец», от имени
которого начальник управления _____ на
основании действующего устава Управления с одной стороны,
_____ в дальнейшем
в контексте «Потребитель» _____, от имени
которого с другой стороны был составлен данный договор о
водоснабжении и пользовании им.

I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Потребитель и Снабженец осуществляют данный договор на основании закона «О воде и о ее использовании», постановления Кабинета Министров № 385 от 3 августа 1993 года «Об использовании в Республике Узбекистан воды по лимитам» и «Кодекса о налогах».

1.2. Общеустановленное лимитное количество воды по сезонам определяется на основе сведений гидрометеорологических служб и до начала сезона вышестоящими организациями доводится до сведения Снабженца.

II. ОБЯЗАННОСТИ СНАБЖЕНЦА

2.1. Снабженец, на основании потребного объема воды, определенного потребителями на основании режима орошения сельскохозяйственных культур с учетом общего выделенного лимитного объема воды, устанавливает ограниченное количество воды для каждого потребителя и обеспечивает пропорциональное распределение их всем потребителям по источникам воды.

2.2. Снабженец в 20__–20__ водохозяйственном году через зарегистрированные и запланированные точки получения воды потребителя:

(названия сооружений для получения воды с
межхозяйственных каналов)

по установленным срокам, сезонам и декадам, предусмотренных в плане использования воды, составленного на основе режимов возделываемых культур в 20__–20__ годы обязывается поставлять лимитное количество воды, указанных во 2- приложении в оросительном сезоне, и в 1- приложении в осеннезимний период.

В оросительном сезоне 20__–20__ водохозяйственного года общее выделенное лимитное количество воды потребителя составляет _____ млн. м³, в том числе для полива _____ млн. м³ и для не ирригационных расходов _____ млн. м³.

Общее количество воды, выделенное Потребителю в осеннезимний период 20__–20__ водохозяйственного года составляет _____ млн. м³, в том числе для полива _____ млн. м³ и для не ирригационных расходов _____ млн. м³.

2.3. Снабженец обеспечивает выполнение плана использования воды Потребителя для последующей декады на основании заявок для получения воды, предоставляемого за 5 суток до

начала декады, составленной с учетом реальных погодных условий и потребностей сельскохозяйственных культур к воде.

2.4. В чрезвычайных условиях при слишком малом обеспечении воды во время сезона или в отдельные его периоды Снабженец имеет право внести соответствующие корректировки в общее лимитное количество воды и должен оповестить об этом Потребителя не позднее за 5 суток до начала декады.

2.5. Снабженец обеспечивает оборудование точек выдела воды водоизмерительными приборами, своевременную их аттестацию и выполнение сравнительных работ (тарировку).

III. ОБЯЗАННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЯ

3.1. Потребитель обязуется эффективно использовать в намеченных целях выделенное ему лимитное количество воды, не допускать неорганизованных сбросов воды из посевных площадей и оросительных систем.

3.2. Потребитель на основе внутреннего договора осуществляет услуги водоснабжения всем пользователям на территории хозяйства (фермерам, арендаторам и населению, имеющих приусадебные участки).

3.3. Потребитель обеспечивает сохранность сооружений для учета воды, установленных на точках выдела воды, рабочее их состояния, недопущения выхода их из строя и пропажу.

3.4. Потребитель обязывается:

- за 15 дней до начала оросительного сезона предоставить Снабженцу план использования воды для сезона, учитывая потребности всех внутренних потребителей (фермеров, арендаторов, подсобников и др.);

- регулярно предоставлять Снабженцу заявку о выделении воды в предстоящей декаде за пять дней;

- на основании плана использования воды предоставлять для согласования графика водоснабжения об обеспечении лимитной водой;

- обеспечить участие своего представителя на месте учета воды в назначенное время для приема сдачи воды;

- соблюдать установленного лимитного количества воды;

-организовать полив на научных основах и широко используя рекомендованные передовые способы и повышать эффективность выделенной воды;

-использовать выделенную воду круглосуточно в конкретных целях, поливать посевные площади согласно требованиям агротехники, не допускать неорганизованных сбросов воды на посевных площадях и оросителях;

-регулярно предоставлять Снабженцу оперативные сведения об использовании воды и политых посевных площадях, а также о видах культур.

3.5. Потребитель имеет право

-требовать внеочередную проверку исправности устройства для учета воды, в случае, если они не отвечают техническим требованиям, требовать отремонтировать их за счет Снабженца или заменить их новыми;

-востребовать от Снабженца сведения об общем расходе воды в межхозяйственных оросительных сетях и его распределении между потребителями;

-на основе заявки внести отдельные изменения в лимитные плановые обеспечения водой по близким друг к другу декадам, согласовываясь со Снабженцем.

3.6. На основе руководства Снабженца Потребитель организовывает практическую помощь в случаях стихийных или других бедствий в целях защиты водохозяйственных сооружений и уменьшения возможных ущербов оказывает ему необходимую практическую помощь

IV. ПРАВА СТОРОН И ИХ МАТЕРИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

4.1. Учет доставки и приема воды на каждой точке выделения воды ведется ответственными представителями, назначенными Снабженцем и Потребителем на основе дополнительного приказа в специальных журналах учета путем регистрации и через каждые 5 суток совместно проанализируют их.

4.2. В случае, если представитель одного из сторон не явился в назначенное время для получения или сдачи воды, расход

воды, зарегистрированный в одностороннем порядке явившимся представителем, является обязательным для принятия другой стороной.

4.3. Потребитель оплачивает штраф за каждый лишний куб. метр воды, взятый сверх лимитного количества воды для, установленного в пункте 2.2. для сезонов, в размере _____ сум.

4.3. Размер штрафа определяется в присутствии представителей Республиканской водоинспекции «O'zSUVNAZORAT» и сторон на основе объемов воды, зарегистрированных в журналах, и составляется акт. Отказ Потребителя от оформления акта не является основанием для отмены оплаты штрафа.

4.4. Месячный акт о приемсдаче воды составляется в три экземпляра и вручается Снабженцу, Потребителю и инспекции «O'zSUVNAZORAT».

4.5. Причинение вреда сооружениям получения и учета воды, установление ограждений сетям каналов и дренажным канавам без разрешения Снабженца, использование воды из сооружений, оформленных в порядке, указанном и установленном в договоре, считается незаконным самовольным усвоением воды и причиненный ущерб в подобных случаях взимается со счета виновной стороны и при этом допустившие такое должностные лица и граждане в установленном порядке привлекутся к ответственности.

4.6. В случае недоставки Снабженцем Потребителю установленного количества воды в результате несоблюдения порядка равного распределения между Потребителями общего лимитного количества воды к нему на основе действующего законодательства будут применяться материальные и экономические санкции.

к «Тпиловому договору о водоснабжении и пользовании им»
«__» _____ 20__ г.

Лимитное количество воды, выделені а неоросительный сезон 20_ - 20__ г.г.

Показатели		Всего	Месяцы и декады																	
			Октябрь			Ноябрь			Декабрь			Январь			Февраль			Март		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Лимит расхода	м ³ /сек.																			
воды	млн. м ³																			
По источникам:																				
	м ³ /сек.																			
	млн. м ³																			
	м ³ /сек.																			
	млн. м ³																			
	м ³ /сек.																			
	млн. м ³																			

Поставщик _____
(Подпись и печать)

Потребитель _____
(Подпись и печать)

10.3. ТИПОВОЙ ДОГОВОР

ПО ОКАЗАНИЮ ДЕНЕЖНЫХ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ И УСЛУГ МЕЖДУ АВП И ФЕРМЕРАМИ И ДРУГИМИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ

“ ___ ” _____ 20__ г.

Ассоциация водопотребителей, в дальнейшем именуется Ассоциация _____
(должность, фамилия, имя, отчество)

Действующее по уставу, с одной стороны и член Ассоциации водопотребителей _____,
(название)

в дальнейшем именуется Потребителем, _____
(должность, фамилия, имя, отчество)

с другой стороны, составили данный договор для оказания денежных водо-хозяйственных работ и услуг.

1. ПРАВА И ОБЯЗАННОСТИ АССОЦИАЦИИ

1.1. Обязанности Ассоциации:

- в установленном лимите и в соответствии с графика предоставления воды обеспечить выделение воды Потребителю;
- по заявке Потребителя в рамках лимита, установленного ему, своевременно распределить воду по точкам распределения;
- в случае недостаточного выделения воды в определенных сроках по сравнению с лимитом, установленным на Потребителя, недостающую часть покрыть в других сроках;
- обеспечить контроль за мелиоративным состоянием (засоленность земель, уровень грунтовых вод и их минерализация) поливных земель Потребителя;

-выполнять работы по оказанию технических услуг мелиоративным сетям на землях Потребителя на основе настоящего договора;

-оборудовать водораспределительные сооружения Потребителя средствами учета воды, ремонтировать их, проверять их время от времени.

1.2. Права Ассоциации:

-исходя из имеющихся водных ресурсов и годового количества осадков, внести соответствующие корректировки в количество воды, установленной на Потребителя лимите, заранее оповестить его об этом (на 10 дней раньше), а при необходимости договариваться с ним;

-при использовании лишней воды в определенном промежутке времени по вине Потребителя сократить в соответствии с этим количество воды в другом промежутке;

-при резком дефиците водных ресурсов использовать воду поочередно.

2. ПРАВА И ОБЯЗАННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЯ

2.1. Права потребителя:

-брать гарантийное количество воды, если имеются дополнительные водные ресурсы, брать их сверх нормы;

-оказывать приоритетные технические услуги своим ирригационно-мелиоративным объектам;

-контролировать соответствие воды в установленном на Потребителя лимите и количество реально полученной воды;

-вносить предложения о своих потребностях в работы и услуги Ассоциации;

-при невыполнении обязательств по данному договору, предъявить иск против Ассоциации;

-контролировать качество и объем денежных работ и услуг, выполняемых Ассоциацией по заказу Потребителя.

2.2. Обязанности потребителя:

- своевременно оплачивать работы и услуги, перечисленные в данном договоре;
- соблюдать установленный для себя лимит;
- держат в рабочем состоянии ирригационно-мелиоративные объекты, находящиеся в своем балансе;
- заранее договориться с Ассоциацией о сроках выдачи воды и ее объеме, о проведении работ по оказанию технических услуг ирригационно-мелиоративным объектам;
- быть ответственным за исправность своих пунктов получения воды;
- только с согласия Ассоциации установить дополнительные подъемы и ограждения в своих ирригационно-мелиоративных сетях;
- при отказе от воды или изменения ее объема оповестить Ассоциацию заранее, в течение 5 дней.

3. МАТЕРИАЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ПОТРЕБИТЕЛЕМ И АССОЦИАЦИЕЙ

3.1. Потребителю налагается штраф в следующих случаях:

- если по вине Потребитель получает воду сверх установленного лимита;
- при самовольном получении воды из источников орошения;
- при установлении ограждений и дамб в межхозяйственных ирригационно-мелиоративных сетях без согласия Ассоциации;
- при нанесении вреда устройствам и сооружениям для учета воды в межхозяйственных ирригационно-мелиоративных сетях;
- если своевременно не оплачивает работы и услуги Ассоциации;
- при нарушении других обязанностей сторон.

3.2. Если по вине Потребителя используются сверхлимитная вода, за каждый сверхлимитный м³ воды налагается штраф в

размере _____ сум. При повторении подобных нарушений, штраф соответственно будет взиматься в размере _____ сум/м³.

Факт о нарушении положения регистрируется в присутствии представителя Потребителя в соответствии с актом представителя Ассоциации. При неявке или отказе представителя потребителя, акт составляется в одностороннем порядке.

3.3. Если по вине Ассоциации не доставляется вода в рамках установленного лимита, штраф на него полагается в том же порядке. Факт о недоставке воды регистрируется в присутствии представителя Ассоциации соответствующим актом. При неявке или отказе представителя Ассоциации акт составляется в одностороннем порядке и отправляется в администрацию, и относительно него принимается решение согласно уставу Ассоциации.

3.4. Если по причине аварии, стихийных бедствий и дефицита воды в источниках полива Потребителю поставляется меньше воды по сравнению с установленным лимитом, Ассоциация не привлекается к материальной ответственности, а наоборот, нанесенный ущерб покрывается страховыми компаниями.

3.5. Если Потребитель самовольно пользовался нерегистрированными источниками воды, то в соответствии с пунктом 3.2. на него налагается штраф и не регистрируемые ресурсы воды отнимаются у потребителя.

