

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

МЕЛИОРАТИВНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

СОГЛАСОВАНО
Председатель методической
комиссии факультета
В. М. Лукашевич
«30» сентября 2025 г.

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета
Ю.Н. Дуброва
«30» сентября 2025 г.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕЛИОРАЦИИ

**для специальности
1-74 02 01 Агрономия**

Горки,
2025

РЕКОМЕНДОВАН И УТВЕРЖДЕН

на заседании научно-методического Совета Учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» протокол № 7 от 27 марта 2024 г.

Составители:

Мерзлова О. А., доцент кафедры мелиорации и водного хозяйства УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», канд. с.-х. наук

Рецензенты:

Н. Н. Цыбулько, начальник научно-исследовательского отдела Международного экологического университета им. А.Д. Сахарова УО «Белорусский государственный университет», доктор с.-х. наук, профессор

А. С. Бруйло, заведующий кафедрой плодовоовощеводства и луговодства УО «Гродненский государственный аграрный университет», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

РАССМОТРЕН

на заседании кафедры мелиорации и водного хозяйства УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»

протокол № 7 от 27 февраля 2024 г.

протокол № 1 от 01 сентября 2025 г.

РАССМОТРЕН И РЕКОМЕНДОВАН

методической комиссией мелиоративно-строительного факультета УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»

протокол №7 от 26 марта 2024 г.

протокол № 1 от 22 сентября 2025 г.

Сельскохозяйственные мелиорации: Электронный учебно-методический комплекс / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия / О. А. Мерзлова. – Горки, 2025. – 208 с.

РЕФЕРАТ

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Сельскохозяйственные мелиорации» предназначен для реализации требований образовательной программы учебной дисциплины и образовательного стандарта Республики Беларусь четвертого поколения на I ступени высшего образования по специальности 1-74 02 01 «Агрономия».

Учебно-методический комплекс содержит следующие разделы: рецензии, титульный лист, содержание, пояснительную записку, теоретический и практический разделы, раздел контроля знаний, вспомогательный раздел.

Теоретический раздел включает перечень рекомендуемых учебных пособий; информацию об обеспеченности студентов учебной литературой по дисциплине; тематический план лекций; опорный конспект лекций; перечень тем теоретического материала, выносимого для самостоятельного изучения; перечень тем реферативных работ.

Практический раздел содержит тематический план лабораторных занятий, выносимых на управляемую самостоятельную работу студентов; методические указания по проведению практических занятий.

Раздел контроля знаний представлен перечнями вопросов контроля знаний для студентов дневной и заочной формы обучения; критериями оценки знаний по дисциплине.

Вспомогательный раздел включает копии учебников, учебных пособий, перечень демонстрационного материала, используемого при изучении теоретического курса

В учебно-методическом комплексе подробно отражены требования к знаниям и практическим навыкам специалистов с высшим образованием в части: понимания необходимости мелиораций для Республики Беларусь, важности их комплексного применения; существующих методов и способов осушения, орошения, освоения, коренного и поверхностного улучшения земель; обоснования методов и способов осушения и орошения с учетом почвенно-климатических, гидрологических и других условий, перспективности применения осушительно-увлажнительных систем, ресурсосберегающих методов оросительных мелиораций; принципов эколого-экономического обоснования применяемых мелиораций.

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	6
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	8
1.1 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛЕКЦИЙ.....	8
1.2 КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕЛИОРАЦИИ».....	10
Тема 1. Общие сведения о мелиорации почв и их особенности в Республике Беларусь	10
Тема 2. Водный режим почвы и условия его формирования.....	20
Тема 3. Условия применения осушительных мелиораций.....	31
Тема 4. Осушение почв регулирующей сетью.....	47
Тема 5. Особенности осушения почв в разных условиях.....	61
Тема 6. Специальные виды осушения и осушительно-увлажнительные системы.....	68
Тема 7. Орошение сельскохозяйственных культур.....	75
Тема 8. Виды, способы и техника орошения. Орошение дождеванием.....	89
Тема 9. Ресурсосберегающие способы и орошение в особых условиях.....	100
Тема 10. Культуртехнические и другие виды мелиорации почв. Мелиорация и охрана окружающей среды.....	108
Тема 11 (доп). Водоприемники осушительных систем	126
Тема 12 (доп). Источники воды для орошения	131
1.3 ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА, ВЫНОСИМОГО ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ.....	136
1.4 ТЕМЫ РЕФЕРАТИВНЫХ РАБОТ В РАМКАХ ИЗУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛА.....	137
1.5 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ.....	138
2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	139
2.1 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ, ВЫНОСИМЫХ НА УПРАВЛЯЕМУЮ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ СТУДЕНТОВ.....	139
2.2 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ.....	140
Лабораторная работа №1. Изучение приборов по измерению влажности воздуха, атмосферных осадков.....	140
Лабораторная работа № 2. Расчет водного баланса почвы и установление вида ее гидромелиорации.....	144
Лабораторная работа №3. Виды дренажных труб и принцип работы закрытого дренажа.....	146
Лабораторная работа № 4. Составление схемы осушения участка избыточно увлажненных почв закрытым дренажем. Способы восстановления работоспособности дренажно-коллекторной сети.....	150
Лабораторная работа № 5. Средства создания и агротехнические характеристики искусственного дождя.....	152

Лабораторная работа №6. Определение структуры и качества искусственного дождя.....	157
Лабораторная работа №7. Изучение системы капельного полива.....	159
Лабораторная работа №8. Составление технологических карт на проведение культуртехнических работ.....	162
Лабораторная работа №9(доп). Орошение культурных пастбищ.....	164
2.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	167
3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	169
3.1 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	169
3.2 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ТЕСТА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	171
3.3 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	178
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	179
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	202
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	203

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Мелиорация сельскохозяйственных земель является основой интенсификации аграрного производства в Республике Беларусь. В последнее время данный тезис неоднократно звучал с государственных трибун. Правильно подобранные и грамотно осуществленные мероприятия позволяют обеспечить оптимальные условия земледелия, существенно повысить плодородие почвы, способствуют рациональному использованию водных, земельных, трудовых и финансовых ресурсов, направлены на обеспечение высоких урожаев, экономических и экологических эффектов.

Изучению дисциплины «Сельскохозяйственные мелиорации» отводится важное место при формировании знаний у будущих специалистов общего агрономического профиля. Учитывая большую значимость гидромелиорации и неохваченность данного раздела в рамках других дисциплин, последним должно быть уделено наибольшее внимание.

Цель учебной дисциплины – научить студентов обосновывать необходимость применения мелиоративных мероприятий с учетом природно-климатических, почвенных и хозяйственных условий, понимать важность комплексного применения различных видов мелиорации с целью достижения максимального эффекта в части повышения почвенного плодородия, создания благоприятных условий для возделывания сельскохозяйственных культур, улучшения условий роста и развития растения, проведения сельскохозяйственных работ.

Основные задачи учебной дисциплины – овладение методами оценки почвенных и природно-климатических условий возделывания сельскохозяйственных культур; подходами к выбору необходимых видов мелиораций, методов, способов и технологий их проведения; приобретение навыков по осуществлению необходимых видов мелиорации и определению их эффективности.

Компетенции, которые будут получены студентами при изучении учебной дисциплины «Сельскохозяйственные мелиорации», дополняют и расширяют знания и навыки, сформированные ранее в рамках изучения смежных дисциплин «Почвоведение», «Земледелие», «Луговое хозяйство». Они необходимы при подготовке дипломных проектов и последующей практической и научной деятельности специалиста.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен знать: историю, современное состояние и перспективы развития сельскохозяйственных мелиораций; мелиоративный фонд республики; виды мелиораций и условия их применения; причины избыточного увлажнения почв, закономерности формирования водного режима и влияние его на урожайность сельскохозяйственных культур; основные способы проведения осушительных, оросительных, культуртехнических, агро-мелиоративных и др. приемов; современные технические средства.

Студент должен уметь: анализировать природные, хозяйственные и социальные характеристики и обосновывать потребность в различных видах мелиора-

ции; устанавливать причины избыточного увлажнения почв и выбирать наиболее эффективные и экологически обоснованные методы и способы регулирования водного режима почв; составлять схему осушения или орошения участка; проводить оценку состояния мелиоративных земель и составлять технологическую карту на проведение культуртехнических работ; определять хозяйственную, экономическую и экологическую целесообразность сельскохозяйственных мелиораций.

На изучение учебной дисциплины отводится:

– для дневной полной формы обучения всего 92 часа, из них 40 часов аудиторных. Примерное распределение аудиторного времени: лекции 20 часов, лабораторные занятия – 20 часов. На самостоятельную работу отводится 52 часа;

– для дневной сокращенной формы обучения всего 92 часа, из них 30 часов аудиторных. Примерное распределение аудиторного времени: лекции 10 часов, лабораторные занятия – 20 часов. На самостоятельную работу отводится 62 часа;

– для заочной формы обучения (единообразно для полной и сокращенной программы) всего 92 часа, из них 8 часов аудиторных. Примерное распределение аудиторного времени: лекции 4 часа, лабораторные занятия – 4 часа. На самостоятельную работу отводится 84 часа.

Рекомендуемая форма текущей аттестации для всех форм обучения – зачет.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 ТЕМАТИЧЕСКИЕ ПЛАНЫ ЛЕКЦИЙ

1.1.1 Тематический план лекционных занятий по дисциплине «Сельскохозяйственные мелиорации» для студентов 4 курса очной формы обучения специальности 1-74 02 01 «Агрономия» в восьмом семестре

№ п/п	Тема лекции	Количество часов
1	1. Общие сведения о мелиорации почв	1
	2. Природно-климатические условия Республики Беларусь, обоснование необходимости мелиорации почв	1
2	3. Водный режим почвы и условия его формирования	2
3	4. Избыточно-увлажненные почвы как объект мелиорации	1
	5. Сущность и условия применения осушительных мелиораций	1
4	6. Осушение почв открытой регулирующей сетью	1
	7. Осушение почв закрытой регулирующей сетью	1
5	8. Особенности осушения тяжелых по механическому составу и переуплотненных почв	1
	9. Осушение легких минеральных и торфяных почв	1
6	10. Специальные виды осушения	1
	11. Осушительно-увлажнительные системы. Эксплуатация и реконструкция мелиоративных систем	1
7	12. Общие сведения об орошении	1
	13. Режим орошения сельскохозяйственных культур	1
8	14. Виды, способы и техника орошения	1
	15. Орошение дождеванием	1
9	16. Ресурсосберегающие способы и технологии орошения	1
	17. Орошение в особых условиях	1
10	18. Культуртехнические и другие виды мелиорации почв	1
	19. Мелиорация и охрана окружающей среды	1
	Итого	20

1.1.2 Тематический план лекционных занятий по дисциплине «Сельскохозяйственные мелиорации» для студентов 3 курса очной формы обучения специальности 1-74 02 01 «Агрономия ССО» в шестом семестре
(с изменениями и дополнениями)

№	Тема лекции	Количество часов
1	Природно-климатические условия Республики Беларусь, обоснование необходимости мелиорации почв	1
2	Водный режим почвы и условия его формирования	2
3	Сущность и условия применения осушительных мелиораций	1
4	Осушение почв открытой и закрытой регулирующей сетью	2
5	Специальные виды осушения	2
6	Водоприемники осушительных систем	1
7	Осушительно-увлажнительные системы. Эксплуатация и реконструкция мелиоративных систем	1
8	Общие сведения об орошении. Режим орошения сельскохозяйственных культур	2
9	Виды, способы и техника орошения. Орошение дождеванием	2
10	Ресурсосберегающие способы и технологии орошения. Орошение в особых условиях	2
11	Водоисточники и качество оросительной воды	1
12	Культуртехнические и другие виды мелиорации почв	2
13	Мелиорация и охрана окружающей среды	1
	Итого	20

1.1.3 Тематический план лекционных занятий по дисциплине «Сельскохозяйственные мелиорации» для студентов заочного отделения агрономического факультета
3 курса специальности 1-74 02 01 «Агрономия ССО» в первом семестре и
4 курса специальности 1-74 02 01 «Агрономия» во втором семестре
учебного года

№ п/п	Тема лекции	Количество часов
1	1. Водный режим почвы и условия его формирования	0,5
	2. Сущность и условия применения осушительных мелиораций	0,5
	3. Осушение почв открытой регулирующей сетью	0,5
	4. Осушение почв закрытой регулирующей сетью	0,5
2	5. Режим орошения сельскохозяйственных культур	0,5
	6. Орошение дождеванием	0,5
	7. Ресурсосберегающие способы и технологии орошения	0,5
	8. Орошение в особых условиях	0,5
	Итого	4

1.2. ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

Тема 1. Общие сведения о мелиорации почв и их особенности в Республике Беларусь

1. *Понятие, объект и задачи мелиорации почв.*
2. *Краткий исторический обзор развития мелиорации.*
3. *Природно-климатические условия Республики Беларусь, обоснование необходимости мелиорации почв.*
4. *Природные и социально-экономические предпосылки мелиорации почв. Виды мелиорации почв и их комплексность.*

1. Понятие, объект и задачи мелиорации почв

В современных условиях ресурсы продовольствия в основном создаются в трех отраслях народного хозяйства: сельском, рыбном и лесном. Практически монопольными источниками продовольствия служат земля, вода и лес как объекты целенаправленной человеческой деятельности. Однако в настоящее время и в обозримом будущем наиболее надежным и перспективным источником производства продуктов питания останется сельское хозяйство, продукция которого в балансе продовольственных ресурсов имеет решающее значение. Понятно также стремление добывать в морях, реках, озерах больше рыбы и другого сырья для производства продуктов питания, увеличивать сбор лесных даров. Но во избежание нарушения природного равновесия допустимые резервы этих промыслов все же будут сознательно ограничиваться.

Сельское хозяйство – наиболее древняя отрасль материального производства. Его история – это история деятельности людей, направленной на повышение продуктивности культурных растений и домашних животных, чтобы обеспечить и улучшить условия существования человечества.

Особенность сельскохозяйственного производства заключается в характере использования природных ресурсов, организации труда, большой неоднородности условий, в которых оно осуществляется, а также в своеобразии получаемой продукции.

На устойчивость сельскохозяйственного производства влияние оказывают природно-климатические условия региона и плодородие почвы. В свою очередь плодородие почвы подразделяется на естественное (потенциальное) и искусственное (эффективное). Последнее создается и поддерживается воздействием человека через систему различных агротехнических и мелиоративных мероприятий: обработкой почвы, внесением органических и минеральных удобрений, регулированием водного режима (осушением, орошением) и др.

Слово “*мелиорация*” происходит от латинского “*Ioelioration*”, что в переводе означает “*улучшение*”. В более конкретном выражении мелиорация представляет собой комплекс мероприятий, направленных на регулирование (улучшение) основных компонентов природной среды (факторов жизни растений).

2. Краткий исторический обзор развития мелиорации

Мелиорацией земель для расширения площади и повышения продуктивности используемых угодий люди занимаются со времени появления земледелия.

Испокон веков человек стремился укротить стихию воды, улучшить водный режим почв, увеличить площади земель, пригодных для сельскохозяйственной обработки. Но не всегда эти попытки были обоснованы экономически и экологически, не всегда соответствовали объективным потребностям общества.

Интенсивность воздействия человека на окружающую среду в процессе хозяйственной деятельности нарастала в ходе эволюции человечества. Искусственное орошение как вид мелиорации на земном шаре стали применять 3–4 тысячи лет до нашей эры в Египте, Китае, Ираке и Индии. В Ираке, в долине рек Тигра и Евфрата, до наших дней сохранились остатки древнейшего оросительного канала Нарван, сооружение которого относится к периоду существования одной из самых древних цивилизаций. В предгорьях Байсунтау на юге Узбекистана также обнаружен древний искусственный канал. Ему три тысячи лет.

Таким образом, работы по орошению земель в южных регионах стали проводиться по существу одновременно с началом культурного земледелия. Об этом свидетельствуют многочисленные остатки древних оросительных систем в Хакасии (Восточная Сибирь), низовьях Амударьи. Все работы в то время выполнялись вручную под руководством народных мастеров. При этом наибольший объем работ по орошению земель, как правило, приходился на периоды мирного существования, т.е. развитие и состояние орошения были тесно связаны с историей государств.

Оросительные мелиорации на территории Восточной Европы стали интенсивно развиваться на Северном Кавказе, в Поволжье, Барабинской степи, Причерноморье и других районах с XIX века. Особо пристальное внимание на развитие орошения обращалось после засух, неурожая и голода 1880, 1891 – 1892 гг. К тому времени относится организация в Российской империи специальных экспедиций по орошению, впоследствии замененных постоянными органами по руководству мелиоративным делом. В хлопководческих районах началось строительство крупных для того времени оросительных систем, например Мургабской, Голодностепской, Муганьской и др. В 1913 г. было окончено строительство канала для орошения 35 тыс. га земель в Голодной степи.

Осушительные мелиорации стали применять значительно позже оросительных. Например, первые упоминания об осушении в восточнославянских княжествах относятся к XI – XV вв. (Новгород, Москва). Достоверные данные о первых мелиоративных работах появляются в документах XV века. Мелиорация земель проводилась тогда в форме расчисток полей от растительности и их последующего окультуривания.

Начало организованной осушительной мелиорации в сельскохозяйственных целях приходится на 1813 г., когда в окрестностях Петербурга развернулись работы по осушению 395 га земель. Закончились они в 1817 г. До 1829 г. там было осушено еще 500 га земельных угодий под огороды и луга.

Внимание к развитию осушения земель усилилось во второй половине XIX века. Начало крупным осушительным мероприятиям на территории Российской империи положила Западная экспедиция по осушению болот, организованная в 1873 г. под руководством И. И. Жилинского и проводившая работы в центральных губерниях и в Полесье. Впоследствии была образована и Северная экспедиция по осушению болот.

Первые сведения о водохозяйственных работах на территории Беларуси относятся к началу XVI века. В районе г. Кобрин был прорыт канал длиной около 20 км. В 1770 – 1784 гг. осуществлялось строительство канала Огинского протяженностью 54 км, который соединил реки Припять и Неман. Канал существует и в настоящее время. Строительство Днепровско-Бугского канала протяженностью 196 км началось в 1775 г. и продолжалось почти 68 лет. Каналы строили в основном для навигации и лесосплава, но они оказали большое влияние и на осушение прилегающих болот.

Самые большие мелиоративные работы по тем временам выполнены Западной экспедицией. С 1873 по 1898 г. вручную построено 4,5 тыс. км мелиоративных каналов, улучшены сотни тысяч гектаров естественных сенокосов и лесных угодий.

Особое место в истории осушительных мелиорации принадлежит Горы-Горецкому сельскохозяйственному институту (ныне УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»). В 1853-1860 гг. на территории участка «Иваново» этого института на большой площади профессором А. Н. Козловским был заложен закрытый гончарный дренаж – один из первых и старейших в Восточной Европе. Этот гончарный дренаж представляет огромный интерес для специалистов, поскольку был построен для самых разнообразных целей: осушения минеральных тяжелых почв с атмосферным водным питанием, лугов, низинных торфяников, замкнутых заболоченных западин, а также осушения строительных площадок крупных зданий и снижения гидродинамического напора грунтовых вод в нижних частях откосов каналов во избежание их выпучивания и обрушения.

Как государственное дело водная мелиорация земель получила признание в 1894 г., когда при тогдашнем Министерстве земледелия и государственных имуществ Российской империи был создан отдел земельных улучшений. В своей работе отдел опирался на опыт мелиорации казенных земель, накопленный, по крайней мере, за два предыдущих пятилетия. Однако по сравнению с другими странами темпы мелиоративных работ здесь были невысокими. Так, с 1870 по 1905 г. на осушение было израсходовано 8,3 млн. руб., в то время как в США – 167,8, а в Англии – 129,9 млн. руб.

3. Природно-климатические условия Республики Беларусь, обоснование необходимости мелиорации почв

Территория Беларуси характеризуется высокой степенью освоенности земель. Сельскохозяйственные земли составляют 44,9% общей площади республики, а пахотные – 66,6% площади сельскохозяйственных земель.

Наиважнейшим показателем качественного состояния земель является почвенный покров, который на территории республики чрезвычайно разнообразен. Это связано с многообразием почвообразующих пород.

Наиболее распространенными на территории республики являются озерно-ледниковые, моренные и водно-ледниковые отложения. Озерно-ледниковые и моренные отложения встречаются главным образом на севере республики и представлены поозерной мореной, сложенной валунными супесями, суглинками и глинами с прослойками и линзами песчаного материала. Моренные отложения Сожского ледника встречаются отдельными участками в центральной и в южной частях территории и представлены валунными суглинками и супесями.

Значительную территорию восточной и центральной частей, занимают лессовые и лесоподобные отложения, которые являются в этих частях основными почвообразовательными породами. Органогенные отложения есть повсеместно, но основная часть их сконцентрирована в южных районах, в границах Полесской низменности.

Современные аллювиальные отложения характерны для пойм крупных рек юга и юго-запада республики.

На фоне общей неоднородности почвообразовательных пород в составе сельскохозяйственных земель преобладают дерново-подзолистые автоморфные и заболоченные почвы (72,1 %). Меньший удельный вес занимают – дерново-карбонатные (0,1 %).

Аutomорфные дерново-подзолистые почвы занимают 34,5 % площади сельскохозяйственных земель. В формировании этого типа главная роль принадлежит процессам подзолообразования и гумусонакопления в условиях промывного водного режима, своеобразие которого в границах республики заключается в проникновении влаги в грунтовые воды. В большей степени промывной водный режим характерен для северных и северо-восточных районов республики.

Дерново-подзолистые заболоченные почвы формируются в условиях длительного периодического переувлажнения поверхностными или грунтовыми водами. Это приводит к формированию в их генетическом профиле глеевых прослоек или сплошных глеевых горизонтов. Они наиболее распространены в Витебской области и формируются на связанных породах в условиях замедленного поверхностного стока.

В южной части республики они также занимают значительные площади и приурочены к большим песчаным низинам с близким залеганием грунтовых вод. В центральной части Беларуси эти почвы развиваются в подошвах покатых склонов и на плоских равнинах с плохими условиями сельскохозяйственного дренирования.

В естественном состоянии дерново-подзолистые заболоченные земли преимущественно покрыты лесами и малопродуктивными лугами.

Дерновые заболоченные почвы формируются в понижениях с неглубоким залеганием грунтовых вод. В северной части республики эти почвы приурочены к подошвам склонов и встречаются небольшими участками. Наличие в почвенном растворе большого ко-

личества кальция препятствует процессу подзолообразованию и способствует развитию дернового процесса с образованием сравнительного мощного гумусового горизонта. В условиях переувлажнения в профиле этих почв формируются глеевые линзы или отдельные горизонты. В зависимости от степени проявления дернового и болотного процессов почвообразования среди них выделяют: дерново-глеевые, дерново-глееватые и перегнойно-глеевые почвы. Наиболее распространены дерново-глееватые.

Территория республики отличается значительным распространением торфяно-болотных почв.

В особых условиях формируются пойменные почвы. Они образуются в результате периодического затопления пойм во время весеннего половодья а также в период дождевых паводков летом и осенью. На территории Беларуси среди пойменных почв встречаются главным образом дерновые заболоченные и торфяно-болотные почвы. Основные площади пойменных почв приурочены к поймам Днепра, Сожа, Припяти, Березины, Немана и др.

Типы осушаемых почв Беларуси В зависимости от степени увлажнения различают автоморфные, полугидроморфные, гидроморфные и пойменные почвы.

На автоморфных почвах переувлажнение отсутствует и в осушении они не нуждаются (45% сельскохозяйственных земель РБ). К полугидроморфным относят минеральные земли периодического переувлажнения, а к гидроморфным – торфяно-болотные и заболоченные почвы постоянного переувлажнения.

Площадь всех переувлажненных земель в стране превышает 50%. В их числе полугидроморфные и гидроморфные почвы составляют 46%, периодически переувлажняются пойменные почвы.

Мелиоративный фонд. Природно-климатические условия Республики Беларусь формируют неустойчивый водным режим. Около 8 млн. га потенциально плодородных, но заболоченных и переувлажненных земель. Из них 4,5 млн. га наиболее пригодны для ведения сельского хозяйства.

По состоянию на 1 января 2022 г. в республике насчитывалось 2836 тыс. га осушенных земель (около 65% закрытым дренажем), большая часть из них имеют сельскохозяйственное назначение (2684 тыс. га, или 95%).

Осушаются также месторождения под добычу торфа. В лесном хозяйстве осушение применяется для ускорения роста и улучшения условий использования древесной растительности. Во многих случаях без осушения территорий невозможно вести гражданское и промышленное строительство.

Республика Беларусь географически расположена на стыке зон избыточного и неустойчивого увлажнения. На территории республики расположен водораздел между бассейнами двух морей – Балтийского и Черного. К Черноморскому бассейну относится река Днепр, протекающая по восточной части Беларуси, и ее многочисленные притоки, крупнейшим из которых является Припять.

Полесская низменность занимает около 6 млн. га, 30% территории Республики Беларусь. Белорусское Полесье – один из наиболее заболоченных регионов (около 2,5 млн. га), из них более 80% относятся к болотам низинного типа. Отличительной чертой этого региона до недавнего прошлого являлась островная, мозаичная структура сельского хозяйства. Основные пахотные угодья исторически располагались здесь на низкоплодородных песчаных холмах, хаотично разбросанных среди бескрайних болотных массивов. Земледелие региона отличалось непредсказуемостью, сильнейшей зависимостью от погодных условий, низкой эффективностью.