3.6. Если подъемы и ограждения, дамбы, гидромосты и сооружения в межхозяйственных ирригационно-мелиоративных сетях вышли из строя по вине Ассоциации, он ремонтирует их за свой счет или покрывает нанесенный ущерб дополнительной платой, равной размеру нанесенного ущерба.

Нарушения подобного рода регистрируется в присутствии представителя Ассоциации соответствующим актом. При отказе последнего присутствовать в процедуре, составляется односторонний акт, имеющий юридическую силу.

3.7. Требование Потребителя о перераспределении или изменении лимита воды принимается сроком минимум за 5 дней. Если заявка поступает позже указанного срока, не даются гарантии на ее выполнение.

3.8. Факт правонарушения по самовольному использованию воды и получению сверхлимитной воды устанавливается с момента учета последней дачи воды. Также время дачи воды в малом количестве по вине Ассоциации устанавливается точно в таком же порядке. Получение сверхлимитной воды не взимается штрафом, если Потребитель договорится с Ассоциацией.

3.9. Учет объема выделенной Потребителю воды ежедневно осуществляется в присутствии представителей Ассоциации и Потребителя. Если отсутствует представитель Потребителя, Ассоциация имеет право односторонне осуществить учет количества воды, и его результаты считаются безусловными.

3.10. Оплату за текущие услуги Ассоциации Потребитель осуществляет в соответствии с приложением ____ данного договора за каждый квартал до 10-числа месяца следующего квартала.

3.11. После выполнения работ по оказанию технических услуг ирригационно-мелиоративным объектам Потребителя (полив), очистке дренажных сетей, ремонту лотков и сооружений, замене лотков, на основе акта приема оплачивают за услуги Ассоциацию.

3.12. Если по вине Потребителя не создаются условия для осуществления технических услуг в ирригационно-мелиоративных объектах со стороны Ассоциации, Потребитель за каждый рассроченный день выплачивает штраф в размере ____ процентов от стоимости запланированной работы за этот день.

Если по вине Ассоциации не выполняются обязанности по оказанию технических услуг, Ассоциация будет выплачивать Потребителю штраф точно в таком же порядке.

3.13. Если текущие платы, штрафы, оплата за технические услуги и работу будут выплачиваться не в назначенные сроки,

их сумма будет взиматься в виде штрафа в размере _____ процентов с виновной стороны за каждый отсроченный день. Если Потребитель оплату отсрочил больше 20 дней, Ассоциация имеет право приостановить подачу воды Потребителю, подача воды налаживается после оплаты штрафов.

3.14. Все оплаты Потребитель вносит в кассу Ассоциации наличными или перечисляет в расчетный счет Ассоциации.

4. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ

4.1. Срок действия настоящего договора устанавливается на _____ год, с 1 января 20__ года до 31 декабря 20__ года и с согласия сторон он может быть упразднен или изменен на следующие сроки. При этом одна сторона должна заранее оповестить другую сторону об упразднении или изменении сроков договора не менее, чем за месяц.

4.2. Если приостанавливается срок договора или он упраздняется, изменяется в одностороннем порядке или необоснованно не выполняются другие условия договора, виновная сторона, кроме предусмотренных данным договором штрафов, покрывает также нанесенный другой стороне ущерб и упущенную прибыль.

4.3. Если своевременно не выполняются обязательства договора, виновная сторона покрывает другой стороне упущенную прибыль и нанесенный ущерб. Обязательства договора можно изменить по обоюдному согласию сторон.

4.4. Всякие возможные прения по данному договору решаются в хозяйственных судах по согласованию сторон, а если стороны не могут прийти к согласию, согласно законодательству местности, где расположено Ассоциация, решается в порядке судебного разбирательства.

К данному договору прилагается список стоимостей работ и услуг Ассоциации, намеченные на следующий срок, что считается неотъемлемой частью договора и ежегодно обновляется.

ЮРИДИЧЕСКИЕ АДРЕСА СТОРОН

СНАБЖЕНЕЦ: _____	ПОТРЕБИТЕЛЬ: _____
_____	_____
(Место жительства)	(Место жительства)
_____	_____
Расчетный счет _____	Расчетный счет _____
МФО _____	МФО _____
Тел. _____	Тел. _____
Подпись _____	Подпись _____
(М.П.)	(М.П.)

Вопросы для самоконтроля:

1. Основная цель от ведения журнала учета поливной воды.
2. Порядок ведения учета поливной воды.
3. Порядок оформления сведений о поставке и получении поливной воды.
4. Порядок оформления общих сведений в журнале о возделываемых культурах и их поливных нормах.
5. Оформление отчета АВП об использовании воды за текущий год.
6. Цель и задачи договора о поставке и использованию поливной воды.
7. Порядок ведения договора о поставке поливной воды.
8. Обязанности поставщика поливной воды.
10. Обязанности водопотребителя.
11. Какие правовые и имущественные ответственности несут водопотребитель и поставщик поливной воды.
12. Принцип составления договора между ассоциациями водопотребителей и фермерскими и другими водопотребителями об оказании платных услуг.
13. Какие права и обязанности АВП согласно договора об оказании платных услуг.
14. Какие права и обязанности водопотребителя согласно договора об оказании платных услуг.

СБОРНИК ТЕСТ-ВОПРОСОВ

по курсу «Орошение сельскохозяйственных культур и эксплуатация оросительных систем» для направления образования 511000 – Профессиональное образование (Агрономия (по видам продукции земледелия) и 5410200 – Агрономия (по видам продукции земледелия)

1. Предмет курса «Орошение сельскохозяйственных культур».

А. Мероприятия, направленные на улучшения учета и распределения воды и упорядочения водопользования

В. Водохозяйственные мероприятия, направленные на механизацию учета и распределения воды и полива

С. Строительства оросительных и коллекторно-дренажных сетей, их прием в эксплуатацию.

Д. Управление водного режима почв и растений, виды орошения, режим и размер орошения сельскохозяйственных культур, способы и техника полива и др.

2. Что понимаете под эксплуатацией оросительных систем?

А. Строительства оросительных и коллекторно-дренажных сетей, их прием в эксплуатацию.

В. Мероприятия, направленные на улучшения учета и распределения воды и упорядочения водопользования.

С. Комплекс водохозяйственных мероприятий, направленных на механизацию учета и распределения воды и полива, улучшения и усовершенствования технического состояния оросительных и коллекторно-дренажных сетей.

Д. Применение мер по сокращению потерь воды на испарение, улучшению деятельности оросительных сетей.

3. Укажите решение Президента РУз по рациональному и бережному использованию водных ресурсов.

А. Об усовершенствовании системы коренного улучшения мелиоративного состояния земель.

В. 1.О воде и водопользовании. 2.Об упорядочении взаимных водохозяйственных отношений на территориях ликвидируемых хозяйств

С. Об улучшении мелиоративного состояния земель и усовершенствовании рационального использования водных ресурсов в период 2013–2017 г.г.

Д. О выполнении намеченных мер по умягчению дефицита воды в поливном сезоне 2008 года и неотложных задачах.

4. Когда было принято Закон РУз “О воде и водоиспользовании”?

А. 6-мая 1990 года.

В. 6-мая 1993 года.

С. 6-мая 1995 года.

Д. 6-мая 2010 года.

5. Укажите основные задачи Закона РУз “О воде и водоиспользовании”.

А. Рациональное и бережное использование воды в обеспечении потребностей населения и народного хозяйства и др.

В. Охрана водных ресурсов.

С. Пропорциональное распределения воды между водопотребителями.

Д. Упорядочение водохозяйственных отношений, рациональное и бережное использование воды в обеспечении потребностей населения и народного хозяйства и др.

6. Укажите общую площадь орошаемого земледелия в республике.

А. 4,3 млн. га.

В. 4,0 млн. га.

С. 3,5 млн. га.

Д. 3,8 млн. га.

7. Укажите общую площадь богарного земледелия в республике.

А. 1,74 млн. га.

В. 3,74 млн. га.

С. 0,74 млн. га.

D. 2,74 млн. га.

8. Укажите сущность Решения КМ РУз № 320 “Об усовершенствовании организации управления водного хозяйства”.

A. Взамен административно-территориального управления ирригационных систем внедрен принцип бассейнового управления.

B. В управление водными ресурсами внедрены новые научно-технические достижения.

C. Дано право местным властям управлять водными ресурсами.

D. Взамен бассейнового управления ирригационными системами внедрен принцип административно-территориального управления.

9. Когда было принято решение №176 КМ РУз “Об эффективной организации внедрения капельной системы и других водосберегающих технологий полива и их финансирования?”

A. 21-апреля 2008 года.

B. 6-августа 1993 года.

C. 29-октября 2007 года.

D. 21-июня 2013 года.

10. На основании Указа Президента РУз фермерские хозяйства, внедряющие капельную систему орошения освобождаются от налогов на землю сроком на

A. 2 года.

B. 10 лет.

C. 8 лет.

D. 5 лет.

11. Общее количество Ассоциаций водопотребителей (АВП) в республике составляет

A. 150.

B. Около 1 500.

C. 15 000.

D. 15.

12. Укажите общее водопотребление народного хозяйства республики в год.

A. 50–55 млрд. м³.

B. 45–50 млрд. м³.

C. 36–40 млрд. м³.

D. 56–60 млрд. м³.

13. Доля потребностей сельского хозяйства в воде составляет ... от общего водопотребления народного хозяйства республики.

A. 92 %.

B. 60–65 %.

C. 45–50 %.

D. 2/3 части.

14. По республике удельный расход воды орошаемых земель в 2014 году составил

A. 8 тыс. м³/га.

B. 14 тыс. м³/га.

C. 20 тыс. м³/га.

D. 10,5 тыс. м³/га.

15. Удельный расход воды на орошаемых землях республики составляет в среднем

A. 20 тыс. м³/га.

B. 15–18 тыс. м³/га.

C. 13–14 тыс. м³/га.

D. 8–10 тыс. м³/га.

16. Какой объем воды было использовано по республике в 2014 году на нужды орошения?

A. 40 км³/год.

B. 30 км³/год.

C. 60 км³/год.

D. 51 км³/год.

17. Укажите объем формируемых водных ресурсов на территории РУз.

A. 11,5 км³/год.

B. 20,0 км³/год.

С. $60 \text{ км}^3 / \text{год}$.

Д. $56 \text{ км}^3 / \text{год}$.

18. Коэффициент полезного действия оросительных систем по республике составляет

А. 60–64.

В. 0,36–0,40.

С. 36–40.

Д. 0,60–0,64.

19. Укажите крупную водохозяйственную катастрофу в Центральной Азии XX века?

А. Засоление почв.

В. Деградация почв.

С. Высыхание Аральского моря.

Д. Резкое уменьшение запасов воды.

20. Какие мероприятия имеют важнейшее значение в умягчении дефицита поливной воды?

А. Использование дополнительных источников воды.

В. Сокращение числа поливов сельскохозяйственных культур.

С. Сокращение норм поливов сельскохозяйственных культур.

Д. Сокращение площадей культур с наибольшими водопотребностями.

21. В умягчении дефицита воды какие оросительные системы играют важную роль?

А. Оросительные системы по возделыванию культур с наименьшей водопотребностью.

В. Создание гидромелиоративных систем, позволяющих механизированного и автоматизированного распределения воды.

С. Передвижные, стационарные и комбинированные оросительные системы.

Д. Открытие, закрытие и комбинированные оросительные системы.

22. Укажите основные условия рационального использования поливной воды.

A. Разница между подаваемых на орошение и сбросных вод с территории.

B. Взаимное соответствие подаваемого объема воды на поля к объему ее выпитывания в почву.

C. Возможность научной организации полива.

D. Возможность равномерного распределения воды на полях.

23. Удельная протяженность оросительных сетей на 1 га орошаемой территории по республике в настоящее время составляет....

A. 46–49 п. м.

B. 25–30 п. м.

C. 35–40 п. м.

D. 30–35 п. м.

24. Укажите формы воды в почве.

A. Подземная, дренажная, гигроскопическая воды.

B. Химически связанная, напорная, безнапорная, минерализованная грунтовая воды.

C. Грунтовая, артезианская, минерализованная, плёнчатая, парообразная воды.

D. Гравитационная, капиллярная, плёнчатая, парообразная, химически связанная воды.

25. Какие формы воды в почве имеют большое значение для растений?