К бассейну Балтийского моря относятся такие крупные реки, как Неман и Западная Двина с их многочисленными притоками. Характерной особенностью их водосборов, которые по площади занимают около половины Беларуси, является развитый мезорельеф и большая пестрота почвенного покрова, наличие крутых склонов, переувлажненность низин, мелкоконтурность пахотных угодий, закустаренность, завалуненность.

Уровень земледелия и соответственно устойчивость продовольственного баланса в любом государстве определяется состоянием земельного фонда. Почвенно-климатические и гидрогеологические факторы, формирующие земельный фонд Беларуси, приводили к тому, что значительная его часть (более 40%) не могла без улучшения эффективно использоваться в сельскохозяйственном производстве из-за высокой переувлажненности и заболоченности.

В целом мелиоративный фонд Республики Беларусь (к нему относились потенциально плодородные земли, отличающиеся постоянным или периодическим переувлажнением) составляет 8 млн. га, в их числе 4,5 млн. га можно было считать первоочередным мелиоративным фондом.

Главные особенности почв Беларуси обуславливаются расположением республики на юго-западе обширной дерново-подзолистой зоны с умеренно континентальным климатом, длинным вегетационным периодом, высоким биоклиматическим потенциалом.

Северная часть территории Республики Беларусь входит в Прибалтийскую, южная – в Белорусскую часть южно-таежной зоны дерново-подзолистых почв. Почвообразующие породы: 12,6% – озерно-ледниковые и лессовые, 12,7 – моренные, 41,3 – водно-ледниковые, 17,0 – древнеаллювиальные, 6,8 – аллювиальные, 9,6% – болотные; по механическому составу: глинистые – 0,05%, суглинистые – 31,6, супесчаные – 27,7, песчаные – 31,0, торфяные – 9,6 %.

Почвы республики образовались под влиянием подзолистого, дернового и болотного процессов. Значительно влияют на формирование почв окультуривание и эрозия. Основной тип почв в республике – дерново-подзолистые. Эти почвы занимают около 70% всей территории. В связи с большим разнообразием почвообразующих пород дерново-подзолистые почвы Беларуси очень разнообразны. Сельскохозяйственные угодья характеризуются большим разнообразием, обусловленным их гранулометрическим составом, степенью увлажнения, проявлением эрозионных процессов, степенью закустаренности.

Основные почвообразовательные процессы. Конкретная почва является результатом длительного естественного развития и сочетания различных почвообразовательных процессов: подзолистого, дернового (гумусово-аккумулятивного) и болотного.

Подзолообразовательный процесс развивается под пологом лесной, в первую очередь, хвойной растительности в условиях влажного климата. В результате разложения лесной подстилки на фоне изреженного травостоя под влиянием органических кислот происходит разрушение первичных и вторичных минералов, а также вынос продуктов разрушения из верхних горизонтов в нижние или за пределы почвенного профиля. Горизонт выноса обогащается аморфным кремнеземом, который обеднен элементами питания, илистыми частицами. Для него характерна кислая реакция, светло-серый или белесый цвет. Это делает его похожим на золу, что объясняет его название – подзолистый горизонт. Иллювиальные горизонты в результате подзолообразования уплотняются, обогащаются илистыми частицами, гидроксидами железа и алюминия.

Дерновый (гумусово-аккумулятивный) процесс протекает под действием травянистой растительности в условиях влажного климата. Главной особенностью дернового процесса является накопление гумуса, питательных веществ и создание водопрочной структуры. В наиболее выраженной форме этот процесс происходит на заливных лугах речных пойм, хорошо выражен на юге таежно-лесной зоны, где имеются изреженные широколиственные леса, под пологом которых хорошо растет травостой.

Болотный процесс развивается под влиянием болотной растительности в условиях избыточного увлажнения поверхностными и грунтовыми водами. Главными чертами процесса являются торфообразование и оглеение.

Торфообразование представляет собой преобразование и консервацию органических остатков растений в результате замедленной гумификации. Накопление торфа идет очень медленно (1,5–2,0 мм/год). Его мощность может достигать 10 м и более. В этом случае нижние слои торфа выступают как органогенная порода.

Оглеение (глеобразование) – сложный биохимический восстановительный процесс, который протекает в анаэробных условиях при непрерывном наличии органического вещества и участии анаэробных микроорганизмов. На процесс глеобразования влияет длительность переувлажнения. В результате оглеения в почвенном профиле формируется горизонт, имеющий оливковую, сизую или синеватую окраску. Характер окраски зависит от типа водного питания, которое может быть поверхностным (атмосферными водами) и грунтовым (почвенно-грунтовыми водами).

Поемный процесс является результатом периодического затопления речных пойм во время половодья. Воды половодья изменяют водно-воздушный и тепловой режим пойменных почв, создают своеобразный микроклимат и изменяют солевой режим. Они оказывают влияние на состав и продуктивность растительности. В виду того, что на поймах преобладает травяная растительность, основным процессом почвообразования является дерновый.

Аллювиальный процесс заключается в поступлении с паводковыми водами аллювия (наилка) и его периодическом отложении на поверхности поймы. Этот процесс создает и поддерживает высокое плодородие пойменных почв, формирует рельеф поймы, способствует распространению различных видов растительности.

4. Природные и социально-экономические предпосылки мелиорации почв. Виды мелиорации почв и их комплексность

В широком географическом плане в зависимости от того, на какой из компонентов природной среды направлены мелиоративные мероприятия, они могут быть различных типов, подтипов и видов (табл. 1.1). В свою очередь каждый вид в зависимости от способов проведения мелиорации может подразделяться на ряд подвидов.

Таблица 1.1 Классификация мелиораций по воздействию на природные компоненты или их комплексы

Тип	Подтип	Вид
Водные (гидротехнические)	Осушительные	Осушение болот
		Осушение заболоченных земель
	Паводко-регулирующие	Борьба с затоплением и паводками
		Борьба с подтоплением
		Ликвидация поверхностного застаивания вод атмосферных осадков (вымочек)
	Оросительные	Увлажнительное орошение
		Удобрительное орошение
		Отеплительное орошение
		Почвоочистное орошение
		Дезинфицирующее орошение
	Осушительно-увлажнительные (осушительно-оросительные)	Регулирование водно-воздушного режима осушаемых почв
		Орошение осушаемых болот и заболоченных земель
	Обводнительные	Обводнение безводных территорий
		Обводнение маловодных территорий
Обводнение в условиях гумидной зоны		
Агротехнические	Осушительно-регулирующие	Устройство ложбин
		Узкозагонная вспашка
		Профилирование почвы
		Бороздование
		Гребневание
		Грядование
		Щелевание
		Кротование
	Аккумуляционные	Безотвальное рыхление
		Глубокая вспашка
		Разуплотнение почвы
Земельные	Почвозащитные	Борьба с плоскостной эрозией
		Борьба с овражной эрозией
		Борьба с дефляцией почв

Окончание таблицы 1.1

Тип	Подтип	Вид
		Борьба с суффозией почв

	Почвореконструктивные	Создание почвенного покрова	
		Гранулометрическое обогащение почв (пескование, глинование)	
		Увеличение мощности перегнойного горизонта	
	Культуртехнические	Планировка поверхности	
		Землеочистка	
		Землеустройство	
	Ландшафтно-рекультивационные	Рекультивация карьеров	
		- торфяных выработок	
		- отвалов горных пород	
		- золоотвалов	
	Растительные	Фитореконструктивные	- разрушений природной стихии (паводков, пыльных бурь, ураганов и т.д.)
			Создание лесополос
Сплошное (массивное) лесонасаждение			
Ландшафтнoзащитные		Фитонцидные (курортные) насаждения	
		Водоохрана	
		Ветрорегулирование	
		Снегорегулирование	
		Берегозащита	
		Борьба с оползнями и обвалами	
		Климатические	Тепловые
Акваторно-тепловая			
Агротепловая			
Борьба с выпреванием			
Борьба с вымерзанием			
Влагораспределительные	Искусственное вызывание атмосферных осадков		
	Регулирование снеготаяния		
	Химические (агрохимические)		Солеобогатительные
Регулирование распределения питательных веществ в ландшафте			
Кислоторегулирующие		Известкование почв	
		Кислотование почв	
		Гипсование почв	
Почвоукрепляющие		Оструктурирование почв	
		Противодефляционное закрепление почв	
		Силикатизация почвогрунтов	
Санитарно-дезинфекционные		Применение арборицидов	
		Применение пестицидов	

Применительно к условиям Беларуси, в зависимости от задач, которые решаются при осуществлении сельскохозяйственных мелиорации, эти мелиорации обычно подразделяют на следующие основные типы (подтипы): гидротехнические мелиорации (гидромелиорации), агро-мелиорации, культуртехнические мелиорации, почвозащитные (борьба с водной и ветровой эрозией почв), химические мелиорации, лесомелиорации.

Гидротехнические мелиорации – это система мероприятий, посредством которых достигается регулирование в заданных пределах или упорядочение (улучшение) водного режима территории. Эти мелиорации предназначены для перераспределения влаги во времени и пространстве с целью повышения плодородия почв, рационального использования водных и земельных ресурсов и улучшения природных условий.

Распространение различных видов гидротехнических мелиорации в основном имеет зональный характер: на юге развивается орошение и обводнение, на севере – осушение.

Однако это распределение условно. С изменением потребностей и экономических возможностей общественного производства меняется и характер проводимых гидротехнических мелиораций.

Из других типов (подтипов) мелиорации, применяемых в Беларуси, наиболее распространены следующие:

– агротехнические мелиорации, которые являются обязательным дополнением гидротехнических при осушении почв с низкой водопроницаемостью и проводятся с целью отвода избыточной воды по поверхности и пахотному слою почвы, создания дополнительных запасов продуктивной влаги в подпахотном слое, улучшения теплового режима и повышения биологической активности почвы;

– агрохимические мелиорации, в задачу которых входит улучшение химизма корнеобитаемого слоя почвы путем внесения удобрений и известкования кислых почв;

– культуртехнические мелиорации, которые проводятся с целью создания условий для производительного использования сельскохозяйственной техники и окультуривания корнеобитаемого слоя почвы (расчистка кустарников, корчевка пней, деревьев, срезка кошек, уборка камней, планировка поверхности, первичная обработка, другие мероприятия по сохранению и повышению плодородия почв);

– агролесомелиорации, включающие систему мероприятий, направленных на улучшение почвенных, климатических и гидрологических условий биологическими методами, путем выращивания тех или иных лесных насаждений.

Наибольший эффект мелиорации дают в том случае, если они проводятся комплексно. Например, одновременно с гидротехническими мероприятиями осуществляются агротехнические, культуртехнические и агрохимические в зависимости от природных условий и характера использования земель.

Тема 2. Водный режим почвы и условия его формирования

1. Понятие о водном режиме почвы.

1.1. Элементы сельскохозяйственной гидрологии.

1.2. Физические свойства почвы.

1.3. Водные свойства почвы.

2. Водный баланс территории.

1. Понятие о водном режиме почвы

1.1. Элементы сельскохозяйственной гидрологии

Значение воды в нашей жизни трудно переоценить. Мы пользуемся ей ежедневно, и она самое привычное для каждого человека, самое распространенное в биосфере вещество. Тем не менее она очень необычна, обладает уникальными физикохимическими свойствами. Ни один биологический процесс не происходит без участия воды. Около 2/3 массы всего живого вещества на Земле состоит из воды. Вода является ценнейшим богатством и важным природным ресурсом. Более 70% поверхности Земли покрыто водой. Общие запасы воды в гидросфере (океанах, морях, реках, озерах, ледниках, искусственных водоемах, подземных водах) составляют 1,45 млрд. км³. Их можно представить в виде слоя воды толщиной 2650 м, покрывающего всю поверхность планеты.

Запасы пресной воды составляют чуть больше 30 млн. км³, причем 97% из них сосредоточены в полярных шапках и ледниках Арктики и Антарктиды. И лишь не более 1% пресной воды циркулирует в подземных водах, реках, озерах, болотах или же в виде атмосферной влаги, пара или дождя (30% – подземные воды, 69% – ледники и снежный покров, 0,26% – озера, 0,006 % – реки).

Гидрология – наука, изучающая гидросферу, ее свойства и протекающие в ней процессы. Она подразделяется на 3 самостоятельные дисциплины: океанологию, гидрологию суши и гидрогеологию. Для мелиорации земель наиболее важны две последние.

Методы выражения стока. Сток поверхностных вод зависит от многих факторов: осадков и испарения, рельефа гидрографической сети, размеров и формы водосбора, почвенно-геологических условий, растительного покрова, озерности и характеризуется перечисленными ниже показателями.

Расход в расчетном створе Q (м³ /с) и объем стока W (м³) – количество воды, протекающее через определенное поперечное сечение соответственно в единицу и за определенный промежуток времени.

Модуль стока q (л/с·га) – количество воды, стекающей с единицы площади водосбора в единицу времени.

Слой стока h (мм) – отношение объема стока к площади водосбора.

Норма стока – среднелетнее значение показателей годового стока (Q , W , g , h) (за многолетний период такой продолжительности, при увеличении которой полученное значение существенно не меняется).

Коэффициент стока – отношение слоя стока к слою выпавших в бассейн осадков.

Объем стока вод через водотоки может определяться по имеющимся гидрометрическим данным и при их отсутствии. Объем стока в первом случае устанавливается по данным об уровнях и расходах воды в реке, получаемых на гидрометрических станциях и постах.

При отсутствии систематических гидрометрических данных (наблюдений, замеров) расход и объем стока определяются путем построения теоретической кривой вероятности превышения (обеспеченности) какой-либо величины стока.

В гидрологии обеспеченность отражает вероятность появления значения величины N или превышающей ее в ряде лет наблюдений (по количеству раз из ста лет или продолжительности времени в процентах). Данная кривая позволяет прогнозировать ожидаемую изменчивость гидрологической величины.

Например, если какая-либо величина N будет иметь вероятность превышения $P = 1\%$, то это значит, что только 1 раз в сто лет будет наблюдаться значение величины N (и более N). Если N имеет $P = 99\%$, то величина N (и более) будет появляться 99 раз из ста лет и только 1 год из ста эта величина может быть меньше N .

1.2. Физические свойства почвы

Физические свойства почвы во многом определяются ее структурой, которая определяется по форме и размеру комочков (структурных отдельностей или агрегатов) и по характеру их поверхности.

В зависимости от наличия и степени выраженности структуры различают структурные и бесструктурные почвы. Бесструктурными бывают обычно песчаные и супесчаные почвы, а нередко также пахотные слои суглинистых и глинистых почв в результате распыления при обработке. Между структурными и бесструктурными почвами имеются переходные, у которых структура выражена слабо.

Под гранулометрическим составом почвы понимают относительное содержание в ней твердых частиц разного размера. Это содержание обычно выражается в процентах к весу высушенной при $100 - 105^0$ почвы.

Размер частиц при лабораторном определении гранулометрического состава вычисляют по скорости их падения в вязкой среде, предварительно обработав почвенные агрегаты, раздробленные на составляющие их частицы, соляной кислотой и едким натром. Оседание частиц разных размеров с различной скоростью позволяет разбить их на фракции.

Для отнесения почвы к тому или иному типу фракции подразделяются на группу физического песка (частицы больше 0,01 мм) и группу физической глины (частицы меньше 0,01 мм). По соотношению этих групп почва относится к соответственному типу по гранулометрическому составу. Из всех классификаций почв по гранулометрическому составу наибольшее распространение получила классификация Н. А. Качинского.

Кроме основного названия, определенного по содержанию физической глины и физического песка, используют дополнительное, с учетом преобладающей фракции: песка,

пыли и ила: песчаную ($>0,05$ мм), крупнопылеватую ($0,05-0,01$ мм), пылеватую ($0,01-0,001$ мм) и иловатую ($<0,001$ мм).

Гранулометрический состав почвы оказывает большое влияние на водно-воздушный и тепловой режим почвы, на поглотительную способность и накопление элементов пищи растений, на развитие и жизнедеятельность микроорганизмов. Он характеризует также величины водных свойств ее, изменение их по профилю разреза и может быть использован для проверки правильности их определения.

В зависимости от гранулометрического состава почв меняются условия обработки ее, сроки сельскохозяйственных работ, дозы удобрений и производится подбор культур.

Плотность твердой фазы почвы. Почва состоит из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной. Твердая фаза представлена минеральными и органическими веществами, жидкая – почвенным раствором, газообразная – почвенным воздухом.

Важной характеристикой твердой фазы почвы является плотность.

Плотность твердой фазы представляет собой массу почвенных (органических и минеральных) частиц отнесенную к единице объема почвы.

Плотность зависит в основном от минералогического состава почвы и содержания органических компонентов. Для минеральных почв она находится в пределах $2,4 - 2,8$ г/см³. В почвах тяжелого гранулометрического состава она больше. С увеличением содержания органического вещества в почве плотность уменьшается.

Бедные органическим веществом дерново-подзолистые почвы имеют большую плотность твердой фазы, так как состоят преимущественно из кварца, плотность которого $2,65$ г/см³. Наличие органических примесей и гумуса с плотностью около $1,50$ г/см³ снижает плотность таких почв до $2,62 - 2,63$ г/см³ и ниже.

Плотность дерново-подзолистых почв мало изменяется.

Во всех почвах четко прослеживается тенденция к возрастанию плотности от пахотных горизонтов к нижним слоям. Для песчаных и супесчаных почв плотность изменяется от $2,62$ в пахотном слое до $2,65 - 2,67$ г/см³ в слое $101 - 150$ см.

Значения величин плотности в оглеенных горизонтах достигает $2,71 - 2,72$ г/см³.

Средние значения плотности твердой фазы суглинистых почв на легких и средних суглинках в пахотном слое, как песчаных и супесчаных, равны $2,62$ г/см³. Начиная, примерно, с глубины 20 см плотность увеличивается до $2,62 - 2,69$ г/см³.

Наибольшая плотность у почв тяжелого механического состава – суглинисто-глинистых, на тяжелых суглинках и глинах.

Наименьшую плотность имеют торфяные почвы. Величины плотности торфяных почв находятся преимущественно в пределах $1,50 - 1,60$ г/см³. В самых верхних горизонтах она достигает $1,62 - 1,64$ г/см³, а в сильно минерализованных торфах – $1,80 - 2,00$ г/см³ и более.

Плотность торфяно-глеевых почв несколько больше, чем торфяных. Она равна в пахотном горизонте $1,64$ г/см³. Крайние значения плотности этих почв – $1,52$ и $1,70$ г/см³.

Торфяные почвы более мощные, в них четко прослеживается тенденция уменьшения величин плотности с глубиной.

Торфяная почва находится в постоянном развитии, в ней происходят сложные процессы, изменяются ее физические свойства. Это приводит к изменению плотности. В частности, величины плотности торфов изменяются в зависимости от сроков их осушения. Так, например, плотность неосушенной торфяно-болотной почвы на глубине 0 – 10 см составляет 1,57 г/см³, на глубине 30 – 40 см – 1,50 г/см³, а для старопахотной – соответственно 1,59 г/см³ и 1,56 г/см³.

По мере возрастания срока сельскохозяйственного использования торфяных почв плотность, особенно пахотного горизонта, повышается вследствие минерализации торфа.

Объемная масса (плотность почвы) характеризует массу почвы, находящуюся в естественном сложении и сухом состоянии в единице объема.

В связи с тем, что объемная масса представляет собой массу единицы объема образца почвы с ненарушенным строением, она всегда меньше плотности твердой фазы, при определении которой пустоты между почвенными элементами исключаются.

Степень уплотнения почвы оказывает большое влияние на водный, воздушный и тепловой режимы почвы, на продуктивность растений. При уплотнении почвы уменьшается ее влагоемкость, снижается водопроницаемость. Рыхлые почвы по сравнению с плотными запасают больше влаги; в них лучше проникают дождевые и талые воды и меньше стекает воды по поверхности.

Рыхлые почвы при высокой влажности меньше испаряют влаги, чем плотные; в плотных почвах происходит более интенсивный подток влаги по капиллярам к зоне иссушения. Поэтому такой агротехнический прием, как боронование почвы, предохраняет ее от непроизводительной потери влаги.

Большое значение оказывает объемная масса почвы на рост, развитие и урожай растений. Например, при возделывании зерновых культур на дерново-подзолистых почвах с тяжелым гранулометрическим составом оптимальной плотностью пахотного горизонта является 1,20 – 1,35 г/см³. При повышении плотности число корней растений заметно уменьшается.

Значения объемной массы зависят от гранулометрического и минералогического состава, содержания органического вещества, структурного состояния.

Дерново-подзолистые почвы имеют наибольшую объемную массу по сравнению с другими типами почв. Из таблицы видно, что объемная масса минеральных почв изменяется примерно от 1 до 2 г/см³. Тяжелые по гранулометрическому составу почвы имеют меньшую объемную массу, чем почвы легкие; при переходе от песчаных к глинистым почвам она уменьшается на 10 – 20%.

После механической обработки почва объемная масса, как правило, уменьшается. Затем почва начинает постепенно уплотняться, объемная масса ее увеличивается и через какой-то срок (разный для разных почв) достигает более или менее постоянного значения.

Малые значения объемной массы имеют торфяные почвы. Для этих почв она изменяется в пределах от 0,10 до 0,46 г/см³. Объемная масса торфяных почв наибольшая в пахотном слое, средняя величина ее равна 0,28 г/см³. Накопление зольных элементов при разложении торфа увеличивает объемную массу до 0,46 г/см³ и несколько больше.

С глубиной значения величин объемного веса, как правило, уменьшаются и в глубоководных горизонтах (на глубине 90 – 100 см) могут снижаться до 0,10 – 0,11 г/см³.

Порозность (скважность почвы). Общая порозность или скважность почвы представляет собой общий (суммарный) объем почвенных пор, заполненных водой или воздухом, выраженный в процентах от общего объема почвы. Вычисляется она в процентах от единицы объема по формуле:

$$P = \left(1 - \frac{\gamma}{\gamma_{\text{тф}}} \right) \cdot 100, \quad (2.1)$$

где P – порозность почвы, % объема почвы;

γ – объемная масса (плотность) почвы, г/см³;

$\gamma_{\text{тф}}$ – плотность твердой фазы почвы, г/см³.

Порозность дерново-подзолистых почв колеблется от 20 до 60%, у торфяников она возрастает до 80–90%. Наибольшая порозность наблюдается у структурных, сильно гумусированных почв или у почв, только что вспаханных. Наименьшая порозность наблюдается у песчаных и оглеенных почв. Общая порозность почв в нижних горизонтах обычно изменяется очень мало.

Изменчивость порозности в почвенном профиле, сопряженная с изменчивостью гранулометрического состава, структуры и сложения, обуславливает изменчивость водных и физических свойств почвы по вертикали.

1.3 Водные свойства почвы

Вода является одной из 3-х составляющих почвы (твердой, газообразной, жидкой). Вода играет важную терморегулирующую роль в жизни растений.

Источников воды в почве три: атмосферные осадки, парообразная влага приземных слоев атмосферы (путем конденсации или адсорбирования водяных паров из воздуха) – роса, грунтовые воды.

Форма воды в почве определяется агрегатным состоянием и взаимодействием с твердой и газообразной фазами. Различают 2 группы воды: связанная (химически, физически, в твердом состоянии) и свободная (парообразная, капиллярная, гравитационная, грунтовая).

Химически связанная вода входит в состав ряда веществ почвы, не принимает участие в физических процессах и не испаряется при температуре 100⁰С.

Физически связанная вода делится на *гигроскопическую* (адсорбируемую почвой пары воды из воздуха) и *плечную* (удерживаемую вокруг твердой частицы почвы молеку-

лярными силами). Гигроскопическая влага передвигается в почве только при переходе в парообразное состояние. Пленочная вода перемещается под действием градиента молекулярных сил. Количество пленочной воды в почве приблизительно равно двойной гигроскопичности.

Вода в твердом состоянии (лед) содержится в почве при отрицательной температуре.

Парообразная вода содержится в почве (не более 0,001% массы) при любой влажности, занимая поры, свободные от капельножидкой воды. Передвижение парообразной воды происходит из слоев более насыщенных парами к менее насыщенным или из слоя с более высокой температурой и упругостью в слой с более низкой температурой.

Капиллярная вода насыщает капилляры почвы, соприкасающейся со свободной водной поверхностью. Она удерживается в почве силой водных менисков.

Гравитационная вода перемещается в почве под действием сил тяжести. Это перемещение возникает, когда все поры почвы заполнены водой.

Грунтовая вода образуется в водоносном слое, лежащем на маловодопроницаемом (водоупоре).

Количество воды в почве характеризуется *влажностью* и *запасами влаги* в ней. Различают абсолютную влажность почвы и относительную.

Абсолютная влажность почвы β (%) – это отношение массы влаги в некотором объеме почвы m_v к массе сухой почвы m_c :

$$(2.2) \quad \beta = \frac{m_v}{m_c} 100$$

Относительная влажность почвы β_0 (%) – это отношение абсолютной влажности β к какой-либо другой водно-физической константе почвы, например, к наименьшей влагоемкости почвы НВ.

Запасы воды W в слое почвы выражают в м³/га и определяют по зависимости

$$W = 10 h \alpha \beta, \quad (2.3)$$

где h – толщина слоя в котором определяют запас воды, м;

α – объемная масса почвы или ее плотность в естественном состоянии, т/м³.

Выделяют следующие основные *почвенно-гидрологические характеристики*: максимальную гигроскопичность, *влажность завядания*, наименьшую и полную влагоемкость, высоту капиллярного поднятия, впитывание воды и водоотдачу.