A. Капиллярная и, частично, гравитационная воды.

B. Грунтовая и гравитационная воды.

C. Парообразная и химически связанная воды.

D. Пленчатая и парообразная воды.

26. Укажите основные физические свойства почвы, имеющие большое значение для орошаемого земледелия.

A. Обеспеченность почвы питательными элементами, объемная масса, водоподъемная свойства почвы.

В. Польная влагоемкость, плотность, удельный вес степень окультуренности почвы.

С. Механический состав, объемная масса, удельный вес почвы.

Д. Объемная масса почвы, мощность плодородного слоя и водопроницаемость почвы.

27. Укажите основные водно-физические свойства почвы, определяющие режим орошения сельскохозяйственных культур.

А. Обеспеченность почвы питательными элементами, объемная масса, водоподъемная свойства почвы.

В. Объемная масса, мощность плодородного слоя и водопроницаемость почвы.

С. Польная влагоемкость, плотность, удельная масса, степень окультуренности почвы.

Д. Влагоемкость, объемная масса, водоподъемная свойства и водопроницаемость почвы.

28. Водными ресурсами считаются

А. Ледники, саи, моря, водные пары в атмосфере, гейзери

В. Океаны, моря, воды в реках, ледники, подземные и почвенные воды, атмосферная вода

С. Почвенная влага, напорные и безнапорные подземные воды, коллекторнодренажная и минерализованные воды.

Д. Постоянные запасы воды, подземные воды, озера, грунтовые и сточные воды, артезианская и местные воды

29. Укажите типы питания рек.

А. Ледниково-снегового, дождевого, грунтового, родникового типов питания

В. Ледникового и снегового типов питания, засчет напорных и безнапорных подземных вод

С. Питания за счет озер, карасу, подземных и грунтовых вод

Д. Ледниково-снегового, снегового-ледникового, снегово-го и снегово-дождевого типов питания.

30. Какие реки по типу питания имеют большое значение для равномерного обеспечения растений водой?

А. Снегово-ледникового и снегово-дождевого типов питания.

В. Ледниково-снегового и снегового типов питания и за счет подземных вод.

С. Ледниково-снегового и снегового типов питания и за счет подземных, грунтовых вод озер.

Д. Ледниково-снегового и снегово-ледникового типов питания.

31. Какие мероприятия имеют большое значение в урегулировании годового стока рек?

А. Забор воды в оросительные системы в зависимости от расхода воды рек.

В. Применение мер против потерь воды в реках.

С. Строительство и использование водохранилищ.

Д. Переустройство ирригационных систем.

32. Какие воды являются местными водными ресурсами?

А. Подземные воды.

В. Озера, саи и грунтовые воды.

С. Артезианские воды.

Д. Коллекторно-дренажные, сбросные и сточные воды.

33. Какие основные показатели определяют качества поливной воды?

А. Мутность воды, количество токсичных солей, запах и температура.

В. Общие санитарные показатели, содержание в них сухого и плотного остатков.

С. Органолептические показатели, содержания солей и температура.

Д. Мутность, минерализация и бактериологический состав.

34. Что понимаете под улучшением качества воды?

А. Доведения температуры воды до пределов, отвечающих требованиям конкретного потребителя.

В. Улучшение качества воды до пределов, отвечающих требованиям потребителя.

С. Доведения мутности воды до пределов, отвечающих требованиям конкретного потребителя.

Д. Доведения содержания токсичных солей до пределов, отвечающих требованиям конкретного потребителя.

35. Укажите наилучший прием для снижения минерализации поливной воды.

А. Систематическое применение всех мероприятий по улучшению их состава.

В. Очистка их в отстойниках.

С. Забор воды на орошение в момент наименьшей их минерализации.

Д. Разбавление их с пресными водами.

36. Какие воды считаются пресными (неминерализованными)?

А. Воды с минерализацией меньше 1 г/л.

В. Воды с минерализацией до 3 г/л.

С. Воды с минерализацией меньше 10 г/л.

Д. Абсолютно неминерализованные воды.

37. Что понимаете под промывным режимом орошения на засоленных землях?

А. Промывки в невегетационный период.

В. Увеличение оросительной нормы на засоленных землях на 20–25 %.

С. Упорядочение поливов с промывными поливами.

Д. Уменьшение оросительной нормы сельскохозяйственных культур на 20–25 %.

38. Какие изменения в почве вызывают поливы?

А. Усиливается водная эрозия почвы, улучшается ее плодородие, повышается плотность почвы, ухудшаются микробиологические процессы.

В. Вызывает изменения водно-физических свойств почвы, микробиологических процессов, интенсивно снижается ее степень засоленности.

С. Уплотняется почва, снижается ее температура, не изменяется химические и микробиологические процессы, протекающие в почве, не изменяется питательный режим почвы.

Д. Урегулируются физическое состояние и питательный режим почвы, изменяются химические и микробиологические процессы, протекающие в почве.

39. Что понимаете под ирригационной эрозией почвы?

А. Эрозия плодородного слоя почвы по действием атмосферных осадков.

В. Эрозия плодородного слоя почвы по действию поливной воды.

С. Эрозия плодородного слоя почвы в результате сброса воды с орошаемого участка.

Д. Эрозия плодородного слоя почвы под действием промывных поливов.

40. Какое влияние оказывают поливы на микроклимат орошаемого участка?

А. Неизменяется микроклимат орошаемого участка, уплотняется верхние горизонты почвы, улучшается питательный ее режим.

В. Изменяются тепловой режим и воздухообмен почвы. Создаются благоприятные условия для растений.

С. Значительно изменяется температура поверхностного слоя почвы, не изменяется тепловой режим почвы.

Д. Значительно снижается температура приземного слоя атмосферы и поверхностного слоя почвы, повышается относительная влажность воздуха и влажность почвы.

41. По какой формуле определяют водный баланс орошаемого участка?

А. $\Delta W = W_k - W_z = (P + M + F_k + G) - (E + T + D + O)$.

В. $M_{\text{нм}} = E - 10 \cdot \alpha \cdot P - (W_n - W_k) - W_{\text{ис}}$.

С. $m = 100 h \cdot (A - B) + K$.

Д. $Q = F \cdot V_{\text{ср}}$.

42. Какая часть почвенной влаги расходуется на транспирацию и испарение с поверхности почвы при соблюдении всех агротехнических мероприятий?

А. На транспирацию расходуется 30 % воды, а на испарение – 20 %.

В. На транспирацию расходуется 31–37 % воды, а на испарение – 63–69 %.

С. На транспирацию расходуется 50 % воды, а на испарение – 50 %.

Д. На транспирацию расходуется 63–69 % воды, а на испарение – 31–37 %.

43. Что понимаете под орошением?

А. Технологический процесс перевода формы воды поливной ток в форму влажности почвы.

В. Технология полива сельскохозяйственных культур.

С. Технологический процесс перевода формы воды поливной ток в форму приземного слоя атмосферы.

Д. Технологический процесс перевода формы воды поливной ток в форму влажности почвы и приземного слоя атмосферы.

44. Какие виды поливов применяются в орошаемом земледелии?

А. Поливы по бороздам, затоплением полос и чеков.

В. Поверхностный, дождевальный, внутрипочвенный, капельный, аэрозольный.

С. Регулярные, нерегулярные, выборочные, сплошные.

Д. Увлажнительные, увлажнительно-промывные и специальные.

45. Какие поливы применяется в невегетационный период?

А. Промывные, увлажнительные, профилактические, подпитывающие поливы.

В. Предпахотный, промывной, запасной, предпосевные, подпитывающий поливы и др.

С. Промывные, запасные, предпосевные, по бороздам, затоплением полос и чеков.

Д. Предпахотный, увлажнительно-удобрительный, сплошное затопление, подпитывающий поливы и др.

46. Укажите нормы предпахотного полива в зависимости от почвенных условий?

А. На легких почвах нормой $700-800 \text{ м}^3/\text{га}$, на средних – $900-1000 \text{ м}^3/\text{га}$ и на тяжелых почвах – $1000-1200 \text{ м}^3/\text{га}$.

В. На легких почвах нормой $1000-1200 \text{ м}^3/\text{га}$, на средних – $900-1000 \text{ м}^3/\text{га}$ и на тяжелых почвах – $700-800 \text{ м}^3/\text{га}$.

С. На легких почвах нормой $1000-1200 \text{ м}^3/\text{га}$, на средних – $700-800 \text{ м}^3/\text{га}$ и на тяжелых почвах $900-1000 \text{ м}^3/\text{га}$.

Д. На легких почвах нормой $700-800 \text{ м}^3/\text{га}$, на средних – $1000-1200 \text{ м}^3/\text{га}$ и на тяжелых почвах $900-1000 \text{ м}^3/\text{га}$.

47. Укажите сроки предпахотного полива, проводимого в летний и осенний периоды?

А. Непосредственно перед пахотой в оба случая.

В. За 1 месяц перед пахотой не зависимо от срока проведения.

С. Соответственно за 10–12 и 7–12 дней до вспашки.

Д. Соответственно за 7–12 и 10–12 дней до вспашки.

48. Укажите широко применяемую технику промывок засоленных земель.

А. Промывка с осаживанием солей.

В. Затопление мелких чеков.

С. Затопление полос.

Д. Промывка по бороздам.

49. Укажите сроки проведения запасных поливов.

А. Поздне осенние месяцы.

В. В началах январь и февраль месяцев.

С. Весенние месяцы. Д. Февраль и начало март месяца.

50. Какими нормами проводить запасные поливы?

А. На легких почвах нормой $1800-2000 \text{ м}^3/\text{га}$, на средних – $1200-1600 \text{ м}^3/\text{га}$ и на тяжелых почвах – $1000-1200 \text{ м}^3/\text{га}$.

В. На всех почвах нормой $1000-1200 \text{ м}^3/\text{га}$.

С. На легких почвах нормой 1200–1600 м³/га, на средних – 1800–2000 м³/га и на тяжелых почвах – 1000–1200 м³/га.

Д. На легких почвах нормой 1000–1200 м³/га, на средних – 1200–1600 м³/га и на тяжелых почвах – 1800–2000 м³/га.

51. Укажите технику проведения запасного полива.

А. По специально нарезанным бороздам или затоплением полос.

В. Затопление чеков.

С. Полив сплошным затоплением.

Д. Полив дождеванием.

52. Укажите сроки проведения предпосевного полива.

А. Непосредственно перед посевом.

В. За 1 месяц до посева.

С. За 20–22 дней до посева.

Д. За 10–12 дней до посева.

53. Укажите норму проведения предпосевного полива.

А. На легких и средних песчаных почвах нормой 1000–1200 м³/га и на тяжелых – 1500–1600 м³/га.

В. На легких и средних песчаных почвах нормой 1500–1600 м³/га и на тяжелых – 1000–1200 м³/га.

С. На легких почвах нормой 1200–1600 м³/га и на тяжелых почвах – 1800–2000 м³/га.

Д. На легких почвах нормой 1800–2000 м³/га и на тяжелых – 1000–1200 м³/га.

54. Укажите сроки проведения подпитывающего полива.

А. Через 5 дней после посева.

В. Через 20 дней после полива по бороздам, нарезанных одновременно с посевом.

С. Через 10 дней после полива по бороздам, нарезанных одновременно с посевом.

Д. Непосредственно после посева по бороздам, нарезанных одновременно с посевом.

55. Укажите норму проведения подпитывающего полива.

А. На легких почвах нормой 700–800 м³/га и на тяжелых – 600–700 м³/га.

В. На легких почвах нормой 600–700 м³/га и на тяжелых – 700–800 м³/га.

С. На легких почвах нормой 1500–1600 м³/га и на тяжелых – 1000–1200 м³/га.

Д. На легких почвах нормой 1200–1600 м³/га и на тяжелых – 1800–2000 м³/га.

56. Вода в жизни растений принимает участие в процессах

А. В процессе обмена веществ, в качестве механического средства, в процессе транспирации.

В. Физиологических, химических и биохимических.

С. В физиологических, химических процессах и образовании органических веществ.

Д. В процессе фотосинтеза, в микробиологических процессах.

57. Какую роль играет транспирация в жизни растений?

А. Урегулирует испарение воды из листьев растений.

В. Создает благоприятный микроклимат для растений.

С. Урегулирует обмен веществ в органах растений.

Д. Урегулирует температуры растительных органов.

58. Какую часть усвоенной воды из почвы растения расходуют на транспирацию?