Максимальная гигроскопичность $MГ$ – это максимальное количество воды, поглощаемое почвой из воздуха, насыщенного парами воды. Ее определяют путем длительного (более 10 сут.) насыщения образца почвы парами воды в эксикаторе.

Влажность завядания **ВЗ** – количество влаги, практически недоступной для растений, при котором появляются необратимые признаки увядания растений. ВЗ определяется не свойствами растений, а почвы. Признаки увядания различных растений наступают на одной и той же почве при одинаковой ее влажности. Влажность почвы выше ВЗ называют продуктивной.

Наименьшая влагоемкость **НВ** – количество воды, прочно удерживаемое почвой после полного свободного стекания гравитационной воды. Доступная для растений влага лежит в пределах НВ – ВЗ.

Полная влагоемкость **ПВ** – наибольшее количество влаги, которое может содержаться в почве при условии полного насыщения всех пустот и пор водой. ПВ равна пористости почвы P . Зная P (в % от объема почвы) и ее объемную массу или плотность α (г/см³) можно определить $ПВ = P/\alpha$ (% от массы сухой почвы).

Водоотдача μ – свойство почвы отдавать гравитационную воду путем стекания. Количественно водоотдача равна

$$\mu = ПВ - НВ, \quad (2.4)$$

Отношение объема свободно вытекающей из почвогрунта воды W (м³) к объему почвогрунта V (м³) в процентах называют коэффициентом водоотдачи δ , используемым при расчетах параметров осушительных систем.

$$\Delta = 100 W / V, \quad (2.5)$$

Внутрипочвенное движение воды в порах под действием менисковых сил называют *капиллярным*. Скорость капиллярного движения тем больше, чем больше диаметр капиллярных пор, а высота капиллярного поднятия h_k – наоборот.

Впитывание воды – это поступление воды в почву, не полностью насыщенную влагой, например, при орошении. Скорость поглощения воды в почву V_t в момент времени t при меняющейся глубине просачивания можно определить по формуле А.Н. Костякова

$$K_t = K_1 / t^\alpha, \quad (2.6)$$

где K_1 – коэффициент водопроницаемости данной почвы в первую единицу времени; α – показатель степени, изменяющийся от 0,3 до 0,8 в зависимости от свойств почвы и ее начальной влажности (чем больше начальная влажность, тем меньше α).

Скорость впитывания K_t во времени постепенно убывает, приближаясь к некоторой постоянной величине, которая характеризует собой коэффициент фильтрации данной почвы.

Гравитационная вода перемещается в почве под действием собственной массы. Ее перемещение происходит, когда все поры почвы заполнены водой, т.е. при полной влагоемкости. Движение гравитационной воды называется *фильтрацией*, которая выражается количеством воды, проходящей через почву за определенное время.

Впервые закон движения воды в почве сформулировал ученый Дарси (Франция, 1856). Он установил, что объем воды, который проходит через слой песка, прямо пропор-

ционален напору и обратно пропорционален пути фильтрации:

$$W = K_{\phi} \frac{h}{l} \omega t, \quad (2.7)$$

где W – объем воды, см^3 ; h – разность уровней воды в начале и конце пути фильтрации (напор), см ; t – время фильтрации, с ; l – длина пути фильтрации, см ; K_{ϕ} – коэффициент фильтрации, $\text{см}/\text{с}$; ω – площадь живого сечения, см^2 .

Отношение h/l называется градиентом напора i или гидравлическим уклоном.

Учитывая, что расход воды $Q = W/t$ ($\text{см}^3/\text{с}$), а скорость ее движения $V = Q/\omega$ ($\text{см}/\text{с}$) получим, что скорость фильтрации равна

$$V = K_{\phi} i \quad (2.8)$$

Эта зависимость является основным законом фильтрации или законом Дарси. Он показывает, что для данного грунта с коэффициентом фильтрации K_{ϕ} скорость фильтрации прямо пропорциональна гидравлическому уклону i .

2. Водный баланс территории

Вода находится в непрерывном замкнутом процессе перемещения, включающем накопление, испарение и перераспределение воды и известном как глобальный гидрологический цикл или круговорот воды. Этот цикл имеет три потока: осадки, испарение и влагоперенос. Осадки выпадают из атмосферы на сушу и океаны, вода возвращается в атмосферу при испарении. С суши в океан направляется поверхностный сток и поток грунтовых вод, а водяной пар переносится атмосферными потоками с океана на сушу. Круговорот воды – самый значительный по перемещаемым массам и затратам энергии круговорот на Земле. Каждую секунду в круговорот вовлекается 16 млн. м^3 воды.

Гидрологический цикл может быть коротким, когда только что выпавшая в форме осадков вода тут же возвращается в атмосферу в процессе поверхностного испарения, или когда испарившаяся сразу после грозы влага с поля выпадает в виде дождя в соседнем районе. С другой стороны цикл может растянуться на сотни и даже тысячи лет, если влага в результате глубокого просачивания переносится с грунтовыми потоками, превращается в ледник и т.д.

Водный режим корнеобитаемого слоя почвы – это изменение во времени и пространстве (по площади) содержания влаги в корнеобитаемом слое. Оно может выражаться в абсолютных величинах, характеризующих объем ($\text{м}^3/\text{га}$) или слой (мм) имеющихся в почве влагозапасов или их недостаток (дефицит) до некоторого заданного уровня насыщения, а также в относительных единицах или процентах от оптимального для растений или полного насыщения почвы. Водный режим в значительной мере влияет на воздушный и пищевой режимы роста растений, что в конечном итоге определяет ход процессов

накопления и разрушения органического вещества, т.е. почвенное плодородие, и как следствие-урожайность. Водный режим почв зависит от целого ряда факторов, в том числе климатических (зональный характер увлажненности), метеорологических (состояние погоды), рельефных (расположение участка на склоне, в долине или на вершине возвышений), гидрогеологических (уровень стояния грунтовых вод), биологических (тип растительного покрова), физических (свойства почв), хозяйственных (деятельность человека) и т.д.

Водный режим определяется динамикой поступления, распределен и расходования влаги на рассматриваемой площади. Количественным выражением водного режима территории, позволяющим оценить соотношение приходных и расходных факторов, является уравнение водного баланса. Это уравнение представляет собой математическую форму одного из важнейших законов природы – закона сохранения (в данном случае почвенной влаги)

В общем случае уравнение водного баланса относительно корнеобитаемого слоя почвы ограниченного участка площади для конечного промежутка времени можно представить в следующем виде

$$P + Y_n + Y_v - X_n - X_v - E_B - M_{от} - M_{сб} \pm W_h + U_n + K_n - J_n = 0, \quad (2.9)$$

где P – атмосферные осадки; Y_n и Y_v – приток со стороны поверхностных и внутрипочвенных вод; X_n и X_v – сток поверхностных и внутрипочвенных вод; E – суммарное испарение (эвапотранспирация); E_B – испарение с водной поверхности из каналов и открытых водоемов; $M_{от}$ – отток поливных вод поверхностным путем за пределы поля; $M_{сб}$ – сброс избыточных вод; $W_h = W_{hn} - W_{hk}$ – изменение влагозапасов в корнеобитаемом слое почвы толщиной h ; $W_{hn} - W_{hk}$ – влагозапасы этого слоя в начале и конце расчетного промежутка времени; U_n – аккумуляция воды на поверхности (в понижениях микрорельефа); K_n – приход за счет восходящего потока капиллярной, пленочной и парообразной влаги или подпитывание корнеобитаемого слоя почвы за счет грунтовых вод; J_n – расход за счет нисходящего потока (инфильтрация) влаги за пределы корнеобитаемого слоя почвы.

Все элементы водного баланса обычно исчисляются в миллиметрах слоя или в m^3 , отнесенных к единице площади орошаемой территории.

Уравнение водного баланса (2.9) охватывает весь спектр факторов. В конкретных условиях орошаемого массива многие составляющие этого уравнения могут или отсутствовать, или быть пренебрежимо малыми, в связи, с чем уравнение водного баланса значительно упрощается.

Интегрирующей характеристикой водного баланса почвы (на фиксированный, момент времени) является почвенная влажность (влагозапасы). Растения в процессе многовекового естественного отбора приспособились к колебаниям почвенной влажности в течение

ние вегетации и почти не реагируют на них снижением водопотребления и урожая, если эти колебания происходят в диапазоне, ограниченном верхним и нижним биологически оптимальными пределами. Данный факт выявлен давно и к настоящему времени практически для всех сельскохозяйственных культур определены как верхняя, так и нижняя границы оптимальной влажности в корнеобитаемом слое почвы. Эти границы могут изменяться для одного и того же растения во времени и зависят главным образом от фазы развития, гранулометрического и химического состава почвы, сложения почвенных частиц, плотности, климатических и погодных факторов.

В качестве *верхней границы оптимальной важности почвы* служит наименьшая влагоёмкость. Наименьшая влагоёмкость является одной из важнейших почвенно-гидрологических характеристик, без знания которой невозможно рациональное регулирование водного режима почв под всеми сельскохозяйственными культурами.

Вместе с тем следует знать, что верхний предел *биологически оптимальной влажности* определяется необходимым для корней минимумом содержания воздуха в почве, при котором появляются сквозные воздушные поры и обеспечивается интенсивная диффузия кислорода и углекислого газа. Подобные условия создаются для большинства почв при содержании воздуха в корнеобитаемом слое не ниже 15 – 20% от объема. Доводить сознательно почвенные влагозапасы до такого высокого уровня не всегда оправдано, поскольку при данной влажности вода в почве может интенсивно передвигаться под действием собственного веса, что способствует большим ее потерям на инфильтрацию (при дождевании).

Нижний предел оптимальной влажности почвы связан не только с количеством доступной влаги, но и со скоростью ее передвижения. Условия для водного питания можно считать благоприятными лишь в том случае, когда приток влаги к всасывающей поверхности корней будет не меньшим, чем ее расход растением. Установлено, что процесс транспирации и накопления растительной массы регулируется до некоторого *критического (нижнего биологически оптимального) уровня почвенной влажности* погодой, а при дальнейшем понижении влажности – почвой.

Оптимальный водный режим определяется равенством фактической и потенциальной скорости транспирации. Таким образом, нижний предел биологически оптимальной влажности почвы зависит от индивидуальных особенностей растений и способности их корневых систем оперативно реагировать на изменения погоды. Именно поэтому в качестве нижнего биологически оптимального предела чаще используется так называемая *критическая влагоёмкость (КВ)*. Этот показатель определяется состоянием самого растения и в то же время существенно зависит от почвенно-гидрологических условий, а именно от *влажности разрыва водных капиллярных связей в почве (ВРК)*.

От нижнего биологически оптимального следует отличать *нижний экономически обоснованный предел влажности почвы*. Данный предел определяется путем решения экономической задачи, при какой нижней границе регулирования почвенных влагозапа-

сов можно получить максимальный доход с орошаемого сельскохозяйственного поля.

В интервале от *влажности завядания* растений (ВЗ) до влажности, близкой к критической (соответствующей разрыву водных капиллярных связей в почве), растения могут существовать без видимых признаков угнетения, но продуктивность их остается на довольно низком уровне, резко повышаясь с увеличением количества влаги. Эта влага неподвижна в почве и относится к «статически доступной», использование которой возможно только при непосредственном контакте с корнями растений. В диапазоне от влажности разрыва капиллярных связей до наименьшей влагоёмкости почвенная влага способна передвигаться в направлении источника ее поглощения, то есть к корням растений, и относится к «динамически доступной». Процессы транспирации и накопления растительной массы в данном случае зависят в основном от погодных условий и пищевого режима.

Тема3. Условия применения осушительных мелиораций

1. Избыточно-увлажненные почвы как объект мелиорации.

1.1. Причины избыточного увлажнения и заболачивания почв.

1.2. Типы водного питания.

2. Сущность и условия применения осушительных мелиораций.

2.1. Влияние осушения на водно-воздушный режим и условия обработки почв.

2.2. Требования сельскохозяйственных культур к осушению. Режим осушения.

2.3. Методы и способы осушения.

2.4. Осушительная система, ее элементы.

1. Избыточно-увлажненные почвы как объект мелиорации

1.1. Причины избыточного увлажнения и заболачивания почв

А. Н. Костяков выделяет две группы причин переувлажнения земель. В первую он включает зональные причины, а во вторую – местные.

К **зональным причинам** относятся превышение атмосферных осадков над водопотреблением и связанное с этим соответствующее направление почвообразовательного процесса, снижающее водопроницаемость подпочвенных слоев. В свою очередь местные причины определяются конкретными условиями объекта.

Одной из главных **местных причин** является замедление стока поверхностных вод. Атмосферная вода, скапливаясь на пониженных местах рельефа, переувлажняет почву и создают условия для развития болотной растительности. На используемых в сельском хозяйстве землях это осложняет обработку почвы сельскохозяйственной техникой и ухудшает условия возделывания сельскохозяйственных культур. Кроме того, из-за несвоевременного отвода атмосферных осадков уровень грунтовых вод может подниматься и, достигая корнеобитаемого слоя, изменять в неблагоприятном направлении водный, воздушный и питательный режимы. В условиях повышенной влажности почвы понижается содержание кислорода в почвенном воздухе, ухудшается потребление растениями питательных элементов.

При сложном рельефе с чередующимися понижениями и возвышениями также происходит перераспределение влаги в пространстве. Вода с холмов стекает в понижения, застаивается в них, переувлажняя почву и уменьшая ее несущую способность. В таких условиях местного переувлажнения сложно обработать землю и своевременно выполнять требуемые для сельскохозяйственных культур агротехнические мероприятия на полях севооборотов.

Виды переувлажненных почв. В зависимости от степени увлажнения различают автоморфные, полугидроморфные, гидроморфные и пойменные почвы. На автоморфных почвах переувлажнение отсутствует и в осушении они не нуждаются. Такие почвы занимают 45,3% сельскохозяйственных угодий Республики Беларусь. К полугидроморфным относят минеральные земли периодического переувлажнения, а к гидроморфным – торфяно-болотные и заболоченные почвы постоянного переувлажнения.

При постоянном переувлажнении избыток влаги в почве имеет место на протяжении всего года. На периодически переувлажняемых землях избыток воды наблюдается в отдельные периоды вегетации. Любое переувлажнение ухудшает условия произрастания растений и их обработки.

Общая площадь полугидроморфных и гидроморфных почв в республике составляет 46%. Кроме того, периодически переувлажняются также пойменные почвы. Поэтому площадь всех переувлажненных земель в стране превышает 50%.

Минеральные почвы в мелиоративном фонде составляют около 63% и сконцентрированы в основном в Витебской, Гродненской и Могилевской областях. За счет проведения комплекса гидротехнических (осушительных), агро-мелиоративных и агротехнических приемов можно резко повысить их плодородие, обеспечив устойчивую продуктивность на уровне 6-8 т/га кормовых единиц.

Почвы связного гранулометрического состава широко распространены в северной части республики, прежде всего, в Белорусском Поозерье. Этот регион занимает около одной трети всей площади Беларуси, включая практически всю Витебскую область, частично Гродненскую и Минскую. Поозерье отличается разнообразием типов и форм рельефа, обилием глубоких озерных котловин, пестротой почв и почвообразующих пород, мозаичностью растительности.

Территория Белорусского Поозерья характеризуется значительной заболоченностью земель. Переувлажненность сельхозугодий в Верхнедвинском, Витебском, Докшицком, Полоцком, Шумилинском, Чашникском районах достигает 70–75, а в Шарковщинском – 81,5%.

По данным почвенных обследований, почти 40% пахотных земель региона избыточно увлажнены. Здесь отмечается наибольшая в республике заболоченность минеральных пахотных почв. Среди переувлажненных почв временно избыточно увлажненные занимают 37,6, глееватые и глеевые – 17,5%. В наибольшей степени переувлажнены пахотные угодья Шарковщинского, Миорского, Докшицкого, Бешенковичского, Верхнедвинского, Полоцкого, Поставского, Витебского, Шумилинского районов. Причиной распространения таких почв является сочетание комплекса климатических и геоморфологических факторов, состава и строения почв. Высокая влагоемкость почв связного гранулометрического состава, очень слабая фильтрационная способность и следствие этого медленное перераспределение избыточной влаги выдвигают задачу регулирования водно-физических свойств и водного режима в соответствии с требованиями возделываемых растений и принципами рационального использования земель.

Плодородие переувлажняемых дерново-подзолистых почв зависит от гранулометрического состава и степени избыточного увлажнения. Именно эти показатели определяют возможность их сельскохозяйственного использования. Так, без осушения под пашню можно использовать только временно избыточно увлажненные песчаные и рыхло-супесчаные почвы. Под кормовые угодья в неосушенном состоянии можно использовать

также временно избыточно увлажненные суглинистые или глинистые почвы и дерново-подзолистые глееватые песчаные и рыхло-супесчаные. Все остальные почвы этого типа нуждаются в осушении. Как правило, нуждаются в осушении и дерновые переувлажненные почвы. Среди этих видов почв преобладают дерново-глеевые, использование которых без осушения имеет весьма ограниченный характер.

На пойменных землях накапливаются минеральные и органические вещества, смываемые с водосбора. Пойменные почвы обладают высоким плодородием, но нуждаются в проведении культуртехнического обустройства территории и улучшении водного режима в связи с периодическими их затоплениями паводками.

Среди периодически переувлажняемых следует выделить дерново-подзолистые почвы на лессах и лессовидных суглинках. Они в Беларуси занимают 783,6 тыс. га. (или 6,2% площади). Характерной особенностью лессовых почв являются небольшие блюдцеобразные западины. Их образование объясняется глубоким выщелачиванием карбонатов и последующей просадкой грунта.

Торфяно-болотные и заболоченные почвы в Беларуси занимают 2,9 млн. га, что составляет 14,4% площади территории страны. Около 40% из них включены в общий сельскохозяйственный мелиоративный фонд. Основная доля их приходится на Брестскую, Минскую и Гомельскую области и концентрируется в Полесской низменности.

Торфяники в зависимости от их генезиса делят на низинные, верховые и переходные. В Беларуси преобладают торфяно-болотные почвы низинного типа.

В зависимости от мощности торфяного слоя торфяно-болотные и заболоченные почвы делят на торфянисто-глеевые – глубина торфяного слоя не превышает 30 см; торфяно-глеевые – мощность слоя торфа 30-50 см; торфяно-болотные маломощные (мощность торфа 50-100 см); среднемощные (слой торфа 100-200 см) и мощные со слоем торфа более 200 см.

По степени разложения торфяные почвы бывают слаборазложившиеся (с разложением до 20 – 25%), среднеразложившиеся (25 – 35%) и хорошо разложившиеся (35 – 45% и более).

Основным богатством торфяно-болотных почв является органическое вещество с высокой водоудерживающей способностью, определяющей их повышенное потенциальное плодородие. Показателем, выражающим суммарное содержание минеральной составляющей, является зольность. Зольный состав торфяников формируется в основном из минерализовавшихся останков растений-торфообразователей, а также из минеральных веществ, взвешенных и частично растворенных в поверхностных и грунтовых водах, из частиц, выпадающих с атмосферными осадками и приносимых ветром. Общая зольность торфяников в среднем 5-35%.

Низинные торфяники (эвтрофные болота) формируются при длительном затоплении грунтовыми водами понижений, речных долин и надпойменных террас. Иногда низинный торф образуется при зарастании озер и стариц. Степень разложения низинных торфяников

колеблется в пределах от 30 до 60%, зольность их достигает 35%. Эти торфяники представляют наибольший интерес для сельского хозяйства.

Верховые болота (олиготрофные) образуются на водораздельных территориях. Основным источником переувлажнения являются атмосферные осадки, которые по сравнению с грунтовыми водами обеднены минеральными солями. Верховой торф имеет низкую зольность и низкое содержание минеральных веществ, этим почвам присуща высокая кислотность. Поэтому верховые болота отличаются низким естественным плодородием и их нецелесообразно использовать в сельском хозяйстве. Такие болота наиболее распространены в Витебской области.

Переходные болота (мезотрофные) формируются в условиях, при которых нарастающая поверхность торфяных почв постепенно теряет связь с грунтовыми водами, вследствие чего водное и минеральное питание ухудшается. Они занимают промежуточное положение между низинными и верховыми болотами. В процессе эволюции эти болота постепенно переходят в верховые торфяники с питанием атмосферными осадками. В сельском хозяйстве используются ограниченно, поскольку их органическое вещество бедно питательными минеральными веществами.

Под влиянием гидромелиорации и комплекса агротехнических мероприятий происходят коренные изменения в почвообразовательном процессе торфяно-болотных почв. Удаление избытка влаги и усиление доступа атмосферного воздуха приводят к активизации окислительного процесса. Следствием этого является интенсивное разложение органического вещества. Поэтому при планировании мелиоративных мероприятий должны быть предусмотрены меры по снижению интенсивности этого процесса. Опыт свидетельствует, что интенсивность убыли органического вещества зависит от характера использования торфяно-болотных почв. Как правило, торфяные почвы рекомендуется использовать под травы. Однако в зависимости от наличия и состояния этих почв в хозяйстве на них могут возделываться и другие культуры в рамках почвозащитных систем земледелия.

В настоящее время практически все почвы, используемые в хозяйственной деятельности человека в той, или иной степени отличаются от нетронутых аналогов. Если раньше человек воздействовал лишь на пахотный слой (15 – 20 см), то сейчас антропогенной трансформации нередко подвергается весь почвенный профиль. Осушение, глубокая вспашка, рекультивация, культуртехнические и другие мероприятия накладывают заметные отпечатки на генетический профиль почв.

Во всех областях, за исключением Гродненской, наиболее широко распространены деградированные почвы (торфяно-минеральные, остаточнo-торфяные минеральные и постторфяные минеральные). Так, в составе сельскохозяйственных земель Гомельской и Брестской областей они составляют соответственно 4,5% и 5% их площади.

Почвы овражно-балочного комплекса характерны в основном для сельскохозяйственных земель районов распространения холмисто моренного рельефа Витебской (0,3%) и лессового плато Могилевской (0,2%) областей.

Нарушенные почвы на начало 2021 г. – 25,3 тыс. га. Встречаются во всех областях республики: от 6,2 тыс. в Минской области до 2,7 тыс. га в Могилевской области. Формирование их приурочено к различного рода строительным и культуртехническим работам, сопровождающимся частичным или полным нарушением строения естественного профиля.

Рекультивированные почвы наибольший процент занимают среди сельскохозяйственных земель на территории Гродненской и Минской областей (по 0,8%). Это в основном торфяные почвы.

Отдельными массивами встречаются также техногенно-заболоченные почвы (подтопленные и постдренированные). Формирование подтопленных почв приурочено к зонам крупных водохранилищ и выработки полезных ископаемых шахтным способом. Постдренированные почвы характерны для староосушенных территорий с неисправной системой.

Особую группу составляют загрязненные почвы и, прежде всего, химически загрязненные радиоактивными веществами. Площадь сельскохозяйственных земель, загрязненных радионуклидами, в настоящее время составляют немногим более 825 тыс. га (10% сельхозземель) и приурочена к территории Гомельской (38%) и Могилевской (20%) областей.

1.2 Типы водного питания

Под типом водного питания (ТВП) понимают пути поступления воды на переувлажненные земли, зависящие от климатических, геологических, гидрогеологических, почвенных условий объекта. Этими условиями определяются основные составляющие водного баланса, вызывающие переувлажнение земель.

По классификации, данной А. Д. Брудастовым, выделяют следующие типы водного питания земель: атмосферный, грунтовый (безнапорный), грунтово-напорный, склоновый (делювиальный), намывной (аллювиальный), смешанный (сочетание двух или нескольких приведенных выше типов). Иногда выделяют оросительный тип, результатом которого является избыток воды на объекте из-за неумеренного полива земель.

В связи с тем, что в природных условиях отделить один тип водного питания от другого сложно, определяющими являются процессы, преимущественно формирующие водный баланс (приход – расход воды) объекта. Например, атмосферные осадки накладываются на другие типы водного питания. Однако доля их по сравнению с другими может быть незначительной, а основной причиной переувлажнения являются другие ТВП. Правильное установление типа водного питания на объекте при изысканиях имеет большое значение. От него зависит выбор методов и способов осушения земель, а также требуемая конструкция осушительной системы.

При *атмосферном* ТВП основным источником избыточной влаги являются атмосферные осадки, выпадающие непосредственно на переувлажненную территорию. Этот ТВП характерен для земель, расположенных на плоских водоразделах, в верхних частях склонов с малыми уклонами поверхности земли и слабопроницаемыми почвами.

Грунтовые воды обычно находятся глубоко и не имеют связи с верхними слоями почвы.

При грунтовом водном питании характерно высокое стояние уровня воды в грунте, препятствующее обработке земель и выращиванию сельскохозяйственных культур. В зависимости от того, как сформированы грунтовые воды на объекте, выделяют три подтипа этого водного питания.

Первый – приток грунтовых вод со смежных площадей. Поток грунтовых вод формируется за пределами объекта и, перемещаясь к нему, вызывает подъем уровней, способствуя переувлажнению территории.

Второй подтип – приток грунтовых вод из водохранилищ, рек при высоком стоянии в них уровней воды, препятствующих оттоку грунтовых вод с переувлажняемой территории. Такой подтип образуется в результате искусственного подъема уровня воды в водотоках и водоемах. Такими водами питаются также переувлажненные равнинные территории, расположенные около естественных водоемов.