А. 69,8–69,85 %. **В.** 50 %. **С.** 100 %. **Д.** 99,8–99,85 %.

59. Транспирационный коэффициент – это

А. Количество воды, расходуемое на создание 1 т сухого вещества.

В. Единица воды, расходуемая на создание 1 г сухого вещества.

С. Количество воды, расходуемое на создание 1 ц урожая.

Д. Общее водопотребление 1 га посева.

60. Транспирационный коэффициент хопчатника в зависимости от природных условий варьирует в пределах

А. 280–640 г.

В. 2800–6400 л.

С. 280–640 г.

D. 2800–6400 м³.

61. Транспирационный коэффициент риса в зависимости от природных условий варьирует в пределах

A. 2,5–8,1.

B. 2500–8100.

C. 25–81.

D. 250–810.

62. Укажите группы растений по отношению к воде.

A. Гигрофиты, мезофиты и ксерофиты.

B. Гигрофиты и ксерофиты.

C. Гигрофиты и мезофиты.

D. Мезофиты и ксерофиты.

63. Чего означает общая потребность орошаемого гектара в воде?

A. Единица воды, расходуемая на формирование 1 г сухого вещества.

B. Общее количество воды, расходуемое на создание 1 ц урожая.

C. Общее количество воды, подаваемое на 1 га посева за сезон.

D. Общее количество воды, израсходуемое с 1 га посева на транспирацию и испарение за сезон.

64. По какой формуле определяется общая потребность хлопчатника в воде?

A. $w = 100 \cdot h \cdot d \cdot (V_{\text{вне}} - V_{\text{дн}})$.

B. $M_{\text{шт}} = E - 10 \cdot \alpha \cdot P - (W_{\text{н}} - W_{\text{к}}) - W_{\text{з}}$.

C. $F = \frac{a+b}{2} \cdot h_{\text{сп}}$.

D. $E = V \cdot K_y \cdot 3 \cdot K \cdot i$.

65. Укажите критический период хлопчатника в отношении к воде.

A. Цветение-плодообразование.

B. Созревание.

C. Весь вегетационный период.

D. До цветения.

66. Укажите критический период кукурузы в отношении к воде.

- A. От выметивания до налива зерна.
- B. От выметивания до полного созревания зерна.
- C. От налива зерна до полного созревания зерна.
- D. От выметивания до цветения.

67. Укажите основные периоды в жизни хлопчатника по отношению к воде.

- A. Цветение и созревание.
- B. Бутонизация, цветение, плодообразование и созревание.
- C. Цветение-плодообразование и созревание.
- D. До цветения, цветение-плодообразование и созревание.

68. Какую часть от общего водопотребления хлопчатник расходует в период цветение-плодообразование?

- A. 90 %.
- B. 1/3 части.
- C. 50 %.
- D. 55–65 %.

69. Как влияют переполивывы на рост органов хлопчатника?

A. Ускоряется процесс цветения, куст растений усиленно растет, урожай будет ранний.

B. Куст растения усиленно растет, ухудшается качества урожая.

C. Корневая система растений слабо развивается.

D. Корневая система растений слабо развивается, куст растения усиленно растет, урожай будет поздний.

70. Какие факторы учитывают при районировании орошаемых земель?

A. Биологические особенности растений и гидромодульные районы.

B. Водообеспеченность местности, водопотребность вида и сорта растений.

C. Биологические особенности растений, климатические и гидрогеологические районы.

D. Климатические, почвенные и гидрогеологические условия.

71. Хлопковые зоны республики на какие районы разделены?

A. Пустынная и сероземная почвенные районы

B. Климатические, гидрогеологические и гидромодульные районы

C. Гидрогеологические и гидромодульные районы

D. Степная, пустынная, горная и предгорная, равнинная зоны

72. На основании каких показателей хлопкосеющие территории республики разделены на климатические зоны?

A. Среднегодовая температура, общее испарение, максимальная температура, количество осадков, сумма эффективных температур.

B. Продолжительность вегетационного периода, общее испарение, сумма температур.

C. Годовая средняя и максимальная температуры, сумма эффективных температур.

D. Среднегодовая температура, продолжительность вегетационного периода, общее испарение, сумма температур, количество осадков, сумма эффективных температур.

73. К какому гидрогеологическому району относятся земли с залеганием грунтовых вод на уровне 3–4 м?

A. К четвертому.

B. К третьему.

C. К второму.

D. К первому.

74. К какому гидрогеологическому району относятся земли с залеганием грунтовых вод на уровне до 1 м?

A. К третьему.

B. К четвертому.

C. К второму.

D. К первому.

75. Что за гидромодульный район?

А. Территории, требующие проведения одиноковых режимов орошения культур по почвенным условиям.

В. Территории, требующие проведения одиноковых режимов орошения культур по почвенным и гидрогеологическим условиям.

С. Территории, требующие проведения одиноковых режимов орошения культур по комплексу природных условий.

Д. Территории, требующие проведения одиноковых режимов орошения культур по гидрогеологическим условиям.

76. На какие районы разделены хлопкосеющие районы республики?

А. Степная, пустынная, горная и предгорная и равнинная зоны.

В. Пустынные и сероземные поясы.

С. Гидрогеологические и гидромодульные районы.

Д. Климатические зоны, гидрогеологические и гидромодульные районы.

77. Орошаемые земли в зависимости от уровня залегания грунтовых вод разделены на ... гидрогеологические районы.

А. 3.

В. 5.

С. 9.

Д. 4.

78. Укажите сущность гидромодульного районирования орошаемых земель?

А. Применение дифференцированного режима орошения культур в соответствии природным условиям местности.

В. Принимать к сведению климатических условий местности и биологических особенностей растений при районировании.

С. Применение дифференцированного режима орошения культур в соответствии мелиоративных условий местности и биологических особенностей растений.

Д. Принимать к сведению гидрогеологических условий местности и биологических особенностей растений при районировании.

79. Под режимом орошения сельскохозяйственных культур понимают ...

А. Установление числа и норм поливов для сельскохозяйственных культур с учетом гидромодульных районов.

В. Определение общей потребности растений с учетом природных условий местности и биологических особенностей растений.

С. Установление поливных и оросительных норм поливов с учетом природных условий местности и биологических особенностей растений.

Д. Установление числа, сроков и норм поливов с учетом природных условий местности и биологических особенностей растений.

80. Что за оросительная норма сельскохозяйственных культур и по какой формуле определяют ее величину?

А. Общее водопотребление 1 га посева ($\text{м}^3/\text{га}$): $E = Y \cdot Ky$.

В. Общий объем подаваемой воды на 1 га посева за вегетационный период ($\text{м}^3/\text{га}$): $M_{\text{ум}} = E - 10 \cdot \alpha \cdot P - (W_n - W_k) - W_{\text{за}}$.

С. Количество подаваемой воды на 1 га посева за 1 прием ($\text{м}^3/\text{га}$): $m = 100 \cdot h \cdot (A - B) + K$.

Д. Общее количество воды, подаваемое на 1 га посева ($\text{м}^3/\text{га}$): $E = Y \cdot Ky \cdot 3 \cdot K \cdot i$.

81. Что за поливная норма сельскохозяйственных культур и как ее рассчитывают?

А. Общее количество воды, подаваемое на 1 га посева ($\text{м}^3/\text{га}$): $E = Y \cdot Ky \cdot 3 \cdot K \cdot i$.

В. Общее водопотребление 1 га посева ($\text{м}^3/\text{га}$): $E = Y \cdot Ky$.

С. Общий объем подаваемой воды на 1 га посева за вегетационный период ($\text{м}^3/\text{га}$): $M_{\text{ум}} = E - 10 \cdot \alpha \cdot P - (W_n - W_k) - W_{\text{за}}$.

Д. Количество подаваемой воды на 1 га посева за 1 прием ($\text{м}^3/\text{га}$): $m = 100 \cdot h \cdot d(V_{\text{ннк}} - V_{\text{он}}) + K$.

82. Укажите расчетный слой почвы для хлопчатника, возделываемого во 2- гидрогеологическом районе.

А. До цветения – 0,7 м, в цветении-плодообразовании – 1 м и в созревании – 0,7 м.

В. До цветения – 0,4 м, в цветении-плодообразовании – 0,5 м и в созревании – 0,4 м.

С. До цветения – 0,7 м, в цветении-плодообразовании – 0,8–1,2 м и в созревании – 0,7 м.

Д. До цветения – 0,2 м, в цветении-плодообразовании – 0,5 м и в созревании – 0,4 м.

83. Укажите расчетный слой почвы для хлопчатника на землях с глубиной залегания грунтовых вод глубже 3 м.

А. До цветения – 0,8–1,2 м, в цветении-плодообразовании – 0,7 м и в созревании – 0,7 м.

В. До цветения – 0,7 м, в цветении-плодообразовании – 0,8–1,2 м и в созревании – 0,7 м.

С. Во всех периодах роста и развития – 0,8–1,0 м.

Д. До цветения – 0,7 м, в цветении-плодообразовании – 0,7 м и в созревании – 0,8–1,2 м.

84. Что за расчетный слой почвы при установлении режима орошения сельскохозяйственных культур?

А. Увлажняемый слой почвы при орошении в периоде цветения хлопчатника.

В. Увлажняемый слой почвы при орошении в соответствии основных периодов роста и развития растений по отношению к воде.

С. Увлажняемый слой почвы при орошении.

Д. Увлажняемый слой почвы при орошении в периоде цветение-плодообразование хлопчатника.

85. Укажите нормы полива хлопчатника на легких, средних и тяжелых почвах.

А. На легких почвах – 800–1000, на средних – 600–700 и на тяжелых – 1100–1200 м³/га.

В. На легких почвах – 600–700, на средних – 1100–1200 и на тяжелых – 800–1000 м³/га.

С. На легких почвах – 600–700, на средних – 800–1000 и на тяжелых – 1100–1200 м³/га.

Д. На легких почвах – 1100–1200, на средних – 800–1000 и на тяжелых – 600–700 м³/га.

86. Что за продолжительность полива?

А. Продолжительность подачи воды в борозду.

В. Продолжительность оросительного сезона.

С. Продолжительность проведения одного полива.

Д. Продолжительность проведения всех поливов за сезон.

87. Чего понимаете под оросительным сезоном?

А. Продолжительность возделывания культур.

В. Продолжительность проведения одного полива.

С. Вегетационный период растений.

Д. Период от начала первого полива до конца последнего полива.

88. Что за межполивной период?

А. Период между первым и последним поливами.

В. Период от начала первого полива до конца последнего полива.

С. Период между 1- и 2- полвами.

Д. Период между поливами.

89. Как определяют число поливов?

А. Разделением общего водопотребления культуры к оросительной норме нетто: $n = E / M_{нт}$.

В. Разделением оросительной нормы нетто к средней поливной норме: $n = M_{нм} / m_{ср}$.

С. На основании рекомендованного расчетного режима орошения культуры.

Д. Разделением общего водопотребления культуры к средней норме полива: $m = E / m_{ср}$.

90. По каким физиологическим показателям можно определить сроки полива хлопчатника?

А. По сосущей силе и концентрации клеточного сока листьев.

В. По темпу цветения, по концентрации клеточного сока листьев.

С. По окраске листьев, тургорному состоянию листовой пластинки, темпам цветения и роста главного стебля.

Д. По сосущей силе, окраске листьев, по темпу роста главного стебля.

91. По каким внешним признакам можно определить сроки полива хлопчатника?

А. По сосущей силе и по концентрации клеточного сока листьев.

В. По темпу цветения и по концентрации клеточного сока листьев.

С. По сосущей силе листьев, по окраске листьев, по темпу роста главного стебля.

Д. По окраске листьев, по тургорному состоянию листовой пластинки, по темпам цветения и роста главного стебля.

92. Укажите наиболее точный способ установления сроков полива сельскохозяйственных культур.

А. Установление по физиологическим показателям растений.

В. Установление на основе расчетных режимов орошения сельскохозяйственных культур.

С. Установление по внешним признакам растений.

Д. Установление по влажности почвы.

93. Что за поливной гидромодуль и как его определяют?

А. Общий объем подаваемой воды на 1 га посева за вегетационный период: $M_n = E - 10 \cdot \alpha \cdot P - (W_n - W_k) - W_{из}$.

В. Разница между подаваемой на орошение и сбросной воды с орошаемой территории воды: $M_{пк} = M_{бр} - M_{сб}$.