К третьему подтипу относят водное питание от бассейна грунтовых вод. Оно присуще равнинным территориям, сложенным водопроницаемыми грунтами, которые с небольшой глубины подстилаются водоупорами. В пределах территории бассейн грунтовых вод формируется за счет инфильтрации атмосферных осадков через водопроницаемые грунты. Вода, достигая водоупора, приводит к повышению грунтовых вод до глубины, при которой усложняется ведение сельскохозяйственных работ. Положение грунтовых вод в значительной степени определяется водопотреблением растений, поэтому поверхность грунтовых вод иногда копирует поверхность земли. Переувлажненные земли с бассейном грунтовых вод чаще представлены песками, низинными торфяниками, реже переходными и верховыми болотами. На верховых болотах и возвышениях основным поставщиком воды в бассейн являются атмосферные осадки.

При грунтово-напорном питании на переувлажненную территорию воды поступают по водоносному пласту, заключенному между слабо-водопроницаемыми грунтовыми слоями. Отличительным признаком напорного водного питания является наличие связи пьезометрического уровня грунтовых вод с геологическим строением грунтов.

Выделяют три подтипа грунтово-напорного водного питания. При первом подтипе напорные воды выходят на поверхность в виде восходящих родников через «окна», образующиеся в водоупорах. Если на верхнем водоупорном слое имеется переувлажненный слой с грунтовым водным питанием, то он может подпитываться за счет напорных вод через слабопроницаемую толщу. Третий подтип характеризуется переувлажнением слабо-водопроницаемых почвогрунтов за счет капиллярного поднятия под напором грунтовых вод.

Переувлажнение земель при *склоновом* ТВП (намывное делювиальное) происходит в результате поступления поверхностных вод со склонов водосбора, примыкающего к объекту осушения. Такое водное питание имеют заболоченные земли на склонах, сложенных слабо-водопроницаемыми грунтами.

Если переувлажнение земель вызвано затоплением паводковыми водами, выходящими из берегов рек и озер, то такое водное питание называется *намывным аллювиальным*. Подобный ТВП характерен для речных и озерных пойм.

На территории Беларуси можно выделить два крупных региона с различающимися типами водного питания. На Полесье, имеющем равнинный рельеф, преобладает грунтовое водное питание, а глинистые, суглинистые почвы Витебской и Северной части Минской областей чаще переувлажняются за счет атмосферных осадков.

2. Сущность и условия применения осушительных мелиораций

2.1 Влияние осушения на водно-воздушный режим и условия обработки почв

Общеизвестно, что нормальное развитие растений возможно только при условиях, создаваемых благоприятным сочетанием основных факторов их жизни – освещенностью, температурой окружающей среды, содержанием в ней влаги и элементов минерального питания. Основным показателем оптимальности условий является обеспечение необходимого энерго- и массообмена между растениями и средой их обитания.

В практике сельскохозяйственного производства создание требуемых для развития растений условий осуществляется либо естественным образом (природой), либо путем искусственного регулирования водного, теплового, светового и пищевого режимов в почве и приземном слое воздуха. Эти режимы связаны между собой и взаимовлияют друг на друга, в том числе и через посредство растений.

Так, содержание воды в почве существенным образом влияет на содержание воды в растении, на температуру почвы и надземных растительных органов, на интенсивность поступления элементов минерального питания в растение. Таким образом, от водного фактора напрямую зависят интенсивности транспирации, фотосинтеза, дыхания и всего продукционного процесса.

Водный и тепловой режимы почвы во многом обуславливают интенсивность микробиологических процессов, ответственных за разложение органического вещества, а, следовательно, и формирование пищевого режима. От этих факторов зависит также развитие болезней растений. В свою очередь содержание питательных веществ в почве влияет на интенсивность нарастания листовой поверхности, на транспирацию, а через нее – на водный и температурный режимы растительного покрова и почвы.

Очевидно, что установление оптимального режима осушения должно базироваться на системном подходе (всестороннем учете всех факторов, определяющих эффективность сельхозпроизводства на мелиорируемых землях). Это требует знания как закономерностей водного, минерального, теплового и газового (углеродного) обмена в системе «почва – растение», так и влияния этого обмена на продукционные процессы в растительном сообществе и на свойства самой среды обитания.

Водный режим почв характеризуется:

- почвенной влажностью,
- глубиной расположения уровней грунтовых вод,

- интенсивностью обмена влагой между приземным слоем воздуха, корнеобитаемым слоем и нижележащими слоями почвы.

Избыток воды в корнеобитаемом слое снижает поступление кислорода, вследствие чего в почве протекают анаэробные процессы. При недостатке кислорода в почве замедляется процесс минерализации органических веществ, так как избыток воды угнетает жизнедеятельность аэробных микроорганизмов, разлагающих органику. При этом снижается интенсивность обменных процессов между почвой и растениями, ухудшается их питательный режим. Переувлажнение снижает также несущую способность почвы, что препятствует ее механической обработке, увеличивая энергозатраты.

Влажные почвы более теплоемки, имеют большую теплопроводимость, чем сухие. Они медленнее оттаивают и хуже прогреваются весной, что сокращает продолжительность вегетационного периода. При набухании связных почв снижается их водопроницаемость. Корневая система растений при высоком уровне стояния грунтовых вод не может развиваться вглубь и концентрируется в верхнем слое.

При удалении воды из почвы ее место занимает воздух. Кислород воздуха интенсифицирует микробиологический процесс, создавая для него аэробные условия. Это усиливает окисление (разложение) органического вещества, повышает обеспеченность растений минеральным азотом. Удаление избыточной влаги стимулирует проникновение растений в нижние слои почвы, что приводит к формированию более мощной корневой системы.

На тяжелых почвах переувлажняется в первую очередь пахотный слой. Например, во время снеготаяния почва обычно насыщается полностью, вплоть до появления грунтовых вод в корнеобитаемом слое. Такое явление может иметь место также во время выпадения значительных осадков летом.

В связи с тем, что вертикальный влагообмен на тяжелых почвах незначителен, основой регулирования водного режима на них является организация (ускорение) поверхностного стока, а также перевод его в дренажный. Необходимая влажность здесь может достигаться после удаления избытка влаги из пахотного слоя за счет физического испарения и транспирации растениями. Процесс понижения влажности в корнеобитаемом слое на практике интенсифицируется такими приемами, как глубокое рыхление, кротование, и другими мерами, способствующими перераспределению влаги по почвенному профилю.

Несколько иная картина наблюдается на почвах при постоянном подпоре грунтовыми водами. Здесь влажность почвы существенно зависит от положения грунтовых вод. Поэтому в таких случаях, изменяя положение уровня грунтовых вод, можно осушить корнеобитаемый слой почвы до допустимой влажности.

Положение уровня грунтовых вод не остается постоянным во времени. Под воздействием атмосферных осадков возможно затопление поверхности почвы или подтопление корневой системы за счет подъема уровня грунтовых вод. При затоплении корневой системы нарушаются обменные процессы в растении, вследствие чего угнетается ростовой процесс и снижается продуктивность культуры. Например, затопление весенними павод-

ковыми водами посевов озимой пшеницы в течение 3 суток снижает урожай на 20 – 40%, а при затоплении на 3 – 6 суток урожайность падает на 60 – 90%. Если растения в воде находятся 7 суток и более, их урожайность снижается на 80% и более. Поэтому продолжительность затопления допускается такой, чтобы она не повлияла существенно на развитие сельскохозяйственных культур.

Подобная картина наблюдается и при частичном подтоплении корневой системы растений. Подтопление корневой системы капусты в период формирования качана на 2 суток снижает урожай на 19%, в течение 5 суток – на 66% и за 7 суток – на 74%. При подтоплении в течение 2 суток до половины корневой системы капусты в стадии завязывания качана урожай уменьшается на 7%, за 5 суток – на 25% и за 7 суток – на 40%, а при подтоплении до корневой шейки – соответственно на 9, 38 и 90%.

Мелиорированные земли, которые затапливаются весенними половодьями 10%-ной обеспеченности, не рекомендуется использовать под посевы озимых зерновых культур.

2.2 Требования сельскохозяйственных культур к осушению. Режим осушения

Режим осушения—это поддерживаемый мелиоративными мероприятиями оптимальной водно-воздушный режим почвы, который характеризуется следующими основными показателями: аэрацией почвы, ее влажностью, нормой осушения, допустимой продолжительностью затопления.

Осушение переувлажняемых почв должно способствовать улучшению остальных факторов жизни растений. Следовательно, режим осушения должен быть таким, чтобы все факторы жизни растения изменялись в направлении к их оптимальным значениям.

Главным требованием к режиму осушения является создание таких условий в среде обитания растений, при которых обеспечивается получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур на мелиорируемых землях. Однако практическая реализация требуемого режима осушения часто сдерживается высокой стоимостью необходимых для этого мероприятий, ограниченными возможностями применяемых технологий производства строительных и эксплуатационных мелиоративных работ, необходимостью защиты природной среды от возможных негативных последствий мелиорации земель. К негативным последствиям осушения можно отнести обеднение биологического разнообразия ландшафтов, понижение уровня грунтовых вод на прилегающих территориях и т. п.

Изменяя водный режим, можно существенно регулировать поступление питательных веществ в растения и температуру его надземных и подземных органов.

Для большинства почв минимальный объем воздуха в корнеобитаемом слое должен быть не менее 15–20% от объема пор при возделывании трав и 20–35% – при возделывании зерновых культур и корнеплодов. Это условие определяет допустимое содержание влаги в корнеобитаемом слое почвы. Максимально допустимая влажность при выращивании трав – 80–85% от пористости, а для зерновых и корнеплодов – 65–80%.

В свою очередь нижний предел оптимальной влажности существенно зависит от гранулометрического состава минеральной и типа торфяной почвы. В зависимости от ви-

да почв и фазы вегетации для трав он колеблется от 40 до 60% от общей пористости, для зерновых и корнеплодов он находится в пределах 30 – 45%.

Влажность почвы, согласно требованиям сельскохозяйственных культур, не должна оставаться постоянной на протяжении вегетационного периода. В начале вегетации для растений необходима более высокая влажность. По мере роста корней, особенно на последних стадиях развития растений, она может быть существенно меньшей, чем в начале вегетации. Соответствующим образом должен изменяться и уровень грунтовых вод.

Установленная глубина грунтовых вод, до которой они должны быть понижены с помощью осушения (в критические периоды исходя из требований растений и производства работ) называется нормативной глубиной осушения (*нормой осушения*). Исходя из нее, а также с учетом гидрометеорологических и гидрогеологических условий, в которых находится объект, устанавливается глубина осушительных каналов и другие параметры мелиоративной системы.

Поддерживать практически заданную норму осушения на некотором участке в течение длительного времени весьма сложно. Соответственно была выдвинута новая концептуальная установка, связывающая параметры мелиоративной сети не с жестко закрепленной нормой осушения, а с некоторым диапазоном допустимого колебания уровней грунтовых вод.

Диапазон уровней грунтовых вод, при котором с нижележащих почвенных слоев обеспечивается необходимое подпитывание корнеобитаемого слоя влагой в засушливые периоды вегетации и отведение в нижележащие слои излишков воды в периоды выпадения дождей, называется *оптимальным диапазоном изменения УГВ*. При таком режиме УГВ создаются благоприятные условия для поглощения питательных веществ из пахотного слоя и удовлетворительный температурный режим в почве и растительном покрове. Ширина этого диапазона в течение вегетации зависит от типа почвы, вида сельскохозяйственной культуры и метеорологических условий.

Понятие «оптимальный диапазон изменения УГВ» вводится вместо традиционного используемого термина «норма осушения» как более полно учитывающее периодически сменяющие друг друга во времени процессы осушения и увлажнения. В реальных же условиях при наличии на осушаемом участке вместо понятия «оптимальный диапазон УГВ» вводится понятие *наиболее безопасный диапазон УГВ*. При поддержании УГВ в пределах этого диапазона для возделываемых сельскохозяйственных культур достигается наименьший ущерб в экстремальных условиях (при затяжных дождях или длительных засухах).

Управление водным режимом по «безопасному диапазону» позволяет более рационально использовать атмосферные осадки и весенние влагозапасы в почве.

В зависимости от природных условий и вида возделываемых сельскохозяйственных культур ширина безопасного диапазона достигает 0,3 – 0,4 м в начале вегетации и 0,4 – 0,7 м в ее конце, что в несколько раз превышает пределы колебания традиционно заданных

норм осушения. При этом величина допустимого снижения медианной линии, осредняющей безопасный диапазон УГВ, в конце вегетации превышает рекомендованные ранее нормы осушения на 0,2 – 0,3 м.

Подъемы УГВ, вызванные выпадением дождей, если они находятся в пределах заданного диапазона, несущественно (до 5%) снижают урожай зерновых и практически не влияют на продуктивность многолетних трав. Поэтому при регулировании водного режима путем поддержания УГВ в безопасном диапазоне осушение почвы должно включаться только в случае перехода УГВ через его верхнюю границу.

В районах распространения минерализованных грунтовых вод в связи с опасностью засоления почв в режиме осушения вместо нормы осушения используют понятие *критическая глубина грунтовых вод*. При расположении УГВ на критической глубине засоления не происходит, так как капиллярного притока, несущего соль в почву, практически нет. Критическая глубина больше нормы осушения в среднем в полтора раза.

Важно знать продолжительность затопления поверхности земли и подтопления корнеобитаемого слоя почвы в вегетационный период, когда источником переувлажнения могут быть дождевые воды или приток их со смежного водосбора. Эти сроки положены в основу расчета осушительной сети, которая должна удалить избыток воды за указанное время.

2.3 Методы и способы осушения

Методы и способы осушения земель. Под методом осушения понимают направленность воздействия гидротехнических, агромелиоративных и других мероприятий, предназначенных для ликвидации избыточного увлажнения земель с различными типами водного питания.

Известны следующие основные методы осушения:

1. Ускорение стока поверхностных вод на территориях с атмосферным водным питанием. Этот метод применим на почвах тяжелого гранулометрического состава на плоских водоразделах, пологих склонах.

2. Понижение уровня грунтовых вод при грунтовом и понижении пьезометрического уровня при грунтово-напорном водном питании почв. Требуемое понижение уровня грунтовых вод достигается в основном на почвах легкого гранулометрического состава и на торфяно-болотных почвах.

3. Перехватывание поверхностных и грунтовых вод, поступающих со смежных водосборов и водоемов, которые подтапливают территории в весеннее и летнее время. Такие меры применяют при делювиальном типе водного питания.

4. Обвалование территорий. Оно предназначено для защиты земель от длительного затопления весенними или летними паводками при аллювиальном типе водного питания.

5. Комбинированный метод. Он выбирается в случаях, когда переувлажненные земли имеют несколько типов водного питания.

Переувлажнение территории вызывается, как правило, несколькими типами водного

питания. Характерными из них для Беларуси являются атмосферное и грунтовое, атмосферное и делювиальное и т.д. В соответствии с типами водного питания выбираются и методы осушения.

Под *способом осушения* понимается конструктивное исполнение метода осушения. Способ осушения – это способ реализации метода осушения с применением конкретных конструкторских решений по улучшению водного режима почв. При выборе или разработке способа осушения необходимо учитывать его экономичность, экологическую безопасность и возможность технического исполнения. Наиболее распространенными способами осушения применительно к изложенным выше методам осушения являются:

1. Закрытые собиратели, открытые осушительные каналы, системы ложбин стока, сооружений, которые позволяют ускорить поверхностный сток и удалить избыточную воду из пахотного слоя почвы.

2. Закрытый и открытый горизонтальный дренаж, вертикальный дренаж, дренаж с самоизливающимися скважинами и ряд других устройств, позволяющих понизить уровни грунтовых вод до расчетных норм осушения.

3. Оградительная сеть. Она устраивается по периферии осушаемого массива у подошвы склонов или вдоль водоемов.

4. Пolderные системы. В этом случае одним из главных элементов мелиоративной системы являются дамбы, устраиваемые вдоль водотоков (водоемов) и предотвращающие затопление территории паводковыми водами.

5. Комбинированный способ. Реализуется несколькими ранее названными способами. Наиболее часто эта комбинация состоит из закрытого дренажа, оградительной сети, других сооружений (колодцы-поглотители, ложбины стока и др.), повышающих эффект осушения земель.

Главным требованием к способу осушения является обеспечение условий для расширенного воспроизводства почвенного плодородия в соответствии с экологическими ограничениями и особенностями осушаемых почв. При обосновании способа осушения должны учитываться возможные чрезвычайные обстоятельства (например, наводнения).

При выборе способа осушения оцениваются возможные объемы сброса воды. Мелиоративная сеть и сооружения на ней должны содействовать ускорению пропуска паводковых вод и ликвидации затопления территории в установленные сроки.

Разрабатывая способы осушения, желательно проводить оценку запасов водных ресурсов не только в пределах данного объекта, но также и на всем водосборе, где расположен этот объект. Выполняют это для того, чтобы рационально использовать водные ресурсы, создавая необходимые запасы воды для бытовых, технических нужд и для обеспечения растений в засушливые периоды, исключая излишний сброс воды за пределы мелиорируемых территорий.

Качественное регулирование водного режима почв достигается, как правило, комплексом приемов. В этот комплекс могут входить инженерные сооружения и

устройства, агромелиоративные, культуртехнические, природоохранные мероприятия и ряд других операций, позволяющих достичь поставленную цель при осушении земель.

На маломощных торфяных почвах предусматривают устройство закрытой осушительной сети (дренажа), а также планируют мероприятия по увлажнению. Открытую сеть на таких почвах можно применять, если они подстилаются песками с водопроницаемостью более 1 м/сут. Такой же способ предпочтителен при интенсивном грунтово-напорном питании, первичном осушении болот с глубиной торфа более 1 м, при подстилании торфа илами, сапропелями. В некоторых случаях открытая сеть дополняется выборочной закрытой сетью, а при сложном рельефе – мероприятиями по регулированию поверхностного стока.

Минеральные почвы тяжелого гранулометрического состава обычно осушают закрытой сетью, дополняя их приемами по ускорению поверхностного стока и соответствующими агромелиоративными мероприятиями.

Почвы легкого и среднего гранулометрического состава осушают как закрытой, так и открытой сетью, предусматривая при необходимости устройства для регулирования водного режима (увлажнения почв). Если же эти почвы расположены на сложном рельефе, необходимо применение приемов для перераспределения поверхностного стока по почвенному профилю.

На поймах создают системы, позволяющие как осушать, так и увлажнять почвы. Эту роль выполняют водооборотные польдерные системы, обеспечивающие сброс паводковой воды по сети открытых каналов самотеком или с применением машинного водоподъема. Применяют также систему агромелиоративных мероприятий и других мер, направленных на улучшение среды обитания растений.

2.4. Осушительная система, ее элементы

Комплекс сооружений, предназначенных для сброса излишков воды с целью улучшения водного режима почв, называется осушительной системой. В нее входят следующие элементы: регулирующая сеть; проводящая сеть; оградительная сеть; водоприемник; гидротехнические сооружения; дорожная сеть; полезащитные лесные полосы; специальные сооружения и устройства.

Регулирующая сеть предназначена для сбора поверхностных и грунтовых вод, переувлажняющих участков, с целью улучшения водно-воздушного режима осушаемых почв. Она может состоять из закрытой и открытой сети, ложбин стока, поглотительных устройств и др.

Проводящая сеть необходима для приема воды из регулирующей сети и транспортирования ее в водоприемник (более крупную гидрографическую сеть). К проводящей сети относят магистральные каналы, транспортирующие собиратели, коллекторы.

Оградительная сеть проектируется, чтобы защитить земли от поступления на них поверхностных и грунтовых вод со смежных территорий. В качестве оградительной сети

служат ловчие, нагорно-ловчие, береговые каналы или дрены.

Важным элементом осушительной системы является *водоприемник*, который принимает воду со всей осушаемой площади.

Чтобы осушительная система функционировала в установленном режиме, необходимы также *гидротехнические сооружения* (трубы-переезды, трубы-регуляторы, мосты, колодцы смотровые, поглотители и др.).

Дороги проектируют на всех мелиоративных объектах. По дорогам обеспечивается связь мелиорируемых территорий с хозяйствами, полями севооборотов.

Полезационные лесные полосы служат для защиты полей от водной и ветровой эрозии. Они необходимы также для улучшения среды обитания животных, создания благоприятного микроклимата на объекте

К специальным сооружениям относят здания, пруды, водоемы. К этой категории принадлежат также береговые сооружения, створы наблюдательных колодцев и другие конструкции для нужд эксплуатации.

Осушительная система может быть самотечной и с механическим отводом избыточной воды с осушаемой территории. В самотечной системе излишки воды удаляются самотеком, начиная от регулирующей сети и заканчивая ее сбросом в водоприемники. При механическом отводе излишки воды собираются в специальные водосборники, из которых откачивают воду с помощью водоподъемных установок.

Самотечными системами очень сложно выполнить основную функцию гидромелиораций – регулирование водного режима почв. На большинстве таких систем вода сбрасывается в водоприемник даже в периоды, когда ее не хватает растениям. Поэтому осушительные системы желательно реконструировать с целью придания им возможности подачи воды на поле к растениям в периоды недостатка влаги. Такие системы называют осушительно-увлажнительными, реже – системами двустороннего действия. Первой задачей этих систем является осушение, а второй, но не менее важной – увлажнение корнеобитаемого слоя почвы в засушливые периоды.

В некоторых случаях в дополнение к осушительной части предусматривают устройство дамб обвалования, защищающих территории от затопления паводковыми водами.

В определенных условиях хорошо зарекомендовали себя водооборотные мелиоративные системы. Главным их достоинством является рациональное использование водных ресурсов: сбор и возврат на поле отведенной в периоды осушения воды для последующего увлажнения земель в периоды засух, а также сокращение сброса загрязненных вод в водоприемники.

Если переувлажненные почвы подстилаются хорошо водопроницаемыми грунтами, можно устраивать вертикальный дренаж.

Кроме перечисленных мелиоративных систем сельскохозяйственного назначения проектируют и строят системы, предназначенные для борьбы с подтоплением городских и

промышленных площадок, для осушения специальных территорий – стадионов, аэродромов, дорожных полотен и других хозяйственных объектов.

В зависимости от конструкции, расположения на местности, гидрогеологических условий, типов водного питания и других природных характеристик *регулирующую сеть* подразделяют на следующие виды.

1. По отношению к направлению движения грунтовых и поверхностных вод регулирующая сеть бывает продольной и поперечной. Продольную сеть располагают вдоль направления движения, а поперечную – поперек направления движения воды.

2. По конструкции регулирующая сеть может быть открытой и закрытой. Открытая сеть устраивается в виде каналов, ложбин, борозд, а закрытая – в виде полостей, располагаемых на определенной глубине под слоем грунта.

3. В зависимости от характера поступления воды в регулирующую сеть ее делят на сеть совершенную и несовершенную по характеру вскрытия водоносного пласта. Если грунтовые и поверхностные воды поступают равномерно по всему периметру (этим отличается идеальная дрена), такую сеть называют совершенной. Если же часть контура сети имеет водонепроницаемые или слабопроницаемые промежутки (кольматаж, наличие водонепроницаемых поверхностных труб, несовершенные фильтры), вызывающие сопротивление движению воды, то такая сеть называется несовершенной по характеру вскрытия водоносного пласта.

4. По расположению по отношению к водоупору регулирующую сеть разделяют на совершенную и несовершенную по степени вскрытия водоносного пласта. Совершенная регулирующая сеть перерезает весь водоносный пласт и достигает водоупора, а несовершенная располагается выше водоупорного пласта.

5. По отношению к поверхности земли регулирующую сеть могут располагать в горизонтальной или вертикальной плоскостях. Горизонтальная регулирующая сеть прокладывается условно параллельно поверхности земли, а вертикальная – перпендикулярно.

Пути, по которым вода поступает в регулирующую сеть, определяют принцип ее действия. **Различают два принципа действия регулирующей сети:** собирательный и дренажный (или осушительный). При собирательном принципе действия сток воды формируется в основном по поверхности почвы или по пахотному слою. В таких условиях вода поступает в открытую сеть по откосам каналов, а в закрытую – через траншейную засыпку или по специальным устройствам, обеспечивающим связь подземной полости с поверхностными водами. Собирательный принцип действия характерен для почв атмосферного водного питания, имеющих низкую водопроницаемость, например тяжелого гранулометрического состава. В таких условиях доля поверхностного стока достигает до 85 – 90% от общего его объема и только 10 – 15% воды поступает в регулирующую сеть по порам в грунте.

Дренажный (осушительный) принцип действия присущ регулирующей сети на

легких почвах и торфяниках, на которых имеет место грунтовое или грунтово-напорное водное питание. Здесь вода в регулируемую сеть поступает по порам грунта. В таких условиях объем стока грунтовых вод преобладает над поверхностным.

Тема 4. Осушение почв регулирующей сетью

1. Осушение почв открытой регулирующей сетью

2. Осушение почв закрытой регулирующей сетью

2.1. Принцип действия закрытой регулирующей сети

2.2. Виды дренажа, условия его применения

2.3 Гидротехнические сооружения на закрытых осушительных системах

1. Осушение почв открытой регулирующей сетью

Открытую осушительную сеть применяют при всех типах водного питания. Это наиболее простой и дешевый способ осушения **болотных и избыточно-увлажненных минеральных почв**. Открытой сетью осушают естественные сенокосы, пойменные затопливаемые земли, леса, торфяные месторождения, а также почвы с большим содержанием закисного железа в грунтовых водах (более 14 мг/л).

Недостатки осушения открытыми каналами – низкий коэффициент земельного использования (до 0,85...0,9), затруднения в механизированной обработке почвы, необходимость в строительстве значительного количества переездных сооружений и др. На территории со сложным рельефом и при уклонах местности более 0,001 осушение каналами малоэффективно и не рекомендуется.

По расположению на плане местности регулирующая сеть может быть систематической и выборочной.

Систематическая сеть проектируется при равнинном, однородно-уклонном рельефе местности. Каналы располагают равномерно, с одинаковым расстоянием между ними по всему участку.

Выборочная сеть устраивается из каналов, предназначенных для осушения отдельных переувлажненных участков – низин, замкнутых понижений, мест выклинивания грунтовых вод и т.д. Каналы устраиваются по тальвегам местности.

На плане регулирующую сеть необходимо располагать по возможности под острым углом к горизонталям (гидроизогипсам), стремиться к параллельному расположению каналов по отношению друг к другу и границам землепользователей, полей. Сопряжение каналов с проводящей сетью должно быть близким к перпендикулярному или под углом 75...90° к направлению движения потока воды в водоприемнике (реке, магистральном канале).

При сельскохозяйственном использовании осушаемых земель основные параметры осушительной системы определяются согласно следующим рекомендациям.

Расстояние между каналами систематической открытой осушительной сети рассчитывается по различным зависимостям (в зависимости от природно-геологических и др. условий) или принимается по рекомендациям.

Длина открытых осушителей и собирателей принимается в пределах 700...1500 м. При осушении участков неправильной (сложной) конфигурации в виде исключения допускается длина каналов менее 700 м.

Глубина каналов назначается из условий обеспечения необходимой нормы осушения (минимальная для минеральных почв – 1 м, для торфяных – 1,2 м; максимальная для мелких каналов-осушителей – до 1,4...1,5 м). Минимальный уклон для каналов должен быть не менее 0,0003 (при плоском рельефе – 0,0002). Оптимальным считается уклон 0,0005...0,0008. Максимальное значение уклона обосновывается результатами гидравлического расчета, чтобы не было размывающей скорости движения потока воды в канале.

Поперечное сечение открытых осушителей и собирателей, принимается трапециевидальной формы. Коэффициенты заложения откосов для торфа, глин, суглинков тяжелых – 1,0...1,25; суглинков легких, супесей – 1,25...1,5; песков крупно- и мелкозернистых, пылеватых – 1,5...2,0. Ширина по дну – 0,4...0,6 м.

Глубина каналов, принимающих воду из осушителей, должна быть на 0,2...0,3 м больше глубины осушителей. Проводящие каналы (транспортирующие) располагают по наиболее низким местам (по возможности перпендикулярно к горизонталям местности). Их размеры определяют гидравлическими расчетами.

При устройстве открытой осушительной сети применяются одноковшовые эксковаторы ТЭ-2М, Э-352А, З-304, ЭО-5126, ЭО-2621В-3, плужные прицепные ЛКА-2М и навесные каналокопатели ПКЛН-500, КН-600, фрезерный навесной каналокопатель КФН-1200, плужно-ротаторный каналокопатель МК-23А, а для ее ремонта – каналочистители МР-7А и др.

2. Осушение почв закрытой регулирующей сетью

2.1. Принцип действия закрытой регулирующей сети

Закрытый дренаж применяют для осушения болот и избыточно-увлажненных земель главным образом при грунтовом и грунтово-напорном водном питании. Его закладывают на глубину, обеспечивающую понижение грунтовых вод на требуемую норму осушения и создающую благоприятный водный режим в корнеобитаемом слое почвы. Грунтовая вода через стыки и щели проникает (вследствие разности напора, создаваемого в ее потоке дренажем) в дрены, затем поступает в коллекторы и отводится с осушаемой территории.

Закрытый дренаж долговечен, срок его службы 50 лет и более. Он лучше регулирует водный режим осушаемой территории, чем открытый, создает хорошие условия для широкой механизации работ, способствует росту производительности труда при обработке почвы, посеве культур, уходе за посевами и уборке урожая.

Водоотводящие отверстия в дренах могут быть выполнены в виде свободной трубчатой полости с крепленными стенками (трубчатый) и без крепления (кротовый) или заполнены пористым водопроводящим материалом (фашинный, хворост и др.).

Трубчатый дренаж изготавливают из керамических и пластмассовых труб.

Дренажную сеть подразделяют на систематическую и выборочную. При систематической схеме каналы и закрытые дрены равномерно располагают по осушаемой территории, на расчетном или нормативном расстоянии друг от друга. При выборочной схеме дренаж-

ную сеть устраивают только в переувлажненных местах, где уровень грунтовых вод стоит близко к поверхности почвы.

Систематическая дренажная сеть может быть продольной и поперечной. Продольную схему применяют при уклонах местности менее 0,005, поперечную – при уклонах более 0,005.

Расположение закрытой осушительной сети на плане. Расположение закрытой осушительной сети на плане является одним из самых ответственных моментов проектирования дренажа и заключается в придании определенного направления дренажным линиям по отношению к рельефу местности.

Проектирование дренажных систем в плане начинается с водоприемника, оградительной и проводящей сети.

Оградительная часть мелиоративной системы (нагорно-ловчие каналы и дрены) проектируется по границе осушаемого участка с учетом направления движения поступающих на участок грунтовых и поверхностных вод.

Магистральный канал проектируется, как правило, по самому низкому месту участка. Магистральный канал необходимо устраивать в следующих случаях:

- а) при длине коллектора более 1000 м;
- б) при уклоне поверхности земли менее 0,002 и невозможности дальнейшего заглубления коллекторов;
- в) при больших водосборных площадях и, как следствие этого, больших диаметрах коллекторов (прокладывание коллекторов в две нитки экономически нецелесообразно);
- г) из хозяйственных соображений (устройство водопоев для скота, противопожарные нужды и др.).

Закрытая проводящая сеть (коллекторы разных порядков) обычно проектируется по пониженным частям рельефа. При этом расстояние между коллекторами определяется допустимой длиной дрен и возможностью их двустороннего впадения в коллекторы.

При расположении в плане необходимо, чтобы соблюдались следующие основные условия:

1. Уклоны дна дрен должны находиться в допустимых пределах (0,002...0,02). Наилучший уклон 0,006...0,008.
2. Глубина дрен на всем их протяжении должна как можно меньше отличаться от проектной (0,2...0,3 м).
3. Дрены по мере возможности должны проектироваться перпендикулярно или под острым углом к направлению грунтового и поверхностного потоков.

Кроме того, необходимо учитывать и целый ряд других факторов, а именно:

1. В плане дрены с коллекторами необходимо стремиться сопрягать под углом 90° . При невозможности обеспечить прямой угол впуск дрен в коллекторы следует осуществлять под углом не менее 60° .
2. С целью уменьшения длины проводящей сети нужно стремиться к двустороннему

вводу дрен в коллекторы, а коллекторов – в магистральный канал. При этом противолежащие дрены (коллекторы) должны смещаться минимум на 2..5 м относительно друг друга.

3. Каналы и закрытые коллекторы должны иметь минимальное количество поворотов и пересечений с дорогами и другими сооружениями. Дрены, как правило, проектируются без поворотов.

4. Следует избегать ввода одиночных дрен в открытые каналы;

5. Уклон дна коллектора желательно проектировать одинаковым по всей длине или же увеличивающимся к устью.

6. Ловчие закрытые дрены предусматриваются при водосборных площадях менее 10...40 га. Во всех других случаях необходимо проектировать ловчие и нагорные каналы. Располагать их необходимо, как правило, по границам участка перпендикулярно к направлению грунтового и поверхностного потоков.

7. При проектировании дрен и коллекторов необходимо располагать их через пониженные точки местности, минуя отдельные возвышенности.

8. Дрены принято располагать от границы осушаемого участка на расстоянии $B/2$, а верхние концы дрен удалять от всей границы на $B/3$. Расстояния между сходящимися концами дрен принимаются равными $B/3...B/4$, а между такими перпендикулярными концами и дренажной или коллекторной линией – $B/2$. От открытого канала дрены удаляются при глубине канала 1,5 м на B , при глубине 1,6...2,0 – на $1,5B$ и при глубине 2,1...3,0 м – на $2B$ (B – расстояние между дренами).

9. В местах резких поворотов коллектора (менее 120^0), а также при сопряжении в одном месте впадения нескольких коллекторов или изменении уклона коллектора устраивают смотровые колодцы (регуляторы).

Основными параметрами дренажной осушительной системы являются: глубина и длина дрен, коллекторов, каналов, расстояние между ними и их уклоны.

Минимальная глубина заложения дрен и собирателей принимается для глинистых и торфяных почв не менее 1,1 м, песчаных и супесчаных – 1 м, в локальных понижениях – не менее 0,8 м. Оптимальной считается глубина дрен в глинистых, суглинистых и торфяных грунтах – 1,2...1,3 м; в песчаных и супесчаных – 1,1...1,2 м.

Расстояние между дренами обуславливается не только требуемой нормой осушения, но и многими другими факторами: гранулометрическим составом почв, видом культур, глубиной дрен, величиной испарения, расчетным временем понижения уровня грунтовых вод, величиной осадков, расположением водоупора и др.

Расстояние между дренами устанавливается расчетными зависимостями и корректируется опытными данными существующих осушительных систем, построенных в аналогичных условиях, и рекомендациями научно-исследовательских организаций.

Расстояние (м) между совершенными дренами (залегаящими на водоупоре) для установившегося режима можно вычислить по формуле Кене-Брудастова:

$$B = 2\sqrt{K(h^2 - h_0^2)}/q, \quad (4.1)$$

где K – коэффициент фильтрации грунта, м/сут;

q – интенсивность притока воды к дренам, м/сут;

h – напор над дренай в середине междреннего расстояния (отсчитывают от водоупора), м;

h_0 – высота слоя воды в дренае, отсчитывают от водоупора, м.

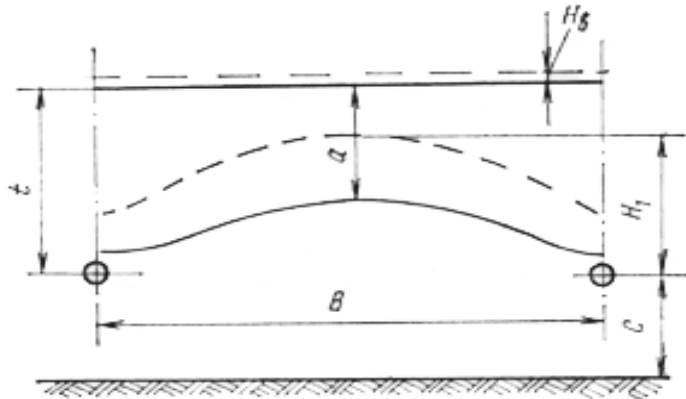


Рисунок 4.1. – Схема определения расстояния между дренами, расположенными выше водоупора

Необходимые расстояния (м) между несовершенными дренами для установившегося режима их работы находят по формулам А. Н. Костякова и С. Ф. Аверьянова:

при $B/T < 3$

$$B = \frac{\pi K H_1}{q \left(2,3 \lg \frac{B}{d} - 1 \right)}, \quad (4.2)$$

при $B/T > 3$

$$B = 2H_1 \sqrt{\frac{K}{q} \left(1 + \frac{2C}{H_1} \right) \alpha}, \quad (4.3)$$

где T – глубина залегания водоупора, м;

h – напор над дренай посередине междренья, м;

d – диаметр дреная, м;

K – коэффициент фильтрации грунта, м/сут;

α – коэффициент висячести, учитывающий степень врезки дренажа в водоносный слой

$$\alpha = 1 / \left(1 + \frac{2C}{B} 2,94 \lambda g \frac{1}{\sin \left[\frac{d}{C} \right]} \right). \quad (4.4)$$

За основной расчетный период принимают весенний. После окончания снеготаяния к началу полевых работ осушительная сеть должна понизить уровни грунтовых вод до тре-

буемой нормы осушения. Продолжительность этого периода 10...15 сут.

Осушительная сеть работает, как правило, в неустановившемся режиме, то есть приток воды к дренам и напор над дренами изменяются во времени и зависимости от количества выпадающих осадков и испарения. На практике все расчеты проводят по формулам, полученным для установившегося режима. Значения интенсивности притока q напора h берут средние за рассматриваемый период.

Расчетный приток воды в осушительную сеть за весенний период определяют на основе водного баланса:

$$W = H_{\text{в}} + \mu\alpha + P - E, \quad (4.5)$$

где W – слой воды, который необходимо отвести дренажем, м;

$H_{\text{в}}$ – слой воды, оставшейся на поверхности почвы после схода снега или выпадения осадков, приближенно $H_{\text{в}} = 0,01 \dots 0,02$ м;

μ – коэффициент водоотдачи грунта;

α – требуемая норма осушения;

P – количество осадков за рассматриваемый период, м;

E – испарение за рассматриваемый период, м.

Средняя за весенний период интенсивность отвода воды (м/сут) осушительной сетью:

$$q = W/t, \quad (4.6)$$

где t – продолжительность расчетного периода, сут.

Напор над дренами в течение весеннего периода значительно изменяется – в начале периода почва полностью насыщена водой и уровень грунтовых вод близок к поверхности почвы, в конце периода грунтовые воды должны опуститься до требуемой нормы осушения. Средний за этот период напор:

$$h = H - 0,6\alpha, \quad (4.7)$$

где H – глубина заложения дренажа, м.

Приведенные формулы можно использовать и для расчетов расстояний между открытыми каналами. При этом условный диаметр дрены

$$d = 0,5 v_{\text{к}} + h_{\text{к}}, \quad (4.8)$$

где $v_{\text{к}}$ – ширина канала по дну, м;

$h_{\text{к}}$ – глубина воды в канале, м.

Расстояние между дренами рекомендуется принимать: глина тяжелая ...легкая – 8...15; суглинок тяжелый...легкий – 15...25; супесь – 25...30; песок – 30...50; торф – 20...40 м. Для лугопастбищных угодий к приведенным значениям необходимо добавлять 5...10 м.

Длина дрен принимается от 200 м (при среднем уклоне местности до 0,005) и до 300 м, (при уклоне более 0,005). Длина коллекторов: максимальная – 1200 м, оптимальная – 600...800 м. Менее 50 м дрены и коллекторы устраивать не рекомендуется, исключением являются частные огороды, садовые участки и фермерские сельскохозяйственные угодья. Оптимальный уклон дренажа – 0,005...0,015. Минимально допустимый – 0,002.

Диаметры дрен d и коллекторов назначают с некоторым запасом, считая их поперечное сечение полностью заполненным водой. Осушительные дрены обычно принимаются постоянного диаметра (для гончарного дренажа $d=5$ см). Диаметры закрытых коллекторов устанавливают по формулам равномерного движения жидкости, в зависимости от расхода воды Q (л/с), поступающего в него

$$Q = q_{др}F, \quad (4.9)$$

где $q_{др}$ – модуль дренажного стока (для Беларуси в среднем равен 0,6 л/с. Га);

F – площадь осушения (водосбора) обслуживаемая коллектором, га.

При этом площадь живого сечения ω и смоченный периметр χ для коллекторов из труб принимают равными соответственно $\omega = \pi d^2/4$ и $\chi = \pi d$.

По степени покрытия осушаемой площади, как открытая регулирующая сеть, так и закрытый дренаж может быть систематическим, разреженным и выборочным. При систематическом дренаже дрены более или менее равномерно распределены по осушаемой территории с приведенными выше расстояниями между ними. В разреженном дренаже расстояние между дренами принимают в 1,5...2 раза больше рекомендуемых для данных условий, что снижает его стоимость, но для достижения необходимого гидрологического действия материальный дренаж часто дополняют нематериальным (кратовым или щелевым). В этом случае его называют комбинированным. Выборочный дренаж проводят только по тальвегам, вымоинам, замкнутым понижениям местности и другим участкам с повышенной увлажненностью.

2.2. Виды дренажа, условия его применения

1. Керамический дренаж. Керамические дренажные трубки выполняют из глиняных, хорошо обожженных труб правильной цилиндрической формы. Их изготавливают с внутренним диаметром 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 и 250 мм длиной 333 мм, а трубы диаметром более 100 мм – длиной 500 мм.

Осушительные дрены устраивают из труб диаметром 50-75 мм, коллекторы – из труб больших диаметров.

Для укладки труб сначала отрывают траншею глубиной, равной глубине закладки дренажа. Ширина такой траншеи определяется шириной дреноукладчика или экскаватора. Осушительным дренам придают уклон не менее 0,003 и не более 0,01. Укладку ведут сверху вниз по уклону.

На разжиженных грунтах, в пlyingунах и торфяниках керамические трубы укладывают на предварительно проложенные подкладки из теса или горбылей. Чтобы дрены не заилились, зазоры между трубами обкладывают защитно-фильтрующим материалом.

Для обеспечения достаточной пропускной способности и предотвращения заиливания скорость движения воды в дренах должна быть не менее 0,25 м/с в минеральных тяжелых глинистых грунтах и торфе, 0,4 м/с в легких песчаных почвогрунтах. Максимальная скорость воды в дренах не должна превышать 1 м/с, так как при больших скоростях возможен размыв грунта в стыках дрен.

2. Пластмассовый дренаж. Пластмассовые дренажные трубки устраивают из поливинилхлоридных или полиэтиленовых труб. Их выпускают диаметрами 50, 63, 75, 90, 110 и 125 мм в виде отрезков труб длиной 3-6 м или в виде ленты длиной 200-400 м, намотанной в бухтах. Водоприемные отверстия выполняют в виде щелей длиной 25-30 мм и шириной 0,4-0,6 мм и равномерно располагают по контуру либо в виде округлых отверстий.

Достоинство пластмассового дренажа – трубы легки и транспортабельны, процесс укладки легче поддается механизации; недостатки – относительно высокая стоимость материала, хрупкость труб из поливинилхлорида при низких температурах, склонность к химическому заиливанию. Повышенная стоимость полиэтиленовых труб на дренажных системах компенсируется снижением стоимости их укладки.

На торфяных и тяжелых глинистых почвах на пашне и пастбищах пластмассовый дренаж заключают на глубину 0,9-1,1 м, на лугах – 0,8-1,0 м. Расстояние между осушительными дренами назначают в зависимости от водно-физических свойств почв осушенной территории. Длина коллектора допускается не более 600 м и только при больших уклонах – до 1000 м. Оптимальный уклон коллекторов – 0,008-0,015, наименьший – 0,002.

3. Кротовый дренаж. Его применяют на торфяных и тяжелых глинистых почвах в сочетании с керамическим, полиэтиленовым дренажем и открытыми каналами. Он способствует разрыхлению и повышению водопроницаемости почв. Кротовые дрены отводят излишнюю влагу во влажные периоды года, в засушливую пору они бывают пустыми.

Летом в дневное время температура воздуха на поверхности почвы всегда выше температуры слоя почвы, в котором проложены кротовые дрены. Под влиянием разности температур возникает движение воздуха в дренах, что усиливает аэрацию верхних слоев почвы. Теплый атмосферный воздух приземного слоя, содержащий много влаги, попадая в дренах, охлаждается, и часть водяных паров конденсируется и осажается на стенках дрен. Влажность почвы в зоне кротового дренажа повышается. Вследствие этого влажность кротованных земель во влажные периоды года бывает ниже, а в сухие периоды выше влажности некротованных. Таким образом, кротовый дренаж является хорошим регулятором водного и воздушного режимов торфяных и тяжелых по механическому составу почв. Действие кротовых дрен сохраняется в течение 3-4 лет.

Кротовый дренаж нарезают специальной кротодренажной машиной Д-657. На торфяных почвах стенки кротового дренажа обычно не закрепляют, на малоустойчивых – кре-

пят следующим образом: при нарезке в кротовые дрены вводят смесь хорошо разложившегося торфа с раствором сульфата железа, которая проникает в грунт по периметру дрены; закрепляют периметр кротовых дрен цементным раствором.

4. Щелевой дренаж.

На слаборазложившихся торфяных почвах с наличием корней и пней устройство кротового дренажа затруднено, поэтому на таких участках нарезают щелевые дрены. Длина щелевых дрен может достигать 300 м. Расстояние между ними в плотных торфяниках принимают 20-40 м, на торфяниках пониженной устойчивости и сильно переувлажненных – 15-25 м. Срок действия щелевых дрен в торфяных грунтах 4-6 лет.

Щелевой дренаж, как и кротовый, работает круглый год. Во влажные периоды года он отводит излишнюю гравитационную влагу из корнеобитаемого слоя почвы, в засушливые – за счет конденсации парообразной влаги повышает влажность почвы.

2.3 Гидротехнические сооружения на закрытых осушительных системах

Чтобы мелиоративная сеть функционировала эффективно, она оснащается необходимыми гидротехническими сооружениями. Эти сооружения предназначаются в первую очередь для регулирования водного режима, а также попользуются для перемещения техники (в качестве мостовых переходов через водотоки), перегона скота через водные преграды, обеспечения устойчивой работы элементов мелиоративной системы, рекреационных целей и др.

По своему назначению гидротехнические сооружения можно разделить на следующие группы. В первую группу включают сооружения, которые необходимы для сопряжения водотоков. К ним относят дренажные устья, воронки стока, колодцы-поглотители, быстротоки, перепады и др. Вторую группу составляют сооружения, с помощью которых обеспечивается проезд техники, прогон скота, переход людей через каналы. Это – мосты, трубы-переезды, броды, скотопрогоны, пешеходные мосты. Третья группа представляет сооружения, которые позволяют регулировать уровни воды в каналах – шлюзы-регуляторы, колодцы с регулирующими устройствами, водоприемные колодцы. К четвертой можно отнести средства крепления каналов от размыва и деформаций: хворостяной канат, плетневую (хворостяную) стенку, щиты из досок, одерновку, бетонные и железобетонные покрытия, посев трав, биоковры и др. И наконец в пятую группу сооружений относят эксплуатационные и рекреационные сооружения – наблюдательные колодцы, гидрометрические створы, береговую обстановку, водоемы копани, пляжи, места отдыха населения.

Некоторые сооружения могут выполнять несколько функций. Например, труба-регулятор может использоваться одновременно для регулирования уровней воды в водотоке и служить переездным средством. Водоем-копань может принимать воду с осушаемых полей и выполнять функцию экологической ниши. Наличие на мелиоративных системах достаточной сети дорог позволяет уменьшить транспортные расходы, рационально использовать технику и энергоресурсы. Дороги при проектировании увязываются с про-

водящей сетью, водоприемником и другими сооружениями, границами землепользователей и полей севооборотов. Дороги должны иметь связь с основными транспортными магистралями. Вид дорог и их конструкция принимаются в соответствии с действующими строительными нормами и правилами.

Ниже рассматриваются только наиболее распространенные сооружения, применяемые на гидромелиоративных системах.

Дренажные устья. Эти сооружения предназначены для сопряжения закрытой проводящей сети с открытой. Дренажное устье представляет собой укрепленный оголовок, позволяющий сбросить воду из закрытой осушительной сети в открытый водоток. Большое распространение получило устье, которое выполняется из однотипных лотковых секций. Достоинством этой конструкции является то, что дренажное устье собирается из лотков одного вида. На дно траншеи укладывается лоток, а сверху он накрывается таким же. Под выходную часть образовавшейся трубы укладывают аналогичный лоток, который вводится под дно канала. Такое расположение не позволяет перемешаться лотку по откосу даже при его деформациях. Если длины одной секции на откосе недостаточно, укладывают вторую. Поскольку лотки имеют конусность, верхний лоток заклинивается в нижнем, обеспечивая надежное сопряжение. На тяжелых почвах под лотки целесообразно устраивать песчаную подсыпку. Откос канала по 1 м в обе стороны от оси устья и по берме укрепляется одерновкой или биоковрами, а дно канала – щебенкой или местным материалом (камнем). Коллекторная труба вводится в устье до касания свода лотка. В связи с тем, что устье по длине имеет переменное сечение, в него можно вводить трубы различного размера. Место соединения трубы проводящей сети с блоками устья обкладывается защитно-фильтрующим материалом и цементируется. Устраивать устья в торфяных грунтах нежелательно, так как при неодинаковой осадке торфяной залежи под действием разных нагрузок возможны деформации узла сопряжения и сбои в функционировании устья. На практике применяют также дренажные устья из асбестоцементных пластмассовых труб со специальными креплениями.

Смотровые колодцы. Смотровые колодцы необходимы для наблюдения за работой закрытой сети. Их устраивают при соединении в одной точке трех и более закрытых проводящих линий, а также при уменьшении уклона закрытой линии с большего на меньший более чем в 3 раза. На длинных линиях с малыми уклонами смотровые колодцы устанавливают через 400 – 500 м по длине. Смотровые колодцы могут быть с перепадом. Такие конструкции предусматривают в случаях, когда у проводящих линий может резко измениться глубина, обусловленная изменением рельефа местности. Для сбора попадающих твердых частиц в смотровом колодце устраивается отстойная часть. Смотровые колодцы проектируют открытыми и закрытыми. Открытые – это колодцы, оголовок которых возвышается над поверхностью земли. Закрытые (потайные) колодцы устраивают под слоем грунта. Минимальный слой грунта над крышкой колодца должен быть не меньше 0,9 м, чтобы не повредить сооружение при проведении глубокого рыхления. В большинстве

случаев смотровые колодцы устраивают из железобетонных колец с минимальным диаметром 1,0 м. Такой размер позволяет легко проводить очистку от наносов и внутренние ремонты сооружения. Однако не исключается применение других видов колодцев. Например, в ряде случаев (при небольших расходах воды, не суффозионных грунтах) с успехом могут функционировать колодцы из асбестоцементных, пластмассовых или железобетонных труб диаметром менее 1 м. Как и для других сооружений, для изготовления колодцев необходимо применять наиболее доступные и дешевые материалы.