С. Объем воды, поступающий через водослив в л/сек.: $Q = 1,86 \cdot b \cdot H \cdot \sqrt{H}$.

Д. Потребный объем воды на 1 га площади в литрах за 1 сек.: $q = \frac{m}{86,4 \cdot t}$.

94. Чего означает соотношение цифр 70–75–65%?

А. Допустимую нижнюю границу влажности почвы перед поливами в соответствии периодам по отношению в воде.

В. Число поливов культур в соответствии периодам по отношению в воде.

С. Допустимую максимальную влажность почвы в процентах от ППВ после поливами в соответствии периодам по отношению в воде.

Д. Допустимую нижнюю границу влажности почвы перед поливами в период цветение-плодообразование хлопчатника.

95. Чего означает соотношение цифр 2-3-1?

А. Числа поливов в период цветение-плодообразование хлопчатника.

В. Допустимую максимальную влажность почвы в процентах к ППВ после поливами в соответствии периодам по отношению в воде.

С. Допустимую нижнюю границу влажности почвы перед поливами в соответствии периодам по отношению в воде.

Д. Число поливов культур в соответствии периодам по отношению в воде.

96. Схема полива сельскохозяйственных культур – это

А. Цифры, показывающие нормы поливов по основным периодам роста и развития растений по отношению к воде.

В. Цифры, показывающие число поливов по основным периодам роста и развития растений по отношению к воде.

С. Цифры, показывающие число поливов по периодам роста и развития растений.

Д. Схема поливов показывающие число поливов по в начальном периоде роста и развития растений.

97. Сколько раз поливают хлопчатника в период цветение-плодообразование при схеме полива 2-4-1?

А. 4.

В. 1.

С. 7.

Д. 2.

98. Укажите оросительную норму для риса в неинженерных оросительных системах?

A. 50–60 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$.

B. 10–30 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$.

C. 20–30 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$.

D. 30–40 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$.

99. Укажите самый распространенный способ орошения риса.

A. Полив затоплением полос.

B. Полив по бороздам.

C. Орошение сплошным затоплением.

D. Затопление чеков.

100. Укажите оросительную норму для риса на инженерных оросительных системах?

A. 30–40 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$.

B. 40–60 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$.

C. 25–30 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$.

D. 10–20 тыс. $\text{м}^3/\text{га}$.

101. Что понимаете под способом полива сельскохозяйственных культур?

A. Способы и мероприятия, применяемые при распределении поливной воды на орошаемые участки и переводе формы воды поливной ток в форму влажности почвы и приземного слоя атмосферы.

B. Поливные борозды, полосы и рисовые чеки.

C. Гидро-технические сооружения на оросительной сети для учета и распределения воды.

D. Субиригация, специальные оросительные системы по использованию сточных вод.

102. Укажите нормы поливов при различных способах полива?

A. При бороздовом поливе 1400–1600 $\text{м}^3/\text{га}$, поливе напуском по полосам – 300–400, дождевании – 1000–1200 и капельном поливе 500–600 $\text{м}^3/\text{га}$.

В. При поливе напуском по полосам 1400–1600 м³/га, бороздовом поливе – 1000–1200, дождевании – 500–600 и при 300–400 м³/га.

С. При поверхностном поливе 500–600 м³/га, дождевании – 1000–1200, внутрпочвенном поливе – 300–400, и капельном поливе 1400–1600 м³/га.

Д. При внутрпочвенном поливе – 300–400 м³/га и капельном поливе 400–1600 м³/га.

103. Какое значение имеет правильный выбор способа или техники полива?

А. Поддержание необходимого гидрогеологического и солевого режимов почвы.

В. Использование местных водных ресурсов, внедрение водосберегающих способов полива.

С. Снижение затрат труда, охрана водных ресурсов.

Д. Качественное проведение полива, рациональное использование воды, повышение производительности полива, поддержание оптимальных водного, воздушного, солевого и питательного режимов почвы.

104. Каким требованиям должен отвечать выбранный способ или техника полива?

А. Сбережение водных ресурсов, управлять микроклимата орошаемого участка, создавать наилучшие санитарно-гигиенические условия для поливальныхщиков, способствовать механизацию возделывания культур.

В. Равномерное распределение воды по участку, равномерное увлажнение расчетного слоя почвы, минимализировать потерь воды, создавать наилучшие санитарно-гигиенические условия для поливальныхщиков, способствовать механизацию возделывания культур.

С. Качественное проведение поливов, рациональное использование воды, повышение производительности труда при поливе, обеспечение наилучшего водного, воздушного, солевого и питательного режимов почвы.

D. Увлажнять почвы до предельно-полевой влагоемкости.

105. В каких целях применяют капельный способ полива?

A. Влагозарядковый и промывные поливы.

B. Управление температуры воздуха, промывки засоленных почв.

C. Повышение влажности воздуха и управление его температуры.

D. Увлажнение почвы, подкормки растений.

106. В каких условиях внутрпочвенный полив дает наибольший эффект?

A. На землях с ограниченными водными ресурсами и с сильными ветрами.

B. На землях с близким залеганием минерализованных грунтовых вод.

C. На засоленных землях, на землях с засоленными грунтовыми водами.

D. На легких песчаных и тяжелых почвах.

107. В каких целях применяют дождевальным способ полива?

A. В целях использования местных водных ресурсов, внедрения водосберегающих технологий полива.

B. С целью экономия поливной воды, управления микроклимата, создания благоприятных условий для поливальных щиков, создания условий для механизации полива.

C. В качестве субиригации и промывных поливов температуры почвы.

D. С целью увлажнения почвы, повышения влажности воздуха, подкормки почвы, управления.

108. В каких целях применяют поверхностный способ полива?

A. Аэрозоль, субиригация.

B. В целях влагозарядки, промывки засоленных земель и в качестве орошения со сточными водами и как провакационный полив.

С. С целью управления микроклиматом.

Д. В качестве влагозарядково-удобрительных поливов, повышение влажности приземного слоя атмосферного воздуха.

109. В каких целях применяют внутрипочвенный способ полива?

А. В качестве удобрительных поливов.

В. В целях полива сельхоз культур в вегетационный период.

С. В целях против заморозков.

Д. В целях увлажнения почвы и как удобрительный полив.

110. В каких целях применяют аэрозольный способ полива?

А. В качестве промывного полива.

В. С целью увлажнения и снижения влажности почвы.

С. С целью повышения влажности атмосферного воздуха и управления влажностью.

Д. Как влагозарядковый полив.

111. Укажите перспективные способы полива?

А. Способ распределения воды в борозды с помощью машин и агрегатов.

В. Поливы по бороздам, затоплением полос и чеков.

С. Субиригация и аэрозольный полив.

Д. Капельный, внутрипочвенный и дождевальными способами полива.

112. Какой способ полива целесообразно применять на засоленных землях?

А. Внутрипочвенный способ полива.

В. Дождевальными способом полива

С. Капельный способ полива.

Д. Поверхностный способ полива.

113. Какой способ полива целесообразно применять на землях с минерализованными грунтовыми водами?

А. Дождевальными способом полива.

В. Поверхностный способ полива.

С. Капельный способ полива.

Д. Внутрипочвенный способ полива.

114. Какой способ полива целесообразно применять в условиях использования минерализованных вод на орошение?

- А. Аэрозольный полив.
- В. Поверхностный способ полива.
- С. Внутрипочвенный способ полива.
- Д. Капельный способ полива.

115. Укажите способ размещения поливных трубопроводов при капельном способе полива.

- А. Только на поверхности почвы.
- В. Только во внутр почвы.
- С. На поверхности почвы.
- Д. На поверхности или внутри почвы.

116. Какие способы полива сельскохозяйственных культур применяются?

- А. Поверхностный, дождевальный, внутрипочвенный, капельный и аэрозольный.
- В. Бороздовый, напуском по полосам и затоплением чеков, дождевальный и аэрозольный.
- С. Бороздовый, дождевальный, внутрипочвенный и капельный.
- Д. Дождевальный, внутрипочвенный и капельный.

117. Что понимают под техникой полива?

- А. Технологию проведения полива и применяемые при этом средства техники.
- В. Техники полива бороздовый, напуском по полосам и затоплением чеков.
- С. Распределение воды на поля и перевод формы воды поливной ток в форму влажности почвы.
- Д. Технологию проведения полива.

118. Укажите элементы техники полива бороздового полива.

- А. Длина борозд (l_b), форма и размеры поперечного сечения и размер бороздовой струи (q_b).

В. Количество борозд на временной оросительной сети и количество воды, подаваемой в них.

С. Матералы армирования борозд: дернина, бумажные салфетки, сифоны-трубочки, щитки.

Д. Длина борозды (l_6), форма и размеры поперечного сечения, продолжительность подачи воды ($t_{\text{общ}}$) размер бороздовой струи (q_6).

119. Укажите оптимальный размер бороздовой струи?

А. 0,3–2,0 л/сек.

В. 0,001–0,01 л/сек.

С. 0,1–0,2 л/сек.

Д. 0,05–1,0 л/сек.

120. Какие факторы определяют оптимальной длины борозд?

А. Общая длина и ширина полей.

В. Ширина междурядий, водопроницаемость почвы, уклон местности.

С. Количество временной оросительных сетей и выводных борозд.

Д. Форма и размер поля.

121. Укажите глубину борозд в различных условиях?

А. При ширине междурядий 60 см – 12–18 см и 90 см – 15–32 см.

В. При ширине междурядий 60 см – 15–32 см и 90 см – 12–18 см.

С. При первых поливах 16–18 см и последующих – 12–14 см.

Д. При всех поливах 10–12 см.

122. Укажите глубину борозд при узкорядном посеве.

А. Независимо от ширины междурядий 20–24 см.

В. При первых поливах 12–18 см и последующих – 12–14 см.

С. При первых поливах 16–18 см и последующих – 12–14 см.

Д. При первых поливах 12–14 см и последующих – 16–18 см.

123. Укажите размеры поперечного разреза мелких борозд.

А. Глубина 15–20 см, ширина верхней части – 40–45 см.

В. Глубина 40–60 см, ширина верхней части – 100–120 см.

С. Глубина 10–15 см, ширина верхней части – 30–35 см.

Д. Глубина 20–30 см, ширина верхней части – 50–60 см.

124. Укажите размеры поперечного разреза борозд средней глубины.

А. Глубина 20–30 см, ширина верхней части 50–60 см.

В. Глубина 15–20 см, ширина верхней части 40–45 см.

С. Глубина 40–60 см, ширина верхней части – 100–120 см.

Д. Глубина 10–15 см, ширина верхней части – 30–35 см.

125. Укажите размеры поперечного разреза глубоких борозд.

А. Глубина 10–15 см, ширина верхней части – 30–35 см.

В. Глубина 40–60 см, ширина верхней части – 100–120 см.

С. Глубина 20–30 см, ширина верхней части – 50–60 см.

Д. Глубина 15–20 см, ширина верхней части – 40–45 см.

126. Укажите продолжительность бороздового полива в различных почвенных условиях.

А. На легких почвах 1 сут. на тяжелых/ – 2–3 сут.

В. На легких почвах 5–6 час., на тяжелых – 10–12 час.

С. На легких почвах 12–16 час., на тяжелых – 24–36 час.

Д. На легких почвах 24–36 час., на тяжелых – 12–16 час.

127. Укажите материалы армирования борозд?

А. Подземные трубопроводы.

В. Трубопроводы, дождевальные агрегаты, дернина, бумажные салфетки.

С. Поливные машины и агрегаты.

Д. Щитки, трубочки, сифоны, дернина, бумажные салфетки.

128. Какие машины и агрегаты применяют для распределения воды в борозды?

А. ППА-165У, ППА-300, АПШ-1, ТКП-90, ТАП-150, КОП-200, КП-160А и др.

В. Д-374, Д-498, Д-458, Д-492А, ДТ-75, Т-100М и др.

С. ПР-5, ПВ-7,3, Д-20Б, ПС-2,75М, ПА-3, ПТ-4А и др.

Д. ДДА-100МА, ДМУ-АСС, ДКШ-64, ДДН-70, ДДН-100, ДДН-30 и др.

129. Какое значение имеет механизация распределения воды в борозды?

А. Уменьшается норма полива, повышается производительность труда поливальщика.

В. Повышается коэффициент использования воды, уменьшается норма полива, повышается производительность труда поливальщика.

С. Не будет эрозии почвы, вода равномерно распределяется по бороздам.