Колодцы-поглотители. По конструкции сооружение несколько похоже на смотровой колодец. Однако различаются они между собой не только по назначению, но и по некоторым конструктивным элементам. В последние годы колодцы-поглотители устраивают из полиэтиленовых труб, которые перфорируют круглыми отверстиями и сверху покрывают фильтрами.

Колодец-поглотитель работает следующим образом, вода с местного водосбора собирается в искусственном понижении вокруг колодца. Здесь уровень поднимается до верхнего края колодца, и вода перетекает вовнутрь. Оттуда по отводящему коллектору она удаляется за пределы мелиорируемого объекта

Для того чтобы можно было также отводить грунтовые воды, в стенках колодца устраивают водоприемные отверстия, которые защищают фильтрами. Колодец обсыпают хорошо водопроницаемым материалом.

Устройства для регулирования уровней воды предназначены для задержания стока воды на закрытых водотоках с целью регулирования уровней грунтовых вод. Заслуживают внимания автоматические регуляторы.

Поплавковый регулятор уровня воды с гибким клапаном устанавливается в железобетонном колодце (рис. 4.2).

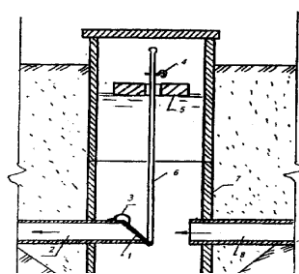


Рисунок 4.2.— Регулятор уровня воды в смотровом колодце:
1 – гибкий клапан; 2 – отводящий коллектор; 3 – шарнир; 4 – фиксатор;
5 – поплавок; 6 – шток; 7 – колодец; 8 – подводящий коллектор

Уровень воды задается установкой фиксатора на штоке регулятора. Вместе с подъемом воды поднимается поплавок. Как только он достигает фиксатора, шток открывает гибкий клапан, установленный на отводящем коллекторе; и вода из колодца уходит в образовавшееся отверстие. По мере понижения уровня воды в колодце поплавок также перемещается вниз по штоку. Шток под своей тяжестью вновь закрывает коллектор, и цикл

повторяется.

Виды крепления откосов и дна каналов. Если расчетная скорость движения воды в канале превышает размывающую, то прибегают к его креплению. В первую очередь для этой цели используют местные строительные материалы – камень, хворост, жерди и только в особых случаях целесообразно устраивать крепления из железобетонных плит. К таким случаям относят участки на открытых каналах у гидротехнических сооружений: труб-переездов, шлюзов-регуляторов и др. При выборе крепления необходимо проводить их сравнение и подбирать надежный и эффективный материал.

Крепление откосов канала осуществляют либо хворостяным канатом, либо крепят плетневой стенкой. Длина кольев для минеральных грунтов должна быть не менее 0,6 – 0,8 м. При креплении каналов в торфах целесообразно, чтобы колья проходили всю торфяную залежь и заглублялись в подстилающий минеральный грунт. Диаметр кольев 5 – 7 см. Расстояние между копиями в ряду должно быть 0,5 м. Крепление следует заглублять под дно канала не менее чем на 5 см, так как после придания каналу проектных размеров возможен вымыв разжиженного грунта. За креплением укладывают дернину травой к хворосту. Она необходима для предотвращения вымыва частиц грунта сквозь хворост и заиливания канала.

С целью повышения производительности труда и снижения стоимости крепления откосов каналов принимают посев трав. Для этого на откосы наносят растительный грунт слоем до 5 см и вносят минеральные удобрения. Для нижней части откосов каналов на почвах среднего гранулометрического состава применяют следующие травы: канареечник (10 кг на 1 га), костер безостый (15 кг/га), лисохвост луговой (10 кг/га), мятлик болотный (5 кг/га) и их травосмеси. Травосмесь для верхней части откоса обычно рекомендуется в составе клевера белого (5 кг/га), костреца безостого и лисохвоста лугового (по 10 кг/га), полевицы белой и овсяницы красной, тимофеевки по 5 кг/га.

Посев трав проводят в летнее время с мая по август с таким расчетом, чтобы к зиме на откосах образовалась дернина. В засушливое время организуют полив откосов для ускорения прорастания семян трав. При креплении откосов каналов применяют также гидропосев трав. Для этого готовится смесь трав, удобрений и воды. В состав гидросмеси может входить тимофеевка луговая, овсяница красная, райграс пастбищный, мятлик луговой, кострец безостый и клевер красный – всего 45 кг/га. Из удобрений в смесь обычно включают аммиачную селитру, хлористый калий, суперфосфат и др.

Иногда одерновка откосов не может быть заменена гидропосевом трав даже, несмотря на то, что она в 10 – 12 раз дороже, экологически не безвредна, трудно поддается механизации. Этот тип крепления в определенных условиях незаменим.

Биоковер представляет собой два тонких полотна (на синтетической или органической основе), скрепленные специальными клеящими веществами, с семенами многолетних трав между ними. Материал выпускается как продукт, способный к биологическому разложению, полуразложению или на неразлагаемой основе, в виде полотен шириной от 1 до

2 м. Поставляется в рулонах длиной 60 метров. Биополотно на полуразлагаемой и неразлагаемой основах применяется в основном для закрепления земляных сооружений, эксплуатируемых в течение длительного времени. Биополотно на органической основе способно к полному разложению и служит питательной средой для растений. Оно рассчитано в основном на озеленение городов и поселков.

Биоковры на неразлагаемой основе сохраняются более трех лет. Этого вполне достаточно для образования мощного травяного покрова» надежно защищающего откосы от ветровой и водной эрозии. Биоковер на разлагаемой основе при разложении сохраняет незначительный остаток в виде паутинообразной сетки. Испытание биополотна показали его полную безвредность для флоры и фауны. Оно предотвращает перенос радионуклидов из почвенного слоя через дернину.

Мосты строят на открытых каналах с расходами более 2,5 м³/с, а трубы-переезды – с менее 2,5 м³/с.

Сопрягающие сооружения (перепады, быстротоки) применяют при недопустимых на размыв уклонах дна каналов.

Шлюзы-регуляторы и трубчатые регуляторы-переезды служат для создания требуемого влажностного режима почвы на прилегающих землях путем регулирования уровней воды в каналах и реках-водоприемниках.

Оградительные дамбы (затопляемые и незатопляемые) – служат для защиты осушаемых земель в поймах от разлива рек, на польдерных системах осушения).

На осушительных системах устраивается также *эксплуатационная сеть* (*наблюдательные колодцы, гидрометрические посты*), *природоохранные сооружения и устройства*, применяемые для охраны естественного ландшафта, рекреационного и других видов несельскохозяйственного использования земель, видового обогащения сельских ландшафтов, борьбы с эрозией почв (мосты и переходы для диких животных, памятники природы, заказники, гидротехнические противоэрозионные сооружения и др.).

Дороги на осушаемой территории. Нормальное функционирование осушительной системы и эффективное использование осушаемых земель возможны только при наличии дорог. По своему назначению дороги делятся на следующие: межхозяйственные; внутрихозяйственные, соединяющие центральную усадьбу с межхозяйственными дорогами; эксплуатационные, обеспечивающие осмотр, уход и ремонт осушительной системы и вывоз сельскохозяйственной продукции; полевые, соединяющие отдельные поля севооборота с основными эксплуатационными, внутрихозяйственными и межхозяйственными дорогами, предназначенные для вывоза урожая с полей, развозки удобрений, проезда сельскохозяйственной техники.

Расположение дорог, особенно внутрихозяйственных, должно быть увязано с расположением осушительной сети, а их протяженность – по возможности минимальной.

На территории, осушаемой открытыми каналами, дороги проводят вдоль крупных каналов (по наиболее осушенным местам), а также на каждом участке между каналами. Если

дороги не проходят вдоль проводящего канала, ее трассу осушают двумя параллельными каналами, нарезаемые с обеих ее сторон, шириной 1...1,2м. Ширину дорог принимают не менее 7 м, чтобы обеспечить проезд сельскохозяйственных машин и агрегатов. Полотна крупных дорог укрепляют гравием, щебнем и др.

На минеральных почвах дороги отсыпают из грунтов, взятых из кавальеров каналов, а на торфяниках – из минеральных, лучше песчаных.

Протяженность полевых дорог на 1 км² осушаемой территории допускается на овощных севооборотах 2...2,5 км, полевых – 1...1,4, на сенокосах и пастбищах – 0,5...0,7 км.

Тема 5. Особенности осушения почв в разных условиях

1. Характеристика тяжелых почв

2. Особенности формирования водного режима тяжелых и переуплотненных почв

3. Мероприятия по ускорению поверхностного и внутрисочвенного стоков

3.1 Гидротехнические мероприятия

3.2 Агротехнические мероприятия

1 Характеристика тяжелых почв

По гранулометрическому составу к тяжелым почвам относят те, которые содержат более 40-50% частиц физической глины диаметром менее 0,01 мм. В эту группу почв входят тяжелые суглинки, содержащие 40-50 % частиц диаметром менее 0,01 мм, глины: легкие (50-65%), средние (65-80%) и тяжелые (содержащие более 80% таких частиц). К мелиоративной группе тяжелых почв относят также почвы, которые подстилаются с небольшой глубины (20-50 см) слабоводопроницаемыми породами.

Тяжелые почвы обладают сильной дисперсностью. Они имеют также большую водоудерживающую способность – наименьшая влагоемкость достигает до 40% от объема. В тяжелых почвах практически отсутствует свободная подвижная влага, так как более 50% пор имеет диаметр менее 5 мкм. Значения полной влагоемкости и наименьшей влагоемкости незначительно отличаются друг от друга, и в подпахотных слоях различие составляет всего 7-8%. Поэтому растения в этих почвах страдают от недостатка воздуха.

2 Особенности формирования водного режима тяжелых и переуплотненных почв

Основными типами водного питания тяжелых почв являются атмосферные осадки, а также грунтовые безнапорные воды. В отдельных случаях может быть грунтово-напорное водное питание. Кроме того, тяжелые почвы могут переувлажняться намывными делювиальными водами.

При атмосферном водном питании почвы переувлажняются на плоских водоразделах, где имеет место замедленный сток воды. Поэтому вода накапливается в пахотном слое или на поверхности почвы, вызывая переувлажнение. Грунтовые воды при этом располагаются на больших глубинах и в подпитывании зоны аэрации не участвуют.

Грунтово-напорное водное питание образуется, когда поток грунтовых вод формируется за пределами массива. Проходя по водоносному пласту, защемленному сверху и снизу слабоводопроницаемыми грунтами, вода под напором по капиллярам поднимается в пахотный слой. Дополнительный напор могут также давать подземные воды, имеющие вертикальные восходящие токи.

Грунтовое водное питание тяжелых почв возникает во время оттаивания почвы весной, а также при длительном насыщении ее при снеготаянии и продолжительном выпадении дождей летом. Однако в летний период атмосферные осадки концентрируются в основном на поверхности земли. Из-за низкой водопроницаемости грунтовые воды не всегда успевают сформироваться из-за чрезвычайно малой инфильтрации атмосферных осадков.

Поэтому в отдельные периоды весны и лета может отсутствовать связь между поверхностными и грунтовыми водами.

Делювиальное питание характерно для территорий, на которые поступают поверхностные воды в основном во время снеготаяния. Не успевая профильтроваться в нижние слои, эта вода накапливается в пахотном горизонте.

Участки с западным рельефом, сформировавшимся на лессовидных суглинках, имеют такие же типы водного питания, как глины и суглинки. Однако вследствие сложного рельефа вода концентрируется в замкнутых понижениях

В Республике Беларусь тяжелые почвы занимают 1,4 млн. га. Они характеризуются высоким потенциальным и низким реальным плодородием. Их сельскохозяйственному использованию препятствует переувлажнение весной, осенью, в периоды летних интенсивных осадков.

Тяжелые почвы и почвы на западном рельефе весьма трудно поддаются осушению, поэтому методы и способы осушения инженерного профиля должны иметь комплексный характер и дополняться агрометрическими и другими мероприятиями.

3. Мероприятия по ускорению поверхностного и внутрипочвенного стоков

3.1 Гидротехнические мероприятия

В комплекс сооружений и мероприятий для организации стока и отвода поверхностных вод входят:

– ложбины и воронки стока, колодцы-поглотители, закрытые собиратели с фильтрующей засыпкой траншей, с установкой колонок-поглотителей или засыпкой траншей местами хорошо фильтрующим материалом (для отвода воды из замкнутых понижений в проводящую сеть) или водоемы-копани;

– водоемы-копани (для аккумуляции почвенного и дренажного стока при невозможности или экономической нецелесообразности строительства на объекте открытой проводящей сети);

– планировка поверхности мелиорируемых земель (для предотвращения застаивания поверхностных вод в понижениях местности);

– глубокое рыхление почв среднего и тяжелого гранулометрического состава (для улучшения водно-физических свойств и водно-воздушного режима этих почв) и др.

В данном разделе освещаются особенности проектирования ложбин стока, колодцев-поглотителей, водоемов-копаней, раскрытия западин и понижений, планировки мелиорируемых площадей, агрометрических мероприятий.

Ложбины стока прокладываются по наиболее низким элементам рельефа. Максимальная глубина ложбин 0,6 м, минимальная – 0,2 м, уклон более 0,002. Заложение откосов не менее 1:10, уклон дна – не менее 1,0%, длина не более 400 м (при $i = 0,002 \dots 0,001$ не более 200 м).

Засеваемые ложбины в процессе эксплуатации мелиорируемых земель должны восстанавливаться силами землепользователей через каждые 4...5 лет. При устройстве лож-

бин стока предусматриваются мероприятия по сохранению гумусового слоя.

При проектировании западных ложбин гидравлического расчета не требуется, а по тальвеговым ложбинам они приводятся при $Q^{10\%}$ более $0,05 \text{ м}^3/\text{с}$ и уклоне более $0,05$.

Колодцы-поглотители желателно размещать по границам полей севооборотов, дорог, опор линий электропередач, чтобы не создавать помех при обработке мелиорируемых земель. Поверхность земли вокруг колодца срезается с таким расчетом, чтобы образовалось воронкообразное понижение в форме усеченного конуса с глубиной у стен колодца $0,25 \dots 0,3 \text{ м}$.

Для отвода воды из колодца-поглотителя необходимо предусматривать автономные коллекторы. Количество колодцев и колонок-поглотителей зависит от расчетного объема стока весеннего половодья и допустимого времени застоя воды на поверхности ($10 \dots 15$ сут).

Водоемы-копани сооружаются в качестве водоприемников для сброса поверхностного и дренажного стока главным образом при осушении земель с западным рельефом, а также для аккумуляции воды для противопожарных и бытовых нужд, отдыха, а также как природоохранные объекты.

Местоположение водоемов-копаней следует назначать с учетом комплексного использования водоемов, вблизи населенных пунктов, дорог, границ полей севооборотов.

Наиболее приемлемая форма водоема-копани в плане – прямоугольная. Длинную сторону водоема необходимо расположить в направлении вспашки полей. Может быть и овально-криволинейная, круглая и т.д. Форму водоема следует принимать в соответствии с формой понижения с целью уменьшения объема земляных работ при отрывке. Крепление откосов, как правило, осуществляется посевом трав. Для предохранения размыва откосов поверхностными водами по периметру водоема устраиваются ловчие канавки с воронками стока в понижениях рельефа, закрепленные сплошной одерновкой. По берегам водоема-копаней организуются природоохранные прибрежные полосы и водоохранные зоны шириной не менее 20 м .

Глубина водоемов-копаней должна быть не более $3 \dots 3,5 \text{ м}$ исходя из усложнения технологии производства работ. Рассчитывают его на объем весеннего стока 10% обеспеченности.

Ликвидация (раскрытие) западин и понижений. Западины глубиной менее $0,15 \text{ м}$ и площадью менее $0,03 \text{ га}$ засыпают в процессе планировки длиннобазовым планировщиком. При большей площади предусматривается их засыпка привозным грунтом или отвод воды из западин дренажем с фильтрующей засыпкой или установкой колонок-поглотителей.

Глубокие сильно обвалуненные болотные и минеральные заболоченные замкнутые понижения, покрытые древесно-кустарниковой растительностью, рекомендуется оставлять в естественном состоянии в качестве водоохранных и природоохранных объектов.

Планировка мелиорируемых земель подразделяется на строительную, послеосадоч-

ную и эксплуатационную.

Строительная планировка включает снятие и буртование растительного слоя с последующей подвижкой его на спланированную площадь, засыпку старых ликвидируемых каналов, карьеров, ям, староречий; засыпку понижений, разравнивание кавальеров; выравнивание поверхности и т.д.

Послеосадочная планировка производится через 1...2 года после строительной и включает вспашку и разделку пласта, ликвидацию просадок, выравнивание поверхности.

Эксплуатационная планировка выполняется землепользователями ежегодно в качестве завершающей операции предпосевной обработки почвы

Для планировки земельных площадей применяют бульдозеры типа Т-130 «М», скреперы типа ДЗ-13А, грейдеры типа А-120.

3.2 Агромелиоративные мероприятия.

Для повышения эффективности гидромелиорации земель и снижения ее стоимости осушение в большинстве случаев дополняют проведением комплекса агромелиоративных мероприятий. В первую очередь эти мероприятия направлены на регулирование водного режима почв и применяются совместно с инженерными методами. Как самостоятельный способ осушения агромелиоративные мероприятия применяют редко, поскольку одними этими мерами не всегда удается достичь желаемого эффекта.

Агромелиоративные мероприятия должны способствовать своевременному отводу избыточных вод с осушаемой территории при ее переувлажнении и в то же время по возможности обеспечить накопление влаги в подпахотных слоях для использования ее сельскохозяйственными культурами в засушливые периоды. По своему действию на водный режим почв агромелиоративные мероприятия подразделяют на следующие группы:

1. Мероприятия, обеспечивающие быстрый отвод избыточной воды по поверхности почвы и частично по пахотному слою. К ним относят устройство ложбин, узкозагонную вспашку, профилирование поверхности почвы, выборочное бороздование, гребневую и грядовую вспашку. Мероприятия этой группы ускоряют просыхание пахотного слоя в ранневесенний период и сокращают период переувлажнения этого слоя после обильных дождей, предохраняя сельскохозяйственные культуры от вымокания.

2. Мероприятия, которые ускоряют отвод избыточной воды по подпахотному слою. К ним относятся кротование и щелевание.

3. Мероприятия, предназначенные для увеличения влагоемкости, создания дополнительных запасов продуктивной влаги в подпахотном слое. Это безотвальное рыхление, разуплотнение пахотного слоя, глубокая вспашка. Такие приемы не только способствуют перераспределению влаги по почвенному профилю, но и ускоряют сброс избыточной воды из верхних почвенных слоев.

Узкозагонную вспашку применяют на сравнительно ровных полях при атмосферном водном питании. Расстояние между бороздами при такой вспашке должно быть 12 – 15 м при уклоне поверхности земли менее 0,002 и 15 – 20 м – при больших уклонах.

Профилирование применяют на безуклонных площадях и формируют нужный профиль поверхности земли путем повторного проведения узкозагонной вспашки загонами той же ширины при неизменном положении свалов и развалов.

Выборочное бороздование применяют на полях с неровным рельефом, имеющим замкнутые (бессточные) понижения. Его выполняют с помощью специальных бороздоделов. При их отсутствии борозды можно делать навесным однокорпусным плугом, а при неглубоких западинах – даже конным орудием или плугом. Глубина борозд достигает 25 – 30 см. Борозды выводят в открытые каналы. Бороздование проводят после вспашки (при подъеме зяби) или сразу же после посева озимых или яровых культур. Направляют борозды от канала вверх по уклону местности.

Гребневание почвы рекомендуется для пропашных культур на безуклонных полях с тяжелыми суглинками, имеющими низкую водопроницаемость. Гребневание заключается в создании гребней с чередованием борозд. Расстояние между гребнями составляет 0,7 м. Межгребневые борозды углубляют при каждой очередной междурядной обработке пропашных культур. После завершения последней обработки нарезают поперечные водоотводные борозды и соединяют их с каналами. При этом расчищают пересечения с межгребневыми бороздами. Гребневую вспашку чаще всего проводят весной при предпосевной обработке почвы

Грядование аналогично гребневанию с той лишь разницей, что расстояние между бороздами при грядовании увеличивается вдвое и составляет 1,4 м.

Кротование представляет собой систему подпочвенных полостей – кротовин, проходящих параллельно друг другу через 1 – 2 м на глубине 35 – 40 см. Кротование проводят поперек расположения закрытых линий материального дренажа. Такая сеть обеспечивает мощную гидравлическую связь пахотного слоя с закрытой сетью, позволяет быстро отводить избыток воды по подпахотному слою и к тому же способствует аккумуляции влаги в нем.

Для нарезки кротовин глубиной до 1,2 м используют прицепные кротодренажные устройства ДК-2, Д-659А или кротовые машины ДНК-2, ДК-80(100), представляющие собой вертикальный нож, на нижнем конце которого имеется специальное расширение или дренир диаметром 5 – 7 см. Кротование применяют на кротоустойчивых тяжелых почвах, а также на торфяно-болотных.

Одним из наиболее распространенных агромероприятий в Беларуси является глубокое рыхление подпахотного слоя. Глубокое рыхление почв проводят на полях, где имеется закрытая осушительная сеть. С помощью глубокого рыхления изменяются водно-физические характеристики почв и их водный режим. Этот прием позволяет снизить объемную массу подпахотных слоев в среднем на 10%, а в первый год проведения этого мероприятия она уменьшается на 20%. Порозность и полная влагоемкость соответственно возрастают. При глубоком рыхлении увеличиваются водопроницаемость почвы и объем дренажного стока. В начальный период после рыхления водопроницаемость пахот-

ного слоя увеличивается в 2 – 4 раза, а подпахотного на глубине 50 см – более чем в 25 раз. Однако со временем это влияние затухает. Уже через три-четыре года водопроницаемость приближается к исходной.

Глубокое рыхление заметно повышает осушительное действие закрытой сети, увеличивая объем стока и уменьшая продолжительность подтопления корнеобитаемого слоя. В зависимости от водности теплого сезона года подтопление почвы сокращается на 6 – 25 суток. Улучшение водно-физических свойств почвы и повышение приточности к дренажу приводят к более благоприятному перераспределению влаги по всему разрыхляемому слою. В летние засушливые периоды подпахотный слой, как правило, на 5 – 10% содержит больше влаги, чем в варианте без рыхления. Такое воздействие глубокого рыхления на почву позволяет увеличить расстояние между регулирующей сетью, не снижая эффекта осушения. Вместе с тем следует отметить, что глубокое рыхление почв не всегда эффективно без устройства закрытой сети.

Минеральные почвы, особенно тяжелого гранулометрического состава, в результате многократной их обработки сельскохозяйственной техникой подвергаются уплотнению. Различают первичное (естественно-генетическое) и вторичное (искусственное) уплотнение. Первичное уплотнение почвы уменьшает осушительное действие закрытой сети, снижает плодородие почвы. Для уплотненных почв характерны высокая набухаемость, появление трещин при высыхании, малая водо- и воздухопроницаемость, ухудшение водно-физических свойств, слабая микробиологическая активность и высокое сопротивление при обработке.

Вторичному уплотнению наиболее подвержены тяжелые и средние почвы, продолжительное время находящиеся в сельскохозяйственном использовании. Вторичное уплотнение почвенной структуры также увеличивает массу твердой фракции (объемную массу), уменьшает водо- и воздухопроницаемость, в результате чего снижается осушительное действие закрытых систем и падает плодородие почвы. Одновременно с этим повышается сопротивляемость обработке почвы.

Причины, вызывающие вторичное уплотнение почв, делят на три группы биологические, химические и механические. Особое место среди них занимают механические. В их число входят увеличение численности операций при обработке полей, особенно при повышенной влажности, а также применение тяжелой сельскохозяйственной техники.

Для повышения эффективности плодородия уплотненных почв и улучшения условий их обработки требуется проведение мероприятий по их разуплотнению. Почвы первичного уплотнения, если они были переувлажнены, осушают традиционными способами с добавлением ранее перечисленных агроメリоративных мероприятий.

При вторичном уплотнении необходимы дополнительные меры. В их состав входят формирование оптимальной структуры посевных площадей с повышением доли многолетних трав, внесение повышенных доз органических удобрений, глубокая обработка почвы, ограничение непроизводительных перемещений техники, правильный выбор ме-

ханизмов для производства полевых работ. В дополнение к этим приемам рекомендуется глубокое рыхление уплотненной части почвенного профиля.

Тема 6. Специальные виды осушения и осушительно-увлажнительные системы

1. Специальные виды осушения.

- 1.1. Пойменные, затопляемые и подтопляемые почвы как объект мелиорации.*
- 1.2. Пolderные системы, их элементы. Режим работы пolderных систем*
- 1.3. Вертикальный дренаж.*

2. Осушительно-увлажнительные системы.

- 2.1. Методы и способы увлажнения осушенных почв.*
- 2.2. Особенности и условия применения осушительно-увлажнительных систем.*

1. Специальные виды осушения

1.1. Пойменные, затопляемые и подтопляемые почвы как объект

Поймы рек, затапливаемые весенними тальми водами, являются ценными сельскохозяйственными угодьями и служат хорошей базой для обеспечения животноводства травяными кормами. Однако, многие поймы рек, особенно на Полесье, не используются в полной мере вследствие длительного затопления и произрастания на пойме малоценных видов трав. При этом значительные площади пойм и других затапливаемых территорий заносятся рыхлопесчаными отложениями, которые существенно снижают плодородие пойменных земель. Поэтому луга на естественной пойме часто требуют коренного улучшения, проведения комплекса мероприятий, включающих осушение отдельных участков поймы и защиту их от затопления.

Мелиорация таких участков должна решить следующие основные задачи: упорядочить режим затопления пойм полыми водами по длительности и равномерности, а также отрегулировать количество и качество наносов, поступающих на пойму с полыми водами. После прохождения паводков на поймах необходимо поддерживать водный режим, требуемый для растений и проведения полевых сельскохозяйственных работ.

Водный режим в период вегетации в значительной степени обуславливается метеорологическими условиями. Если с весны после половодья пойменные почвы и растения почти всегда обеспечены влагой, то в засушливые периоды (летом) они могут испытывать ее недостаток. Это приводит к снижению продуктивности лугов и неустойчивости обеспечения скота травяными кормами.

Для обоснования мелиорации поймы необходимо установить причины, обуславливающие формирование неудовлетворительного водного режима, определить условия заболачивания, типы водного питания, состояние водоприемника и возможность использования его как водоисточника для увлажнения, а также ряд показателей, характеризующих природные условия.

2. Пolderные системы, их состав и схемы. Режим работы пolderных систем

Для защиты от затопления водой при разливах рек и озер в период половодья и паводков применяют: обвалование – ограждение дамбами (валами), регулирование русла и разгрузку рек (мероприятия на водосборном бассейне, сооружение водохранилищ, переброска части стока в бассейн другой реки и т.д.). Нестроительные противопаводковые ме-

роприятия включают, размещение строений и посевов ценных культур вне затопляемых земель, своевременный прогноз паводков, извещение о них с эвакуацией населения из зоны затопления и страхование посевов.

На практике для регулирования продолжительности затопления пойм и низменностей могут применяться польдерные мелиоративные системы. Польдерная мелиоративная система представляет собой совокупность гидромелиоративных сооружений, предназначенных для регулирования водного режима на периодически или постоянно затапливаемых землях. Отличительным элементом польдерной системы являются дамбы обвалования.

По способу удаления воды с осушаемых земель польдерные системы подразделяются на системы с машинным водоотведением и самотечные. Обязательным элементом польдерных систем с машинным водоотведением является насосная станция, с помощью которой собираемые избыточные воды перекачиваются за дамбы обвалования в водоприемник. На самотечных польдерных системах водоподъемные устройства отсутствуют.

В зависимости от схемы расположения дамб обвалования польдерные системы делят на незамкнутые и замкнутые. У незамкнутых польдеров дамбы обвалования своими концами сопрягаются с повышенными элементами рельефа, которые служат естественной преградой от затопления. Замкнутые дамбы образуют замкнутый контур.

Польдерные системы в зависимости от конструкторских решений и обусловленного ими гидрогеологического режима, создаваемого на мелиорируемой территории в соответствии со структурой сельскохозяйственного использования обваловываемых земель, подразделяются на три типа: не затапливаемые (зимние), затапливаемые (летние), затапливаемые с регулируемой длительностью затопления (весенние).

Зимние польдеры ограждаются не затапливаемыми дамбами, которые исключают затопление земель на польдере при максимальных паводках с повторяемостью (обеспеченностью), установленной в зависимости от характера использования земель на польдере. На летних польдерах дамбы обвалования и, естественно, земли на польдере могут затапливаться весенним половодьем, но не затапливаться летне-осенними паводками. Аналогично проектируют и польдеры с регулируемой длительностью затопления (весенние), но здесь дополнительно предусматривается сокращение срока весеннего затопления почвы.

Если на участке проектируют два вида польдеров, например зимний и летний, такой польдер называют совмещенным (комбинированным).

Таким образом, на летнем польдере затопление поверхности почвы и дальнейшее освобождение ее от поверхностных вод происходит в режиме естественного весеннего половодья. Откачка воды насосной станцией производится только для сброса до нормы осушения избыточных вод, оставшихся в понижениях, каналах и почве.

Летние польдеры проектируют при выполнении следующих условий: максимальные уровни летне-осенних паводков ниже весенних половодий; обвалованные земли используют под культуры, допустимая продолжительность весеннего затопления которых боль-

ше фактической; при отсутствии на польдере жилых и производственных построек; с целью сохранения весеннего половодья с экологической точки зрения, например сохранения мест нереста рыб и др.

В свою очередь на весеннем польдере затопление поверхности почвы производится также в естественном режиме половодья, но сброс воды начинается насосной станцией сразу же после выхода из-под воды гребней дамб и водосливов-прорезей по всему периметру ограждения. При этом снижение уровня воды в весеннем польдере предусматривается более интенсивное, чем естественный спад в реке. Это обеспечивает сокращение длительности естественного затопления.

Весенние польдеры рекомендуют проектировать на поймах с длительностью затопления, превышающей допустимое затопление планируемых к возделыванию видов трав. Для рек Белорусского Полесья при использовании засеваемых земель под травы можно применять весенние польдеры, когда продолжительность весеннего затопления 15%-ной обеспеченности превышает 45 суток.

При необходимости дополнительного увлажнения в период вегетации сельскохозяйственных культур, выращиваемых на польдере, проектируются осушительно-увлажнительные или с осушительно-оросительные системы. В целом, конструкция польдерной системы определяется условиями объекта мелиорации, его сельскохозяйственным использованием, требованиями охраны окружающей среды.

Отличительным элементом польдерной системы являются дамбы обвалования. Их необходимо располагать так, чтобы они в минимально возможной степени влияли на водный режим водотока. Для этого на плане намечают несколько вариантов трассировки дамб относительно водоприемника. Для каждого варианта определяют объем работ с учетом требований охраны окружающей среды и проводят технико-экономические расчеты. За окончательный вариант принимают тот, который имеет наименьшие приведенные затраты.

Оградительные дамбы размещают с учетом расположения прирусловых валов и возвышенных участков поймы. Это позволяет уменьшить объемы земляных работ. Расстояние от водоприемника до основания дамбы назначают с учетом требований землепользователей, водопользователей и обеспечения нормального функционирования природных экосистем. Однако во всех случаях это расстояние должно превышать ширину прибрежной водоохранной полосы.

Дамбирование части поймы не должно существенно нарушать режим потока воды в реке при прохождении паводков. Трассируют дамбы по возможности в общем направлении движения паводковых вод.

1.3. Вертикальный дренаж

Вертикальный дренаж – один из способов гидромелиораций, позволяющий оперативно управлять водным режимом почв, экономно расходовать водные ресурсы, автоматизировать процессы регулирования почвенной влагой, как при осушении, так и при

увлажнении.

Осушение вертикальным дренажем осуществляется путем откачки воды насосами из специальных вертикальных колодцев-скважин, заложенных в водоносном слое, или путем самотечного отвода из напорного водоносного слоя. Воду отводят в ближайший искусственный (пруд, водоем, водохранилище) или естественный водоприемник. Вода может использоваться также на увлажнение, орошение и другие хозяйственные нужды с забором непосредственно из скважин или искусственных водоемов-накопителей.

Целесообразность устройства системы вертикального дренажа определяется водохозяйственными и технико-экономическими расчетами на основе разрабатываемых вариантов.

Выбор площадей для проектирования систем вертикального дренажа осуществляется на основании имеющихся гидрогеологических карт района, отчетов по инженерно-геологическим и гидрогеологическим изысканиям и съемок, выполненных на данной и прилегающей территории.

Вертикальный дренаж целесообразен при осушении заболоченных котловин и плоских низменностей, удаленных от водоприемников. Осушение и регулирование грунтовых вод им производится на объектах грунтового и грунтового-напорного водного питания, на постоянно подтапливаемых землях со стороны водоемов и водотоков.

Участки должны быть однородными с песчаными грунтами, торфами любой мощности, супесями и легкими суглинками мощностью до 2 м, развитыми на хорошо водопроницаемых песчаных отложениях. Вертикальный дренаж проектируется при условии мощности водоносного пласта (m) не менее 15 м, при коэффициенте фильтрации (к) более 5 м/сут и проводимости водоносного пласта T более 150 м²/сут.

Технически и экономически вертикальный дренаж эффективен только в том случае, если одна скважина может обеспечить требуемый уровень грунтовых вод на площади не менее 20 га за период откачки 10...15 сут.

Системы вертикального дренажа подразделяются на осушительные и осушительно-оросительные. В состав системы входят: вертикальные скважины с насосно-силовым оборудованием, каналы, трубопроводы, водорегулирующие и переездные сооружения, насосные станции, линии электропередач, пункты и средства управления автоматике, телемеханики и связи. Осушительно-оросительные системы дополнительно включают дождевальные агрегаты, аккумулирующие бассейны и напорные трубопроводы.

Плановое расположение скважин вертикального дренажа необходимо увязывать с геологическим и гидрогеологическим строением, рельефом, границами мелиорируемого участка, применяемой дождевальной техникой, намечаемым сельскохозяйственным использованием мелиорируемых земель.

2. Осушительно-увлажнительные системы

2.1. Методы и способы увлажнения осушенных почв

Целью мелиорации избыточно увлажненных почв является создание в

корнеобитаемом слое почвы оптимального водного режимов для сельскохозяйственной культуры. Добиться этого одним осушением очень трудно, поскольку осушаемые земли Беларуси часто нуждаются в дополнительном увлажнении в засушливые периоды вегетации. Влажность почвы в пахотном слое при засухах уменьшается ниже оптимальных значений, а уровни грунтовых вод снижаются и не обеспечивают растения водой. Для восполнения влаги до требуемого уровня приходится строить системы двустороннего действия, которые позволяют подавать воду растениям, когда в этом возникает потребность, и удаляют ее из корнеобитаемого слоя при ее избытке.

Подать воду в корнеобитаемый слой почвы можно разными методами. Под увлажнением обычно понимают подачу дополнительной влаги растениям по почвенным капиллярам от источника влаги, находящегося в почве. Различают следующие способы увлажнения: внутрпочвенное и подпочвенное. Первый способ реализуется с помощью устройства внутри почвы полостей, по которым подается вода непосредственно к корням растений. В Республике Беларусь большое распространение получило подпочвенное увлажнение. На системах подпочвенного увлажнения вода к растениям подается по капиллярам почвы от уровня грунтовых вод. В Беларуси такие системы построены на площади около 700 тыс. га, или почти на 25% осушаемой территории.

Самой простой реализацией осушительно-увлажнительной системы является *шлюзование* одиночных открытых водотоков (проводящих каналов) и через них – регулирующей сети. Для повышения эффекта увлажнения выполняют также дополнительные мероприятия, способствующие более интенсивному и равномерному увлажнению корнеобитаемого слоя от уровня грунтовых вод.

Под шлюзованием понимают задержание стока и накопление воды в каналах для передачи ее по порам почвы в межканальное пространство и к корням растений. Различают предупредительное и гарантированное шлюзование.

При *предупредительном шлюзовании* сток воды в водотоках задерживают на фазе спада весеннего паводка, стабилизируя уровень воды на отметках, позволяющих вести весенне-полевые работы. С помощью этого приема создается объем воды, который постепенно используется на увлажнение не только в начале весны, но и насколько возможно в период вегетации растений. При предупредительном шлюзовании используются воды, стекающие с водосбора мелиоративного объекта (местный сток).

Гарантированное увлажнение – это поддержание уровня грунтовых вод на заданных отметках с целью регулирования влагозапасов зоны аэрации в соответствии с требованиями растений. Оно осуществляется путем аккумуляции стока с собственного водосбора, а также подачей воды из внешних гарантированных водоисточников. При этом виде увлажнения поддерживается требуемая влагообеспеченность почвы в течение всего вегетационного периода независимо от естественного природного хода элементов водного баланса.

По способу подачи воды в почву гарантированное увлажнение подразделяют на

непрерывное и цикличное. При возможности непрерывной подачи воды стремятся обеспечить расположение уровней грунтовых вод в оптимальном (наиболее безопасном) диапазоне по заранее заданной программе. При циклической подаче воды осуществляется периодическое поднятие уровня грунтовых вод до установленных отметок, соответствующих верхнему оптимальному положению в расчетный период. Циклическую подачу воды можно проводить при увлажнении земель, используемых под сенокосы и пастбища на водооборотных осушительно-увлажнительных системах, а также на системах, расположенных вблизи наливных водохранилищ.

Осушительно-увлажнительные системы можно проектировать при уклонах местности до 0,0005, если в качестве увлажнительной сети используется открытая сеть, и до 0,005, когда предусматривается закрытая сеть. Водопроницаемость грунтов при этом должна быть не менее 0,5 м/сут. При возможности непрерывной подачи воды на увлажнение допускается проектирование осушительно-увлажнительных систем на грунтах с коэффициентом фильтрации менее 0,5 м/сут. Для повышения эффекта при этом применяют агро-мелиоративные мероприятия, повышающие водопроницаемость грунтов.

Повысить эффективность увлажнения почв можно путем установки подпорных устройств на каждом канале (водотоке), если имеется достаточное количество воды для увлажнения. При гарантированном водоисточнике воду для шлюзования можно забирать из выше расположенного водотока (магистрального или ограждающего канала). Такой способ подачи сократит время на заполнение сети водой и позволит оперативнее воздействовать на уровень грунтовых вод.

Более совершенной схемой осушительно-увлажнительной системы является такая, в которой истоки регулирующих элементов объединены водоподводящим каналом или закрытым увлажнительным коллектором. В такой схеме вода непосредственно подается в регулирующую сеть, что уменьшает продолжительность ее подачи к корням растений.

На закрытой сети в качестве подпорного сооружения применяются смотровые колодцы с установкой в них регулирующих устройств (шандоры, автоматические регуляторы уровней воды, другие приспособления для задержания стока воды в закрытой проводящей сети). Если вода в сеть подается из вышерасположенного водотока, в верховье коллектора устанавливают водоприемный колодец.

Во избежание попадания в закрытую сеть мусора и твердых частиц из канала входной оголовок располагают выше дна канала не менее чем на 0,2 м и устраивают сорозадерживающую решетку.

2.2. Особенности и условия применения осушительно-увлажнительных систем

Осушительно-увлажнительные системы удобно применять на равнинных поймах при польдерном осушении земель или на водооборотных системах. Увлажнение почв с помощью закрытой сети даст больший эффект, чем с открытой сетью. На закрытых системах расстояние между дренами-увлажнителями меньше, чем между открытыми каналами. Подаваемая вода из водоприемных отверстий труб сразу поступает в почву и

более равномерно увлажняет ее.

Если увлажнение земель проводится с помощью дождевания, т.е. путем орошения, то параметры осушительной сети должны согласовываться с параметрами принимаемой дождевальной техники. Подземные коммуникации дождевальных систем прокладываются после устройства закрытой сети, т.е. после проведения осушения почв.

Прогрессивным направлением в развитии гидромелиорации является создание *водооборотных систем*. Эти системы наиболее перспективны в экологическом плане, поскольку позволяют задерживать в пределах объекта мелиорации местный сток (в искусственно созданных водохранилищах или прудах) и расходовать его в периоды засухи для увлажнения или орошения. При этом одновременно с накоплением и использованием сбросных вод повторно утилизируются вынесенные из почвы с дренажным стоком химические элементы и биогенные вещества, предотвращается загрязнение природных водных источников удобрениями, пестицидами, гербицидами и пр.

Накопительные емкости для резервирования местного стока обычно создаются или в полувыемке-полунасыпи (при равнинном рельефе), или на повышенных элементах рельефа (при наличии холмов).

Причем, компоновка водооборотной системы достаточно сложна, поскольку необходимо предусмотреть устройство каналов для перехвата вод, фильтрующихся из накопительных емкостей. Общим свойством этих систем является некоторая расточительность электроэнергии, существенны затраты на строительство прудов и насосных станций.

Экологическое совершенствование гидромелиоративных систем с помощью водооборота применимо для всех типов мелиоративных систем, кроме осушительных.

Конструкций водооборотных систем предложено достаточно много. Известны полдерные системы водооборотного типа, дренажно-оросительные водооборотные системы с коллекторами и дренами-накопителями, водооборотные системы с грунтовым водохранилищем и др. Большинство данных систем совмещает осушение с орошением. Для орошения может использоваться любая дождевальная техника.

При конструировании водооборотных систем основное внимание уделяется согласованию расхода воды, потребляемого для орошения, объема местного стока и накопительных емкостей. Для гарантированного регулярного орошения часто возникает необходимость подводить дополнительно воду из водоисточника, поскольку накопленного дренажного стока может быть недостаточно. Расчет водооборотных систем обычно выполняют с помощью графиков наполнения и опорожнения накопителей, с учетом которых определяют капитальные и эксплуатационные затраты.

В целом затраты на охрану природы связаны с разработкой новых элементов мелиоративных систем, которые должны выполнять производственные и природоохранные функции. Рентабельность систем определяется технико-экономическим расчетом с установлением оптимальных параметров.

Тема 7.Орошение сельскохозяйственных культур

1. Общие сведения об орошении.

1.1. Орошение как метод регулирования водного режима почвы.

1.2. Водный режим почвы и его регулирование при орошении.

1.3. Водопотребление сельскохозяйственных культур и методы его определения.

2. Режим орошения сельскохозяйственных культур.

2.1. Элементы режима орошения.

2.2. Поливные и оросительные нормы.

2.3. Графики поливов.

1. Общие сведения об орошении

1.1. Орошение как метод регулирования водного режима почвы

Оросительные мелиорации, как один из основных видов сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций, представляют собой комплекс инженерных, агротехнических, природоохранных и организационных мероприятий, которые обеспечивают оптимальный водный режим в корнеобитаемом слое почвы (испытывающей в естественных условиях недостаток влаги) с целью воспроизводства почвенного плодородия для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Исходя из определения, оросительные мелиорации требуются, прежде всего, в тех регионах, где ощущается постоянный недостаток влаги в естественных условиях

Площадь орошаемых земель в странах мира в последние 200 лет неизменно росла и увеличилась в сотни раз.

Таблица 7.1.– Страны мира с наибольшей площадью орошаемых земель

Страна	Площадь орошаемых земель, тыс. км ²
Индия	558,1
Китай	546,0
США	223,9
Пакистан	182,3
Иран	76,5
Мексика	63,2
Турция	52,2
Таиланд	49,9
Бангладеш	47,3
Россия	46,0
Итого	1845,4

Источник: <https://mygeograph.ru/strany-mira-s-naibolshej-ploshhadyu-oroshaemyx-zemel/>.

Дата доступа: 09.11.2022

Вместе с тем, оросительные мелиорации в последнее время значительно продвинулись на север, «захватив» в том числе и Республику Беларусь. Это объясняется тем, что территорию Беларуси наиболее правильным будет отнести к зоне неустойчивого увлажнения. Осадки выпадают здесь неравномерно, и их часто не хватает для создания

оптимальных условий для растений в отдельные периоды не только засушливых, средних, но и более влажных лет. Периодический недостаток почвенной влаги отрицательно сказывается на продуктивности влаголюбивых сельскохозяйственных культур, особенно возделываемых на минеральных почвах, где от засух урожай овощей и трав снижается иногда в 1,5 – 2 раза.

Целесообразность и эффективность орошения сельскохозяйственных угодий в республике обосновывается положительным производственным опытом применения этого мероприятия как на собственных, так и на соседних территориях (Польша, Германия, Скандинавские страны).

Начало производственного орошения в условиях Беларуси приходится на середину шестидесятых годов. Через тридцать лет (в конце 90-х) в хозяйствах страны оросительные системы имелись на площади более 100 тыс. га. На всей этой площади применялось дождевание. Причем для полива использовались и используются как природные, условно чистые воды, так и сточные воды животноводческих комплексов. Практически было доказано, что интенсификация общественного овощеводства в целом по республике и лугопастбищного хозяйства на легких почвах невозможны без применения оросительных мелиораций.

Среди перечня задач, которые необходимо решить для повышения эффективности орошаемого земледелия, первое место принадлежит правильному выбору объектов для строительства оросительных систем. Выбор объектов орошения в условиях республики необходимо производить в два этапа. На первом в качестве ограничений должны выступать заданные энергетические и материальные ресурсы, необходимые объемы и структура дополнительной сельскохозяйственной продукции, а в качестве критерия сравнения – экономические показатели, например приведенные затраты.

Оросительные мелиорации играют важную роль в увеличении объема сельскохозяйственной продукции. Орошаемые земли, составляя 16 – 17% всех обрабатываемых земель в мире, дают более 50% сельскохозяйственной продукции в денежном выражении.

1.2. Водный режим почвы и его регулирование при орошении

Водный режим корнеобитаемого слоя почвы – это изменение во времени и пространстве (по площади) содержания влаги в корнеобитаемом слое. Оно может выражаться в абсолютных величинах, характеризующих объем ($\text{м}^3/\text{га}$) или слой (мм) имеющихся в почве влагозапасов или их недостаток (дефицит) до некоторого заданного уровня насыщения, а также в относительных единицах или процентах от оптимального для растений или полного насыщения почвы. Водный режим в значительной мере влияет на воздушный и пищевой режимы роста растений, что в конечном итоге определяет ход процессов накопления и разрушения органического вещества, то есть почвенное плодородие и как следствие – урожайность. Водный режим зависит от целого ряда факторов, в том числе климатических (зональный характер увлажненности), метеорологических (состояние по-

годы), рельефных (расположение участка на склоне, в долине или на вершине возвышений), гидрогеологических (уровень стояния грунтовых вод), биологических (тип растительного покрова), физических (свойства почв), хозяйственных (деятельность человека) и т. д.

Водный режим определяется динамикой поступления, распределения и расходования влаги на рассматриваемой площади. Количественным выражением водного режима орошаемой территории, позволяющим оценить соотношение приходных и расходных факторов, является уравнение водного баланса. Это уравнение представляет собой математическую одного из важнейших законов природы – закона сохранения. Не случайно метод водного баланса (совместно с методом теплового баланса) лежит в основе расчета поливных режимов.

В общем случае уравнение водного баланса относительно корнеобитаемого слоя почвы ограниченного участка орошаемой площади можно представить в следующем виде:

$$M = E - P - \Delta W - W_{гр}, \text{ мм}; \quad (7.1)$$

где M – оросительная норма; E – величина водопотребления; ΔW – все влагозапасы; $W_{гр}$ – подпитывание грунтовыми водами.

Все элементы водного баланса обычно исчисляются в миллиметрах слоя или в м^3 , отнесенных к единице площади орошаемой территории.

Интегрирующей характеристикой водного баланса почвы является почвенная влажность (влагозапасы). Под влажностью понимается содержание влаги в заданном слое, выраженное в относительных единицах или в процентах от массы или объема почвы. Растения в процессе многовекового естественного отбора приспособились к колебаниям почвенной влажности в течение вегетации и почти не реагируют на них снижением водопотребления и урожая, если эти колебания происходят в диапазоне, ограниченном верхним и нижним биологически оптимальными пределами.

Данный факт выявлен давно и к настоящему времени практически для всех сельскохозяйственных культур определены как верхняя, так и нижняя границы оптимальной влажности в корнеобитаемом слое почвы. Эти границы могут изменяться для одного и того же растения во времени и зависят главным образом от фазы развития, гранулометрического и химического состава почвы, сложения почвенных частиц, плотности, климатических и погодных факторов.

В качестве верхней границы оптимальной влажности почвы служит так называемая наименьшая (предельная полевая) влагоемкость. Под наименьшей влагоемкостью (НВ) понимается максимальное количество почвенной влаги, которое неопределенно долго может быть удержано единичным объемом почвы без стока в нижележащие слои при отсутствии подпора от уровня грунтовых вод. Наименьшая влагоемкость является одной из важнейших почвенно-гидрологических характеристик, без знания которой невозможно

рациональное регулирование водного режима почв под всеми сельскохозяйственными культурами.

Вместе с тем следует указать на то, что верхний предел биологически оптимальной влажности определяется необходимым для корней минимумом содержания воздуха в почве, при котором появляются сквозные воздушные поры и обеспечивается интенсивная диффузия кислорода и углекислого газа. Подобные условия создаются для большинства почв при содержании воздуха в корнеобитаемом слое не ниже 15 – 20% от объема. Доводить сознательно почвенные влагозапасы до такого высокого уровня не всегда оправдано, поскольку при данной влажности вода в почве может интенсивно передвигаться под действием собственного веса, что способствует большим ее потерям на инфильтрацию (при дождевании).

Нижний предел оптимальной влажности почвы связан не только с количеством доступной влаги, но и со скоростью ее передвижения. Условия для водного питания можно считать благоприятными лишь в том случае, когда приток влаги к всасывающей поверхности корней будет не меньшим, чем ее расход растением. Установлено, что процесс транспирации и накопления растительной массы регулируется до некоторого критического (нижнего биологически оптимального) уровня почвенной влажности погодой, а при дальнейшем понижении влажности – почвой. Оптимальный водный режим определяется равенством фактической и потенциальной скорости транспирации. Таким образом, нижний предел биологически оптимальной влажности почвы зависит от индивидуальных особенностей растений и способности их корневых систем оперативно реагировать на изменения погоды. Именно поэтому в качестве нижнего биологически оптимального предела чаще используется так называемая критическая влагоемкость (КВ). Этот показатель определяется состоянием самого растения и в то же время существенно зависит от почвенно-гидрологических условий, а именно от влажности разрыва водных капиллярных связей в почве (ВРК).

В интервале от влажности устойчивого завядания растений (ВЗ) до влажности, близкой к критической (соответствующей разрыву водных капиллярных связей в почве), растения могут существовать без видимых признаков угнетения, но продуктивность их остается на довольно низком уровне, резко повышаясь с увеличением количества влаги. Эта влага неподвижна в почве и относится к «статически доступной», использование которой возможно только при непосредственном контакте с корнями растений. В диапазоне от влажности разрыва капиллярных связей до наименьшей влагоемкости почвенная влага способна передвигаться в направлении источника ее поглощения, то есть к корням растений, и относится к «динамически доступной».