Д. Повышается коэффициент использования воды, снижается потери воды, вода равномерно распределяется по бороздам.

130. Какая скорость течения воды должна быть в трубопроводах, чтобы предупредить их заиливание?

А. Более 0,9–1,2 м/сек.

В. Более 0,9 м/сек.

С. Менее 0,5 м/сек.

Д. Менее 0,1 м/сек.

131. Укажите показатели, определяющие качества дождевального полива.

А. Интенсивность дождевания, размер дождевых капель, равномерность распределения воды по участку.

В. Равномерное увлажнение расчетного слоя почвы, размер дождевых капель.

С. Равномерность распределения воды по участку, поливная норма.

Д. Интенсивность дождевания, размер дождевых капель, расход воды машины.

132. Что понимаете под дождевальным поливом?

А. Подача воды только на надземные органы растений в виде искусственного дождя.

В. Осуществления полива с использованием естественного дождя.

С. Мелько-дисперсная подача воды на поверхность почвы и растения с помощью специальных машин, оборудований и агрегатов.

Д. Подача воды на поверхность почвы и на надземные органы растений в виде дождевых капель с помощью специальных машин, оборудований и агрегатов.

133. Укажите короткоструйные дождевальные машины и агрегаты.

А. ДДА-100М, ДДА-100МА.

В. ДКШ-64 «Волжанка», ДМУ «Фрегат», ДФ-120 «Днепр».

С. «Радуга» (КИ-50), Z-50Д «Сигма», ДШ-25/300.

Д. ДДН-70, ДДН-100.

134. Укажите среднеструйные дождевальные машины и агрегаты.

А. «Радуга» (КИ-50), Z-50Д «Сигма», ДШ-25/300.

В. ДДА-100М, ДДА-100МА.

С. ДДН-70, ДДН-100.

Д. ДКШ-64 «Волжанка», ДМУ «Фрегат», ДФ-120 «Днепр», «Радуга» (КИ-50), Z-50Д «Сигма», ДШ-25/300

135. Укажите дальнеструйные дождевальные машины и агрегаты.

А. ДДА-100М, ДДА-100МА.

В. «Волжанка», ДМУ «Фрегат», ДФ-120. «Днепр».

С. ДДН-70, ДДН-100.

Д. «Радуга» (КИ-50), Z-50Д «Сигма», ДШ-25/300.

136. Укажите устройства увлажнительных труб при внутрипочвенном орошении.

А. Диаметр увлажнительных труб 10–20 мм, водвыпускные отверстия с диаметром 10–20 см расположены в них на каждом 20 см в спиральном виде.

В. Диаметр увлажнительных труб 20–50 см, водвыпускные отверстия с диаметром 1–2 см расположены в них на каждом 20 см в спиральном виде.

С. Диаметр увлажнительных труб 20–50 мм, водвыпускные отверстия с диаметром 1–2 мм расположены в них на каждом 20 см. в спиральном виде.

Д. Диаметр увлажнительных труб 150–200 мм, водвыпускные отверстия с диаметром 10–20 мм расположены в них на каждом 200 см в спиральном виде.

137. Что понимаете под субиригацией?

А. Увлажнение расчетного слоя почвы с применением внутрипочвенного полива.

В. Увлажнение почвы через ирригационные сетки.

С. Увлажнение почвы с применением системы капельного орошения.

Д. Увлажнение почвы за счет искусственного подъема уровня грунтовых вод.

138. Укажите сущность капельного способа полива?

А. Подача воды на поверхность почвы в виде дождевых капель с помощью специальных оборудований.

В. Подача воды на поверхность почвы в виде дождевых капель с помощью дождевальных машин.

С. Подача воды на поверхность почвы в виде дождевых капель с помощью специальных машин.

Д. Подача оросительной воды в почву в виде капель с помощью капельниц, локальное увлажнение почвы.

139. Укажите сущность аэрозольного (мелкодисперсного) полива?

А. Вода подается в виде искусственного тумана, при этом повышается относительная влажность приземного слоя атмосферы, снижается температура надземных органов растений.

В. Подача воды на поверхность почвы в виде дождевых капель с помощью специальных машин, оборудований и агрегатов при этом снижается температура надземных органов растений.

С. Подача воды на поверхность почвы в виде дождевых капель с помощью специальных оборудований, локальное увлажнение почвы.

Д. Подача оросительной воды в почву в виде капель с помощью капельниц, локальное увлажнение почвы, при этом повышается относительная влажность приземного слоя атмосферы.

140. Перечислите составные части оросительных систем.

А. Оросительные, коллекторно-дренажные и водосборно-сбросные сети:

В. Коллекторно-дренажные сети и гидротехнические сооружения на них, реки и саи.

С. Магистральные каналы, межхозяйственные распределители.

Д. Внутрихозяйственный и участковый распределители, временная сеть.

141. Укажите составные части внутрихозяйственной оросительной системы.

А. Коллекторно-дренажные сети и гидротехнические сооружения на них, реки и саи.

В. Поливные борозды, рисовые чеки, подземные и грунтовые воды.

С. Магистральные каналы, межхозяйственные распределители, полевые дороги, лесозащитные полосы, водохранилища, рисовые чеки, полосы и все гидротехнические сооружения на них и др.

Д. Внутрихозяйственный и участковый распределители, временная сеть, поливные борозды, рисовые чеки, полосы и все гидротехнические сооружения на них и др.

142. Какие типы оросительных систем по устройству знаете?

А. Оросительные системы с подачей воды самотоком, механическим подъемом воды и комбинированные.

В. Постоянные, временные, стационарные, передвижные и полупередвижные.

С. Стационарные (постоянные), передвижные и полупередвижные.

Д. Открытие, закрытие и комбинированные.

143. Какие типы оросительных систем в зависимости от водоподачи знаете?

А. Стационарные (постоянные), передвижные и полупередвижные.

В. Оросительные системы с подачей воды самотоком, механическим подъемом воды и комбинированные.

С. Постоянные, временные, открытые, закрытые и комбинированные.

Д. Открытые, закрытые и комбинированные, с механическим подъемом воды и комбинированные.

144. В зависимости от применения различают оросительные системы ...

А. Оросительные системы с подачей воды самотоком, постоянные и временные.

В. Открытые, закрытые и комбинированные, с подачей воды самотоком.

С. Оросительные системы с подачей воды самотоком, механическим подъемом воды и комбинированные

Д. Стационарные (постоянные), передвижные и полупереводимые.

145. Укажите составные части внутри картровой оросительной сети.

А. Временная оросительная сеть, выводные борозды, поливные борозды, полосы и чеки.

В. Внутрихозяйственный и участковый распределители, временные оросительные сети.

С. Магистральные каналы, межхозяйственный распределитель, полосы и чеки.

Д. Дренажная сеть, гидротехнические сооружения на них, поливные борозды, полосы и чеки.

146. Продолжительность полива подкомандной территории временного оросителя должна быть:

А. 10–15 сут.

В. 15 сут.

С. Не более 2 сут.

Д. Не более 6 сут.

147. Расход воды во временной оросительной сети в зависимости от схемы их размещения составляет:

А. При продольной схеме размещения – ≤ 60 л/сек, поперечной – ≤ 40 л/сек.

В. 10–15 л/сек.

С. При продольной схеме размещения – ≥ 40 л/сек, поперечной – ≥ 60 л/сек.

Д. При продольной схеме размещения – ≤ 40 л/сек, поперечной – ≤ 60 л/сек.

148. Оросительные сети в зависимости от срока их эксплуатации могут быть:

А. Постоянные и временные.

В. Постоянные и временные сети, поливные борозды, полосы и чеки.

С. С подачей воды самотоком, постоянные и временные сети.

Д. Поливные борозды, полосы и чеки, постоянные и временные сети.

149. В каких условиях применяют продольную схему размещения временной оросительной сети?

А. Применяют независимо от уклона местности.

В. На землях с уклоном больше 0,008.

С. На землях с уклоном больше 0,001–0,002.

Д. На землях с уклоном меньше 0,002.

150. Временные оросители (окарыки) нарезают с помощью следующих орудий:

А. ДДА-100МА, ДКШ-64, ДМУ-АСС.

В. КЗУ-0,3, КЗУ-0,5, КОР-500А, КБН-0,35, КПУ-2000А, МК-12.

С. КОП-200, КП-160А, АПШ-1, ТКП-90.

Д. КП-200, ТАП-150, ППА-165У, ППА-300.

151. В каких условиях применяют поперечную схему размещения временной оросительной сети?

А. Прием излишков воды.

В. На землях с уклоном меньше 0,002.

С. На землях с уклоном меньше 0,001.

D. На землях с уклоном больше 0,008.

152. Укажите основную функцию оросительных сетей.

A. Применяют независимо от уклона местности.

B. Забор воды из источника орошения, транспортировка их до орошаемого участка и равномерное их распределение

C. Удаление оросительной, сбросной и коллекторно-дренажной воды за пределы участка.

D. Прием сбросных вод с орошаемой территории и отвод их за пределы участка.

153. Что понимаете под постоянными оросителями?

A. Оросительные сети, обслуживающие в течение двух и более лет.

B. Оросительные сети, обслуживающие в течение одного поливного сезона.

C. Закрытие оросительные сети.

D. Железобетонные лотки.

154. Укажите составные части рисовой оросительной сети.

A. Магистральные и распределительные каналы и сооружения на них, картовые оросительные сети.

B. Сбросная и коллекторно-дренажная сети, оградительные каналы

C. Картовая и чековая оросительные сети и сооружения на них.

D. Источник поливной воды, оросительные каналы и коллекторно-дренажная сети и сооружения на них.

155. Какой размер карты-чека в рисовой оросительной системе?

A. 0,01–0,1 га.

B. 20–30 га.

C. 10–15 га.

D. 4–6 га.

156. Укажите мероприятия по поддержанию рабочего состояния рисовой оросительной системы.

A. Переустройство рисовой гидромелиоративной системы.

В. Переустройство гидромелиоративной системы, ремонт аварийных элементов системы.

С. Ремонт аварийных элементов системы.

Д. Проведение капитального и текущего ремонтов объектов оросительной системы.

157. Какие планировки земель проводят на рисовой оросительной системе?

А. Капитальная, текущая и частичная планировки.

В. Капитальная и текущая планировки.

С. Капитальная, текущая, восстановительная, кулисная планировки.

Д. Планировка затоплением водой, капитальная и текущая планировки.

158. Какие мероприятия проводят при текущей эксплуатации рисовых систем?

А. 1) Капитальная и текущая планировки земель; 2) Подготовка системы к приему воды; 3) Подготовка системы к зимнему периоду.

В. 1) Подготовка системы к приему воды; 2) Соблюдение соответствующего водного режима и водоподачи. 3) Консервация элементов системы.

С. 1) Соблюдение соответствующего водного режима и водоподачи; 2) Обеспечение свободного оттока осадочных и фильтрационных вод.

Д. 1) Подготовка системы к приему воды; 2) Соблюдение соответствующего водного режима и водоподачи; 3) Подготовка системы к зимнему периоду.

159. Укажите работу картового распределителя на инженерных рисовых оросительных системах.

А. Картовая оросительная сеть могут быть одностороннего или двухстороннего командования.

В. Картовая оросительная сеть могут быть только одностороннего командования.

С. Картовая оросительная сеть могут быть только двухстороннего командования.

Д. Картовая оросительная сеть могут быть постоянная или временная.

160. Что понимаете под специальными оросительными системами?

А. Оросительные системы с использованием коллекторно-дренажных вод.

В. Оросительные системы с использованием сбросных вод.

С. Оросительные системы с использованием подземных вод.

Д. Специализированные водохозяйственные объекты для приема всего объема предварительно очищенных сточных вод с целью использования их для орошения и почвенной доочистки.

161. Укажите типы специальных оросительных систем.

А. С круглогодичным приемом сточных вод и использованием их на орошение; с круглогодичным приемом сточных вод в регулирующие емкости и орошением сельскохозяйственных культур только в вегетационный период.

В. С круглогодичным приемом сточных вод в регулирующие емкости и орошением сельскохозяйственных культур только в вегетационный период; с приемом всего объема предварительно очищенных сточных вод с целью использования их для орошения сельскохозяйственных культур и почвенной доочистки.

С. С приемом сточных вод и орошением только в вегетационный период; с приемом сточных вод и орошением только в невегетационный период.

Д. С приемом сточных вод и орошением только в вегетационный период.

162. Какие способы полива применяют в специальных оросительных системах?

А. Полив по бороздам, напуском по полосам, затоплением чеков и дождевальным полив.

В. Дождевальным полив и внутрпочвенное орошение.

С. Только по бороздам, напуском по полосам, затоплением чеков.

Д. Поверхностный полив: по бороздам, напуском по полосам, затопление чеков; дождевальнй полив и внутрипочвенное орошение.

163. Как определяется расчетный расход внутрихозяйственного распределителя?

А. По потребности всех водопотребителей ассоциации водопотребителей.

В. По потребному объему воды на проведение промывок и орошение сельскохозяйственных культур.

С. По потребностям фермерских хозяйств и ассоциаций водопотребителей.

Д. На основании расчетных расходов воды во временных оросителях.

164. Потребный объем воды с учетом потерь воды во внутрихозяйственной оросительной системе определяют по формуле:

А. $Q_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{нп}}}{\eta}$.

В. $Q_{\text{мхлн}} = \sum Q_{\text{срлн}}$.

С. $Q_{\text{нп}} = \frac{m \cdot F_{\text{срлн}}}{t \cdot 86,4}$.

Д. $Q_{\text{срлн}} = \sum Q_{\text{срлн}}$.

165. По какой формуле определяют суточный потребный объем воды?

А. $Q_{\text{срлн}} = Q \cdot t \cdot \eta$.

В. $Q_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{нп}}}{\eta}$.

С. $Q = F \cdot V_{\text{ср}}$.

Д. $Q_{\text{срлн}} = \frac{F \cdot m}{t}$.

166. По какой формуле определяют коэффициента полезного действия канала?

А. $KZI = \frac{F_{\text{пос}}}{F_{\text{общ}}}$.

В. $\eta = \frac{Q_{\text{экон}}}{Q_{\text{мзл}}} = \frac{Q_{\text{нп}}}{Q_{\text{ср}}}$.

$$C. Q_{бр} = \frac{Q_{кп}}{\eta}$$

$$D. \eta_{мхос} = \eta_{мкр} \cdot \eta_{эхос}$$

167. На основании чего разрабатывают план внутрихозяйственного водо-пользования?

A. На основании реальной обеспеченности источников воды.

B. На основании принятых способов и техники полива.

C. На основании расчетных режимов орошения сельскохозяйственных культур.

D. На основании запланированных урожаев сельскохозяйственных культур.

168. По какой формуле определяют коэффициент полезного действия внутри-хозяйственной оросительной системы?

$$A. КЗИ = \frac{F_{пос}}{F_{общ}}$$

$$B. \eta_{мхос} = \eta_{мкр} \cdot \eta_{эхос}$$

$$C. \eta = \frac{Q_{эон}}{Q_{эч}} = \frac{Q_{кп}}{Q_{бр}}$$

$$D. \eta_{эхос} = \eta_{во} \cdot \eta_{ур} \cdot \eta_{кр}$$

169. Укажите мероприятия по повышению КПД каналов.

A. Применение противотрационных одежд в каналах.

B. Уплотнение ложа каналов, применение водосберегающих технологий полива сельскохозяйственных культур.

C. Своевременная очистка и ремонт канала, соблюдение режима работы канала за оросительный сезон.

D. Уплотнение ложа каналов, покрытие ложа каналов противотрационными.

170. Укажите способы борьбы сорными растениями в каналах.

A. Физический, агротехнический, химический.

B. Механический, химический, биологический, физический.

C. Биологический, агротехнический, комбинированный.

D. Химический, биологический, физический, агротехнический.

171. Укажите мероприятия по предупреждению поступления наносов из источников воды в оросительную сеть.

А. Применение отстойников.

В. Обеспечение необходимой скорости течения воды в оросительном канале.

С. Получение воды в оросительную сеть когда она не мутная, применение отстойников.

Д. Прекращение забора воды в оросительную сеть.

172. Какие орудия применяют для очистки каналов от сорных растений и наносов?

А. Одноковшные и многоковшные экскаваторы и очистители каналов: Д-342А, КМБ-24, Д-490, МР-9, ВК-1,2.

В. Многоковшовые экскаваторы ЭМ-152, ЭМ-202, МР-10.

С. Очистители каналов Д-342А, КМБ-24, Д-490, МР-9, ВК-1,2.

Д. Одноковшные экскаваторы Э-652Б, Э-304В, Э-1552Б.

173. Какие орудия применяют для очистки каналов от сорных растений?

А. Экскаваторы Э-652Б, Э-304В, Э-1552Б.

В. Чизель-культиваторы.

С. Очистители каналов Д-342А, КМБ-24, Д-490, МР-9.

Д. Машины-косилки ККД-15, РР-28, РР-41, МКР-1, К-48Б, МК-12.

174. Что понимают под водопользованием?

А. Осуществление распределения воды по орошаемым участкам.

В. Подача воды в хозяйства на основании заранее составленного плана водопользования.

С. Подача воды хозяйствам и организация работ по распределению их по орошаемым участкам.

Д. Подача воды хозяйствам-водопотребителям, организация и осуществления работ по распределению их между водопотребителями.

175. На какие периоды составляют планы водопользования?

А. На летно-осенний период.

В. На зимне-весенний период.

С. На вегетационный период.

Д. На вегетационный и невегетационный периоды.

176. В чем заключается сущность планирования водопользования?

А. Разработка технологию возделывания сельскохозяйственных культур в соответствии планов водопользования.

В. Организация и проведение учета и распределения воды, подаваемого на поля орошения.

С. Планирование работы дождевальных и поливных машин и агрегатов.

Д. Получение необходимого объема воды в хозяйства и распределение их между водопотребителями на основании заранее составленного планов водопользования.

177. Кем и когда в первый раз разработан план водопользования?

А. Шаров И.А., в 1938 г.

В. Янишевский Н.А., в 1928–1929 г.г.

С. Сукач И.Ф., в 1964 г.

Д. Костяков А.Н., в 1951. Г.

178. Оперативные планы-графики полива составляют на

А. 5 или 10 сут.

В. 25–30 сут.

С. Неполивной сезон.

Д. Оросительный сезон.

179. С какой целью составляют оперативные планы-графики поливов?

А. Для своевременного и высококачественного проведения поливов на основе принятого плана водопользования.

В. Для своевременного проведения междурядных обработок почвы перед и после поливами согласно планов водопользования.

С. Для обеспечения намеченных агротехнологий по возделыванию сельскохозяйственных культур.

Д. Увязка поливов с агротехическими мероприятиями, проводимых до и после поливов.

180. Какие гидрометрические посты организуют на источниках воды и оросительных системах?

А. Опорный, головной и балансовые посты.

В. Опорный, сбросной и специальный посты.

С. Распределительный, внутривоздейственный и сбросной, внутрикартонные посты учета воды, подаваемого на орошение воды.

Д. Опорный, головной, балансовый, распределительный, внутривоздейственный, сбросной и специальный посты.

181. Какие сооружения и оборудования чаще используют для учета расхода воды в оросительных сетях?

А. Автоматизированные водоучитывающие сооружения и средства.

В. Водомерный лоток, постоянное русло, водосливы Чиполетти, Иванова и Томсона.

С. Водомерный порог, водомерная насадка, водосливы Чиполетти, Иванова и Томсона.

Д. Водомерный порог, водомерная насадка, водомерный лоток и постоянное русло.

182. Когда и где построено первое водоизмерительное сооружение Ахмедом Аль-Фергани?

А. В IX веке на реке Нил.

В. В 1911 году в низовьях Амударьи.

С. В 1906 году на реке Чирчик.

Д. В 1896 году на реке Нарин.

183. По какой формуле определяют расход воды трубопровода?

А. $Q = F \cdot V_{cp}$.

В. $Q = 1,86 \cdot B \cdot H \cdot \sqrt{H}$.

С. $Q = 1,41 \cdot H^2 \cdot \sqrt{H}$.

Д. $Q = \omega \cdot V$.

184. Какие водосливы больше всего применяются для учета воды во временной оросительной сети?

А. Водосливы Чиполетти ВЧ-150 и ВЧ-175.

В. Водосливы Чиполетти ВЧ-100, ВЧ-125 и Томсона ВТ-60.

С. Водослив Томсона ВТ-30.

Д. Водосливы Чиполетти ВЧ-25, ВЧ-50 и Томсона ВТ-90.

185. По какой формуле определяют объем воды, поступающего через водо-слив Чиполетти?

А. $Q = 1,41 \cdot H^2 \cdot \sqrt{H}$.

В. $Q_{бр} = \frac{Q_{нм}}{\eta}$.

С. $Q = F \cdot V_{cp}$.

Д. $Q = 1,86 \cdot B \cdot H \cdot \sqrt{H}$.

186. По какой формуле определяют объем воды, проходящего через водослив Томсона?

А. $Q = 1,86 \cdot B \cdot H \cdot \sqrt{H}$.

В. $Q = F \cdot V_{cp}$.

С. $Q = 1,41 \cdot H^2 \cdot \sqrt{H}$.

Д. $Q_{бр} = \frac{Q_{нм}}{\eta}$.

187. По какой формуле определяют расход воды открытого канала?

А. $w = 100 \cdot h \cdot d \cdot (V_{нм} - V_{дн})$.

В. $M_n = E - 10 \alpha \cdot P - (W_n - W_k) - W_{14}$.

С. $Q = F \cdot V_{cp}$.

Д. $F = \frac{a+b}{2} \cdot h_{cp}$.

188. Оптимальная площадь орошаемого участка на инженерных оросительных системах составляет

А. От 8–12 до 20–25 га и более.

В. От 800–120 до 2000–2500 га.

С. Не более 8–12 га.

Д. От 80–120 до 200–250 га.

189. Укажите оптимальные размеры и форму поливного участка.

А. Прямоугольник со сторонами 1500–2000 м.

В. Прямоугольник: ширина – 100–200 м. и длина – 300–400 м.

С. В форме трапеции со сторонами 800–1000 м. и 400–500 м.

Д. Прямоугольник: ширина – 400–500 м. и длина 800–1000 м.

190. Какие виды планировок проводятся на орошаемых землях?

А. Капитальная и частичная планировки.

В. Капитальная, текущая и частичная планировки.

С. Капитальная и текущая планировки.

Д. Планировка с затоплением чеков и кулисная планировка.

191. Какие периоды выделяют в эксплуатации оросительных систем?

А. 1 – рабочий период и 2 – подготовка системы к зимнему периоду.

В. 1 – подготовка системы к получению воды; 2 – рабочий период; 3 – подготовка системы к зимнему периоду.

С. Подготовка системы к получению воды и рабочий период.

Д. Поливной и неполивной периоды.

192. Укажите мероприятия по подготовке оросительной системы к поливному сезону.

А. Переоборудование оросительных сетей и сооружений на них, реконсервация их, тарировка водомерных сооружений, внесение корректировок в журналы и графики.

В. Полное удаление остаточных вод из оросительных сетей, ремонт каналов и сооружений на них, очистка от наносов и сорных растений, консервация сооружений и др.

С. Устранения аварийных объектов на них.

Д. Приведение в нужное техническое состояние оросительных сетей и сооружений на них.

193. Укажите состав работ, выполняемых в оросительной системе в осенне-зимний период.

А. Полное удаление остаточных вод из оросительных сетей, ремонт оросительных сетей и сооружений на них, очистка их от наносов и сорной растительности, консервирование необходимых сооружений и др.

В. Приведение в необходимый порядок технического состояния оросительных сетей и сооружений на них.

С. Переоборудование оросительных сетей и сооружений на них, проведение реконсервации, тарирование водомерных сооружений.

Д. Приведение в необходимый порядок технического состояния оросительных сетей и сооружений на них, внесение корректировок в журналы и графики, применение мер против потерь воды и др.

194. Укажите работы, выполняемые на оросительной системе в весенний период.

А. Польное удаление остаточных вод с оросительных сетей, ремонт оросительных сетей и сооружений на них, очистка их от наносов и сорной растительности, консервирование сооружений и др.

В. Очистка оросительных сетей от наносов и сорных растений, проведение капитальной и текущей планировки земель.

С. Приведение в необходимый порядок технического состояния оросительных сетей и сооружений на них.

Д. Переоборудование оросительных сетей и сооружений на них, проведение реконсервации, тарирование водомерных сооружений, внесение корректировок в журналы и графики, применение мер против потерь воды и др.

195. Что понимаете под индивидуальным водохозяйственным объектом?

А. Водохозяйственный объект, обслуживающий ассоциацию дежкано-фермерских хозяйств.

В. Водохозяйственный объект, расположенный на территории нескольких фермерских хозяйств и им обслуживающий.

С. Водохозяйственный объект, расположенный на территории нескольких водопотребителей и им обслуживающий.

Д. Водохозяйственный объект, расположенный на территории одного водопотребителя и ему обслуживающий.

196. На основании какого документа осуществляют подачу воды потребителям воды?

А. На основании договора по поставке лимитного объема воды потребителям воды.

В. На основании договора оказания платных услуг и работ ассоциациям водо-потребителей и потребителям воды.

С. На основании договора о поставке воды потребителям, не членам ассоциации водопотребительей.

Д. На основании договора о подекадной поставке воды между ассоциацией водопотребителей и потребителями воды.

197. Укажите этапы организации полива сельскохозяйственных культур.

А. Польное удаление остаточных вод с оросителей, ремонт оросителей и сооружений на них.

В. Польное удаление остаточных вод с оросителей, очистка их от наносов и сорной растительности.

С. Очистка оросительных сетей от наносов и сорной растительности, консервирование сооружений.

Д. Подготовка к поливному сезону, проведение поливов, подготовка системы к неполивному сезону.

198. Как определяется себестоимость поданной в хозяйства поливной воды?

А. На основании себестоимости воды в межхозяйственных оросительных системах.

В. На основании годового общего затрата и общего объема поданной воды.

С. По общему затрату на обеспечение населения питьевой водой.

Д. На основании капитальных затрат и общего объема поданной воды.

199. Как определяется выполнение плана полива сельскохозяйственных культур за определенный период?

А. $P = \frac{F_{\phi}}{F_{\text{пл}}} \cdot 100.$

В. $Q = \omega \cdot V.$

С. $Q = F \cdot V_{\text{ср}}.$

Д. $KIB_{\text{общ}} = \frac{M_{\text{срнп}} \cdot F_{\text{пл}}}{Q_{\text{бр}}}.$

200. Как определяется общий коэффициент использования поливной воды в хозяйстве?

A. $Q = 1,86 \cdot B \cdot H \cdot \sqrt{H}$.

B. $P = \frac{F_{\phi}}{F_{\text{пл}}} \cdot 100$.

C. $Q = 1,41 \cdot H^2 \cdot \sqrt{H}$.

D. $KIB_{\text{общ}} = \frac{M_{\text{срнп}} \cdot F_{\text{пл}}}{Q_{\text{ср}}}$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7-февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида” ги ПФ-4947-сонли Фармони. Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2017 й., 6- сон, 70-модда

2. «2018–2019 йилларда ирригацияни ривожлантириш ва суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш бўйича давлат Дастури тўғрисида». Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 27- ноябрдаги қарори. Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2017 й.

3. «Ўзбекистонни ривожлантиришнинг бешта устивор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегиясини фаол тадбиркорлик, инновацион ғоялар ва тадбиркорликни қўллаб қуватлаш йилида амалга оширишга оид давлат Дастури». 2018 йил 22- январдаги фармони. Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2018 й.

4. 2013–2017 йиллар даврида суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини янада яхшилаш ва сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш чора-тадбирлари тўғрисида. ЎзР Президентининг 2013 йил 29 апрелдаги Фармони (ПҚ-1958).

5. Томчилатиб суғориш тизимини ва сувни тежайдиган бошқа суғориш технологияларини жорий этиш ва молиялаштиришни самарали ташкил этиш чора-тадбирлари тўғрисида. ЎзР ВМ нинг 2013 йил 21- июндаги 176- сонли қарори.

6. 2013–2017 йиллар даврида суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш ва сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш бўйича Давлат дастурининг сўзсиз бажарилишини таъминлашга доир қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида. ЎзР ВМ нинг 2014 йил 24- февралдаги 39- сон қарори.

7. Artukmetov Z.A., Sheraliyev H. Ekinlarni sug'orish asoslari. /O'quv qo'llanma/. T.: O'zbekioston faylasuflar milliy jamiyati nashriyoti, 2012. – 320 b.

8. Artukmetov Z.A. Ekinlarni sugorish asoslari va sug'orish tizimlaridan foydalanish fanlaridan amaliy tajriba mashg'uiotlari. /O'quv qollanma/. T.: ToshDAU tahr.-nashr. bo'limi, 2009.–160 b.

9. Артуқметов З.А., Алланов Х.К. Суғориш технологиялари ва улардан фойдаланиш. /Ўқув қўлланма/. Т.: ТошДАУ тахр.-нашр. бўлими, 2010. – 132 б.

10. Артуқметов З.А., Ишпулатов Т.М. Определение качества и пригодности воды для орошения сельскохозяйственных культур. /Методические указания/. – Т.: Тип. ТашГУ, 1994. – 8 с.

11. Артуқметов З.А. Сувдан фойдаланиш режасини тузиш. /Услубий кўрсатма/. – Т.: ТошДАУ нашриёт-тахририят бўлими, 2004. – 17 б.

12. Артуқметов З.А., Салиев Б.К., Анарметов Р. ва б. Сув ўлчаши ташкил этиш. /Услубий кўрсатма/. – Т.: ТошДАУ тахририят-нашриёт бўлими, 2004. – 43 б.

13. Багров М.Н., Кружилин И.П. Оросительные системы и их эксплуатация. /Учебное пособие/. – М.: Колос, 1986. – 240 б.

14. Бочарин А.В. ва б. Ширкат хўжаликлари ва сувдан фойдаланувчи уюшмаларнинг гидротехниклари учун ўқув қўлланма. – Т.: Ўқитувчи, 2000. – 117 б.

15. Ерхов Н.С., Мисенев В.С. Практикум по сельскохозяйственной мелиорации и водоснабжению. М.: Колос, 1977. 144 с.

16. Исашов А., Бахрамов С. Фермер хўжаликлари ўртасида сув ресурсларини тақсимлаш ва сувнинг маҳсулдорлигини ошириш тадбирлари бўйича услубий қўлланма. Андижон. 2010, 3–55 б.

17. Исашов А., Хожиматов А., Хакимов А. Задачи реконструкции и практика расчета режима орошения хлопчатника в

Узбекистане. Мелиорация и водное хозяйство. Андижон. 2001. 12 стр.

18. Лев В.Т. Орошение риса в Узбекистане. /Учебное пособие/. – Т.: Укитувчи, 1983. – 216 с.

19. Лев В.Т., Артукуметов З.А. Сточные воды и орошение. /Брошюра/. – Т.: Мехнат, 1990. – 112 с.

20. Хамраев Ш. Соҳада ривожланишга эришиш сув ресурсларидан самарали фойдаланишга боғлиқ. “Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги” ж. 2018 й. №2. – 2–3 б.

21. Маматов С. Томчилатиб суғориш тизими (тарихи, тавсифи, афзалликлари, элементлари, лойиҳалаш, қуриш ва ишга тушириш). – Мехридарё МЧЖ, 2012. – 80 б.

22. Мелиорация и водное хозяйство. 6. Орошение: Справочник /Под ред. Б.Б. Шумакова. – М.: Агропромиздат, 1990. 415 с.

23. Натальчук М.Ф., Ахмедов Х.А., Ольгаренко В.И. Эксплуатация гидромелиоративных систем. /Учебное пособие/. – М.: Колос, 1983. – 279 с.

24. Практические занятия по сельскохозяйственным гидротехническим мелиорациям. Под. Ред. Ф.М. Рахимбаева. Т.: Мехнат, 1991 – 392 с.

25. Рахимбаев Ф.И. ва б. Гидромелиоратив тизимлардан фойдаланиш. /Ўқув қўлланма/. – Т.: Мехнат, 1994.

26. Серикбаев Б.С., Бараев Ф.А. и др. Практикум по эксплуатации и автоматизации гидромелиоративных систем. Т.: Мехнат, 1996. – 396 б.

27. Сандигурский Д.М., Безроднов Н.А. Механизация поливных работ. 2-е изд., перераб. и доп. /Учебное пособие/. – М.: Колос, 1983. – 288 с.

28. Тешаев Ш., Нурматов Ш., Муборақов А. ва б. Ғўза парваришида сув ва манба тежовчи агротехнологияларни қўллаш бўйича тавсиялар. – Т., 2013. – 44 б.

29. Экологические проблемы Афганистана и других Центрально Азиатских стран. Институт мировых ресурсов. http://www.wri.org/wri/central_asia/.

30. Новые технологии на службе человеческому развитию. ПРОН, Нью Йорк-Оксфорд, 2001, <http://www.undp.org/hidro/>.

31. Окружающая среда Центральной Азии 2000, ЮНЕП/ГРИД-Арендал, grida. no./aral/

32. Irrigation in Central Asia Social, Economic and Environmental. Considerations Julia Bucknall, Irina Klytchnikova, Julian Lampietti, Mark Lundell, Monica catasta, Mike Thurman. The World Bank, February 2003. www.world-bank.org/eca/environment.

33. В. Chandrasekaran, K. Annadurai, E. Somasundaram, 2010. A textbook of Agronomy. New Delhi. New age International (p) Limited, Publishers.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
I. Орошение сельскохозяйственных культур	
1. Определение качества воды и пригодности их для орошения.....	6
2. Определение допустимого содержания солей в поливной воде.....	15
3. Расчет годового обмена влаги между почвенными и грунтовыми водами на орошаемом участке.....	21
4. Расчет концентрации почвенного раствора по хлор иону.....	27
5. Определение расхода грунтовых вод на испарение на орошаемых землях.....	30
6. Расчет подъема грунтовых вод на орошаемых землях.....	33
7. Определение влажности и запаса воды в почве.....	40
8. Определение водного баланса орошаемого участка	46
9. Установление режима орошения сельскохозяйственных культур.....	53
10. Водохозяйственные расчеты для рисового поля.....	64
11. Установление элементов техники полива по бороздам.....	71
12. Расчет нормы и продолжительности полива напуском по полосам.....	82
13. Расчет транспортирующих и распределяющих поливной воды гибких шлангов.....	87
14. Расчет элементов техники капельного полива.....	95
15. Расчет элементов техники дождевального полива...	107

II. Эксплуатация оросительных систем

1.	Расчет площадей оросительных систем с использованием сточных вод.....	118
2.	Определение фильтрационных потерь воды из оросительных каналов и коэффициента их полезного действия.....	124
3.	Составление графика гидромодуля полива.....	129
4.	Составление внутривладельческого плана водопользования.....	138
5.	Составление оперативных планов-графиков полива	147
6.	Составление календарного плана водопользования для рисосеющих хозяйств.....	154
7.	Определение расхода воды в открытых каналах....	159
8.	Учет расхода воды в трубопроводах.....	164
9.	Учет расхода воды во временной оросительной сети.....	169
10.	Документы по упорядочению водохозяйственных отношений между водопотребителями и ассоциациями водопотребителей.....	179
10.1.	Журнал учета воды.....	180
10.2.	Договор о водоснабжении и его использовании....	185
10.3.	Типовой договор по оказанию денежных водохозяйственных работ и услуг между АВП и фермерами и другими пользователями.....	193
	Сборник тест-вопросов по курсу «Орошение сельскохозяйственных культур и эксплуатация оросительных систем».....	200
	Список использованной литературы.....	249

АРТУКМЕТОВ З.А.

**ПРАКТИКУМ ПО ОРОШЕНИЮ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ
СИСТЕМ**

Ташкент – «Fan va texnologiya» – 2019

Редактор:	Д.Вахидова
Тех. редактор:	А.Мойдинов
Художник:	А.Шушунов
Корректор:	Ш.Миркасимова
Компьютерная вёрстка:	Н.Рахматуллаева

**E-mail: tipografiyasnt@mail.ru Тел: 71-245-57-63, 71-245-61-61.
Изд.лиц. АIN№149, 14.08.09. Разрешено в печать 23.12.2019.
Формат 60x84 ¹/₁₆. Гарнитура «Times New Roman».
Офсетная печать. Усл. печ.л. 15,75 Изд. печ.л.16,0.
Тираж 300. Заказ № 277.**

Отпечатано в типографии
«Fan va texnologiyalar Markazining bosmaxonasi».
100066, г. Ташкент, ул. Алмазар, 171.

FAN VA
TEKNOLOGIYALAR



ISBN 978-9943-6154-1-0



9 789943 615410