Наименьшая влагоемкость почвы зависит от ее гранулометрического состава, плотности сложения, содержания органического вещества, мощности расчетного слоя и других показателей. Влажность разрыва водных капиллярных связей в почве ориентировочно равна 55 – 70% от НВ в зависимости от типа почвы.

В конечном итоге целью орошаемого земледелия и оросительных мелиораций, как его составной части, является не только производство сельскохозяйственной продукции, но и сохранение и повышение плодородия почв при плановом обеспечении растений влагой. Поэтому введено понятие мелиоративного режима орошаемых земель, под которым понимается совокупность требований к регулируемым факторам почвообразования, обеспечивающим повышение плодородия почв и получение заданного урожая сельскохозяйственных культур. Рекомендуется учитывать следующие пять показателей мелиоративного режима орошаемых земель: допустимые пределы регулирования влажности корнеобитаемого слоя почвы; величину поливной нормы, влияющей на направленность влагообмена между корнеобитаемым слоем почвы и грунтовыми водами и его интенсивность; допустимую средневегетационную глубину грунтовых вод; предельные значения общей минерализации поливной воды, соотношение в ней ионов натрия и кальция, pH; допустимое содержание токсичных солей в почве, натрия в ППК и pH почвенного раствора. Мелиоративный режим может быть благоприятным, когда в результате выполнения всех мероприятий, входящих в систему земледелия, наблюдается рост плодородия почвы, и неблагоприятным – при ее засолении, заболачивании, разрушении почвенной структуры и т. п.

1.3. Водопотребление сельскохозяйственных культур и методы его определения

Для расчета режима орошения необходимо знать водопотребление (эвапотранспирацию) орошаемого сельскохозяйственного поля. *Эвапотранспирация* представляет собой суммарный расход влаги полем, занятым той или иной сельскохозяйственной культурой. В него включается *транспирация* растений и испарение с поверхности почвы – *эвапорация*.

Фактическая эвапотранспирация зависит от внутренних и внешних факторов развития сельхозкультур и может быть выражена (по А. Р. Константинову) как

$$E = f(E_0, W, F), \quad (7.2)$$

где E – фактическая эвапотранспирация;

E_0 – испаряемость; W – влагозапасы почвы; F – внутренние факторы.

В приведенной функциональной зависимости под внутренними факторами понимаются биологические свойства растений, включая вид и сорт, фазу развития и состояние, зависящие от уровня плодородия почвы. К внешним факторам относятся погодные условия, которые характеризуются испаряемостью и влагозапасами почвы. Различные приемы агротехники оказывают лишь косвенное влияние на водный режим культурных растений.

Наиболее достоверные данные о водопотреблении растений получают путем непосредственных полевых измерений, изучения водного и теплового балансов. В этом случае обязательны длительные и многочисленные наблюдения в различных почвенно-климатических и хозяйственных условиях. При отсутствии таких опытных данных, на получение которых необходимо затрачивать много труда и времени, прибегают к расчету

величины водопотребления, используя различные методы.

Метод водного баланса определения водопотребления основан на использовании уравнения водного баланса орошаемого поля и решении этого уравнения относительно величины эвапотранспирации. Точность определения водопотребления методом водного баланса в большой степени зависит от точности определения (измерения) входящих в уравнение составляющих. Метод рекомендуется при глубоком залегании грунтовых вод. Недостаток метода водного баланса заключается в том, что он дает лишь осредненные величины эвапотранспирации, не выявляя зависимость водопотребления от биологических, погодных и других факторов жизни растений.

Метод водного баланса монолитов при определении водопотребления подразделяется на *метод испарителей* и *метод лизиметров*. Метод испарителей основан на использовании сосудов (цилиндров) с водонепроницаемыми дном и стенками, в которые помещают почвенные монолиты. Водопотребление определяют по изменению массы почвенного монолита испарителя с произрастающей на нем сельскохозяйственной культурой за конкретные промежутки времени. Метод лизиметров в отличие от метода испарителей учитывает вертикальный влагообмен в монолите. С этой целью в лизиметрах автоматически поддерживается нужная глубина грунтовых вод с помощью воды во внешнем сосуде. Расход воды из почвенного слоя лизиметра можно рассчитывать по изменению влажности почвы во времени взятием почвенных образцов или другими известными способами.

Метод теплового баланса основан на использовании уравнения теплового баланса поверхности земли и решении этого уравнения относительно величины водопотребления, т.е.

$$E = (R - B - S) / L, \quad (7.3)$$

где R —радиационный баланс;

B — теплообмен в почве (количество тепла, идущее на нагревание почвы);

S — турбулентный теплообмен поля с атмосферой;

L — скрытая теплота испарения (парообразования).

Метод позволяет определить водопотребление за короткие промежутки времени, наиболее удобен для изучения взаимосвязи его с основными составляющими тепло- и влагообмена. Однако широкое применение метода ограничено в связи с трудоемкостью и громоздкостью нахождения составляющих уравнения теплового баланса, большими ошибками в определении водопотребления в вечерние, ночные и утренние часы, а также в пасмурные дни.

Расчетные методы основаны на установлении корреляционной зависимости между эвапотранспирацией и одним или группой показателей, определяющих величину водопотребления.

До настоящего времени в практике находит применение метод А. Н. Костякова, основанный на использовании плановой урожайности и коэффициента водопотребления

(табл. 7.1), который получают опытным путем. Водопотребление E находят по зависимости

$$E = K_B Y, \quad (7.4)$$

где K_B —коэффициент водопотребления (количество единиц воды, потребляемое на выращивание единицы урожая) данной культуры; Y —планируемая урожайность.

Коэффициенты водопотребления (табл. 5.1) уменьшаются с повышением плодородия почвы и увеличением урожая с единицы площади. Они зависят от большого количества факторов (метеоусловия, уровень агротехники, сорт растений, урожайность, плодородие и др.) и изменяются в больших пределах, что затрудняет получение их соответствующих значений. Кроме того, этот метод не может быть использован для определения водопотребления в отдельные периоды вегетации растений.

Наиболее распространены методы расчета водопотребления с помощью биологических кривых. Как считает А. Р. Константинов, использование биологических кривых при нормировании орошения и в первую очередь для расчета водопотребления является наиболее обоснованным и универсальным подходом. При этом учитываются все основные факторы, определяющие величину водопотребления сельскохозяйственных культур: их биологические особенности, погодные условия и влагозапасы почвы.

Таблица 7.1.—Коэффициенты водопотребления овощных культур в зависимости от урожая

Культура	У, т/га	K_B , м ³ /т
Капуста ранняя	25	90
	40	70
Капуста поздняя	40	90
	90	40
Томаты, огурцы	15	220
	25	140
Лук	10	250
	20	130
Морковь	30	120
	50	70
Свекла	25	120
	40	80

Во многих странах при расчетах водопотребления и поливного режима широко применяется биоклиматический метод, теоретически обоснованный А. М. Алпатьевым и доведенный С. М. Алпатьевым до практического применения. Согласно этому методу, водопотребление за i -й период рассчитывается по формуле

$$E_i = K_i \sum d_i, \quad (7.5)$$

где K_i — биологический коэффициент водопотребления, изменяющийся в онтогенезе (по расчетным i -м периодам) по характерной для каждого вида растений кривой, мм/мб;

Σd_i – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за рассматриваемый i -й период, мб.

Дефицит влажности воздуха представляет разность между упругостью насыщенного пара при данной температуре и упругостью фактически содержащегося в воздухе водяного пара, измеряется в миллибарах.

По формуле С. М. Алпатьева водопотребление можно найти как в целом за период вегетации, так и за отдельные периоды (месяц, декада, пентада, сутки). Точность определения величины водопотребления в значительной степени зависит от точности применяемых биологических коэффициентов. Причем эти коэффициенты имеют не только зональную, но и погодно-климатическую вариацию, т.е. в условиях одной и той же зоны изменяются в зависимости от погодных условий, что необходимо учитывать при расчетах водопотребления. Поэтому биологические коэффициенты зачастую называют биоклиматическими.

В целом при выборе метода определения водопотребления сельскохозяйственных культур необходимо учитывать также простоту его использования и наличие требуемых исходных данных для расчетов. Во всех рассмотренных методах в основу поддержания оптимального водного режима положены традиционные способы орошения (дождевание, поверхностное орошение), которые обеспечивают увлажнение всей поверхности поля.

2. Режим орошения сельскохозяйственных культур

2.1. Элементы режима орошения

В широком понимании режим орошения сельскохозяйственных культур – это совокупность поливных и оросительных норм, сроков и количества поливов, их распределение внутри вегетационного периода, а также продолжительность поливных и межполивных интервалов при конкретных климатических, почвенных и агротехнических условиях.

Для севооборотных участков, кроме того, важным элементом режима орошения является расчетная величина ординаты укомплектованного графика *гидромодуля*. От режима орошения (поливной режим) зависят размеры, конструкция и характер работы оросительных систем.

В зависимости от целей применения, способов установления и других условий режимы орошения могут различаться по многим признакам. В зоне неустойчивого увлажнения необходимо учитывать следующие критерии и показатели.

Степень укрупнения. Режимы орошения могут укрупняться по культурам, почвам, площади и во времени.

Индивидуальный режим орошения рассчитывается для конкретной сельскохозяйственной культуры с учетом почвенно-климатических и других условий, а также техники и технологии полива. Это основной вид режима орошения, он является базой для всех других. *Групповой режим* орошения рассчитывается (разрабатывается) для совокупности культур в севообороте с учетом структуры посевных площадей. Выражается он чаще всего динамикой изменения во времени оросительного гидромодуля или величиной средне-

взвешенной оросительной нормы на один структурный гектар севооборотной площади.

Режимы орошения могут определяться для конкретной почвенной разновидности или как средневзвешенные для основных разновидностей почв, на которых выращивается одна или несколько культур.

По площади (масштабам применимости) режимы орошения могут разрабатываться в привязке к конкретному орошаемому массиву или метеостанции, по данным которых они рассчитываются, а также как средневзвешенные для определенных территорий: административных структурных единиц (республика, область), гидролого-климатических зон, речных бассейнов, природно-экономических районов.

Под укрупнением во времени имеется в виду разработка режимов орошения для групп лет различной естественной увлажненности (сухих, средних, влажных и т.д.) или для лет конкретной обеспеченности.

Критерии оптимальности. Выделяют следующие режимы орошения: биологически оптимальные, экономически обоснованные, экономически целесообразные, агроэкологически сбалансированные, хозяйственно-возможные и под планируемый (программируемый) урожай.

Биологически оптимальный – это такой режим орошения, который обеспечивает оптимальные водный и воздушный режимы почв, создавая условия для получения максимально возможной урожайности в определенной природной среде и при определенном способе полива.

Экономически обоснованный режим орошения должен быть подтвержден технико-экономическими расчетами. Он разрабатывается с целью оптимизации параметров оросительных систем, обоснования площадей и объемов воды для орошения.

Экономически целесообразный режим орошения применяется тогда, когда лимитирующим фактором являются ресурсы (чаще всего ограничивается водоподача), но орошение все еще экономически целесообразно.

Агроэкологически сбалансированный режим орошения имеет место, когда при проведении поливов исключены переувлажнение, эрозия, поверхностный и внутрипочвенный сток из расчетного слоя (слоя регулирования почвенных влагозапасов). При этом гарантируется заданный водный режим почвы и созданы условия для воспроизводства почвенного плодородия по всей орошаемой площади.

Хозяйственно-возможный режим орошения формируется с учетом наличия трудовых ресурсов, их квалификации, оснащенности хозяйств сельскохозяйственной и поливной техникой. Характеризуется заниженным количеством поливов, но не должен быть хуже экономически целесообразного.

Этапы производственного применения. Режимы орошения могут разрабатываться для технико-экономических обоснований проектов, для комплексного использования и охраны водных ресурсов, а также для проектов оросительных систем и для организации поливов при их эксплуатации. Эксплуатационные режимы разрабатываются с учетом всех

климатических, организационно-хозяйственных и других условий, которые возникают или могут возникать в процессе эксплуатации оросительных систем.

Способы установления. Режимы орошения устанавливаются на основании специальных полевых исследований, обобщения производственной деятельности передовых хозяйств с помощью расчетных методов с применением тех основных показателей, от которых зависят режимы орошения. На практике наибольшее распространение получили расчетные способы определения режимов орошения.

Учет потерь воды. Нормы орошения могут определяться без учета потерь (*брутто*) и с учетом потерь воды (*нетто*).

Способы орошения. Режимы орошения должны соответствовать способам и технике орошения. Например, в зоне неустойчивого увлажнения режимы орошения могут быть для обыкновенного дождевания с учетом применяемой техники, для импульсного дождевания, для подпочвенного увлажнения (субирригации), для капельного орошения.

Периоды действия. Режимы орошения подразделяются на текущие и перспективные. *Текущие режимы* орошения предназначены для текущего планирования и проектирования, разработки водных балансов, контроля за использованием воды потребителем. *Перспективные режимы* орошения разрабатываются с учетом прогноза изменения влияющих факторов (почвенно-гидрологических условий, реконструкции старых и иногда новых систем и т.д.). Используются для прогнозирования потребности в воде на будущее: 5 лет, 10 лет и 20 лет.

Назначение. Режимы орошения подразделяются на *увлажнительные*, задача которых состоит в постоянном поддержании оптимального водного режима, и поливы *специального назначения* (посадочно-предпосевные, влагозарядковые, промывные, противозаморозковые, освежительные, удобрительные, провокационные и совмещенные).

Качество воды. Можно выделить режимы орошения с использованием природных вод (из реки, ручьев, подземных вод, прудов и т.д.), сточных бытовых вод и животноводческих стоков.

Гидрогеологические условия. Различают режимы орошения при близком залегании грунтовых вод (менее 3 м), определяемые с учетом подпитывания корнеобитаемого слоя почвы, и при глубоком залегании грунтовых вод (более 3 м).

Биологические свойства культур. С учетом биологических свойств культур режимы орошения подразделяются на *постоянные* (монотонные) и *дифференцированные*. В первом случае поливы проводятся за весь период вегетации по одному неизменному порогу предполивной влажности почвы с одинаковой глубиной увлажняемого слоя. При дифференцированном режиме уровень предполивной влажности почвы и (или) глубина увлажняемого слоя изменяются на протяжении вегетационного периода.

Внутрисезонное распределение. По характеру этого показателя режимы орошения могут быть установлены на примере типичного года (*типовые*) и соответствовать наиболее вероятному распределению норм орошения по декадам, месяцам, фазам развития

культур, а также устанавливаться в соответствии с текущими погодными условиями конкретного года (*оперативные*).

2.2. Поливные и оросительные нормы

Текущий расчет режима орошения состоит, прежде всего, в определении его основных составных элементов – поливной нормы, сроков полива, продолжительностей поливного периода, межполивного интервала и поливного цикла – по заданным исходным показателям.

Главным составным элементом режима орошения является *норма полива (поливная норма)* – это объем или слой воды, подаваемый на единицу площади (1 га) для разового ее увлажнения. Различают поливные нормы нетто и брутто.

Под *поливным периодом* понимается продолжительность одного полива орошаемой площади (участка).

Межполивной интервал считается от момента завершения текущего и до момента начала следующего за ним полива площади (участка).

Поливной цикл включает в себя (суммирует) поливной период и следующий за ним межполивной интервал, то есть продолжается от начала данного полива площади (участка) и до момента начала следующего за ним полива.

Предполивной уровень влажности почвы – это тот уровень влажности (почвенных влагозапасов), с которого начинается текущий полив данного участка площади. Предполивной уровень почвенных влагозапасов на первом участке площади (с которого начинается ее полив) называется *начальным предполисным уровнем*.

Под *поливной нормой нетто* следует понимать количество поливной воды (в м³/га или мм), переведенное из проточного состояния в почвенные влагозапасы корнеобитаемого слоя в течение одного полива. *Поливная норма брутто* учитывает различные виды потерь (сток, испарение и др.).

При определении величины поливной нормы нетто исходят из ограничительного соотношения:

$$m \leq W_{\text{вп}} - W_{\text{пу}}, \quad (7.6)$$

где m – норма полива нетто;

$W_{\text{вп}}$ – верхний предел регулирования почвенных влагозапасов;

$W_{\text{пу}}$ – предполивной уровень почвенных влагозапасов (содержание влаги в почве перед поливом).

В свою очередь известно, что содержание влаги в почве можно определить по ее влажности

$$W = 0,1\beta\gamma h \text{ или } W = 0,1\beta^{0,6}h, \quad (7.7)$$

где W – запасы почвенной влаги в расчетном слое, мм;
 h – мощность расчетного слоя, см;
 β – влажность почвы, % от ее сухой массы;
 γ – объемная масса почвы, г/см³;
 $\beta^{об}$ – влажность почвы, % от ее объема.

Подставляя выражение влагозапасов через физические характеристики почвы, получим расчетные уравнения для определения верхнего предела поливной нормы

$$m = 0,1\gamma h(\beta_{вп} - \beta_{пу}) = 0,1h(\beta_{вп}^{об} - \beta_{вп}^{об}), \quad (7.8)$$

где $\beta_{вп}$ – верхний предел регулирования почвенной влажности, % от массы почвы;
 $\beta_{вп}^{об}$ – то же, % от объема;
 $\beta_{пу}$ – влажность почвы перед началом полива площади, % от ее сухой массы;
 $\beta_{пу}^{об}$ – то же, от объема.

Для регионов, где орошение необходимо только в отдельные периоды вегетации, есть опасность переувлажнения в результате совпадения во времени поливов и дождей. Здесь увлажнять рекомендуется только верхний (чаще всего 0–50 см) слой почвы. Поливные нормы нетто в таких условиях составляют 10–30 мм (100–300 м³/га).

Поливная норма брутто равна:

$$m_{бр} = m_{нт} / \eta, \quad (7.9)$$

где η – коэффициент использования воды на поле.

При дождевании эти потери складываются из затрат: на испарение из дождевальных струй (дождевого облака) в воздухе, на смачивание вегетативной массы растений и испарение с ее поверхности в процессе полива, а также на унос дождевых капель ветром за пределы орошаемой площади. При поверхностных поливах потери проявляются в виде сбросов на инфильтрацию и на водоотведение в нижней части поля.

Под *оросительной нормой* понимается количество воды (м³/га или мм), которое необходимо подать на поле дополнительно к выпадающим атмосферным осадкам, чтобы поддерживать почвенные влагозапасы корнеобитаемого слоя в заданных пределах в течение вегетационного периода. Оросительная норма суммирует в себе все поливные нормы, поступившие на площадь за *оросительный период*, то есть за ту часть вегетации, в течение которой существовала необходимость в орошении или готовности к нему, считая от начала поливов и до их завершения.

Обеспечивая благоприятный водный режим в засушливый период вегетации, на орошаемую площадь необходимо подать *биологически оптимальную норму орошения*.

Ранее показано, что водный режим для сельскохозяйственных культур будет биоло-

гически оптимальным, если влажность в корнеобитаемом слое находится в границах КВ (ВРК) – НВ. Причем главными факторами, от которых зависит норма орошения, в первую очередь являются метеорологические условия конкретного года, влияющие на распределение и частоту поливов в течение вегетации, а также гидрогеология поля (прежде всего глубина залегания и минерализация грунтовых вод), его почвы и рельеф, способ и техника орошения. От гидрологических характеристик зависит также и величина поливной нормы.

Методы расчета оросительных норм, как и других элементов режима орошения, базируются на воднобалансовых соотношениях. Размерности всех элементов должны быть идентичны и обычно принимаются либо в мм, либо в м³/га.

Для оценочных расчетов может применяться уравнение водного баланса корнеобитаемого слоя почвы, охватывающее весь вегетационный период.

$$M = E - P - \Delta W - Q, \quad (7.10)$$

где M – оросительная норма нетто;

E – максимальная эвапотранспирация (водопотребление сельскохозяйственного поля при оптимальном водном режиме);

P – атмосферные осадки за вычетом потерь на сброс;

ΔW – используемые запасы влаги в расчетном слое почвы;

Q – подпитка корнеобитаемого (расчетного) слоя от грунтовых вод;

Оросительные нормы из года в год меняются в зависимости от метеоусловий. Поэтому при составлении проектов оросительных систем необходимо знать оросительные нормы для лет различной обеспеченности (повторяемости). До недавнего времени выбор расчетного года (при известном проценте обеспеченности) производился по сумме осадков за вегетационный период: острозасушливый год – обеспеченность осадками 95%, среднесухой – 75% и т.д. Однако в годы с одинаковым количеством осадков оросительные нормы могут значительно различаться между собой. Выбирать год расчетной обеспеченности наиболее правильно не по осадкам, а непосредственно по величине оросительной нормы.

2.3. Графики поливов

На *сроки полива* наибольшее влияние оказывают биологические особенности выращиваемых сельскохозяйственных культур, климатические условия, характер почвогрунтов и гидрогеологические особенности орошаемых земель. Для установления срока начала полива в практических условиях применяются несколько методов и приемов.

Установление начала полива по фактической влажности расчетного слоя почвы (по А. Н. Костякову) основано на систематическом наблюдении за динамикой запасов почвенной влаги в расчетном слое. Полив следует начинать тогда, когда запас воды в корнеобитаемом слое снизится до предполивной влажности. Способ применим при разработке

как проектного, так и эксплуатационного режима орошения.

Глазомерные методы (по внешним признакам) основаны на назначении сроков начала полива по внешнему виду (окраске или привяданию листьев), сигнализирующему о недостатке влаги. Сюда же относится и способ определений запасов влаги в почве, а соответственно и сроков начала полива, на ощупь. Все эти методы условны и субъективны. Они могут применяться в процессе эксплуатации оросительных систем лишь в исключительных случаях.

Определение сроков начала полива по физиологическим показателям основано на тесной взаимосвязи между влажностью почвы и физиологическими процессами, протекающими в растениях. Один из наиболее объективных способов заключается в определении в полевых условиях концентрации клеточного сока и сравнении его с пределами, соответствующими нижней границе оптимальной почвенной влажности. Способ применим при назначении эксплуатационного режима орошения.

Назначение сроков начала полива по фазам развития растений основывается на неодинаковой чувствительности растений к уровню влажности почв в различные периоды роста в соответствии с биологическими особенностями и динамикой водопотребления. Поливы приурочиваются к тем фазам развития растений, когда они наиболее чувствительны к недостатку влаги. Например, наибольшее потребление воды у картофеля приходится на фазу цветения и образования клубней, у томатов – завязывания и созревания плодов. Способ может применяться как в эксплуатационной, так и в проектной практике оросительных мелиорации. Недостаток – способ не учитывает наличных запасов влаги в почве, климатических условий и состояния растений перед поливом.

Методы назначения сроков начала полива, основанные на учете метеорологических, факторов, водоудерживающей способности почв и биологических особенностей культур, находят широкое распространение, как в проектной, так и эксплуатационной практике. Предложено довольно значительное количество таких методов. Основаны они в основном на расчетах динамики влагозапасов (или их дефицита) корнеобитаемого слоя почвы в зависимости от климатических факторов с учетом почв и вида культуры. Воднобалансовые методы наиболее часто применяются при расчете режима орошения сельскохозяйственных культур.

Лекция 8. Виды, способы и техника орошения. Орошение дождеванием

1. *Виды, способы и техника орошения.*
2. *Современные виды и способы орошения.*
3. *Оросительные системы и их элементы.*
4. *Орошение дождеванием.*
5. *Классификация современных дождевальной техники, условия применения и технология полива.*

1. Виды, способы и техника орошения

Разнообразие климатических, геоморфологических, топографических, почвенных, гидрогеологических и хозяйственно-экономических условий предполагает применение различных видов, способов и техники орошения земель.

В зависимости от конкретных почвенно-климатических условий и местоположения объекта, а также требований, предъявляемых сельскохозяйственным производством к орошению, оросительные мелиорации разделяются на следующие три вида.

Регулярно действующее орошение – подача воды на орошаемую площадь столько раз, сколько раз возникает ее дефицит в почве. Может быть самотечным и с механическим подъемом воды (из рек, водохранилищ и др.).

Однократно действующее орошение – задержание на площади местного стока воды. Может быть паводковым (использование паводковых вод) и лиманным (использование задерживаемых талых вод весеннего стока).

Обводнение местности заключается в устройстве водохранилищ, каналов, артезианских скважин, вода из которых используется в основном для хозяйственных нужд, сельскохозяйственного водоснабжения и частично для орошения небольших участков.

В зависимости от назначения и воздействия на почву и растения поливы делятся на *увлажнительные* (основной вид оросительных мелиораций) и *специального назначения*. К последним относятся посадочные, удобрительные, противозаморозковые, влагозарядковые, промывочные и другие виды поливов.

Орошение подразделяется на *выборочное* и *сплошное*. Орошение проводится выборочно при недостатке водных ресурсов (чаще всего используются воды местного стока) и когда полив требуется не для всех культур севооборота. В зоне крупных оросительных систем при гарантированных водоисточниках имеется возможность проводить орошение на больших территориях и для всех культур. Такое орошение называется сплошным.

Для Беларуси характерно выборочное орошение, прежде всего овощей, кормовых угодий, садов и ягодников. Орошение других культур, например зерновых, на данном этапе развития сельскохозяйственного производства экономически не выгодно.

По степени приближения интенсивности водоподачи, осуществляемой конкретной техникой полива, к интенсивности потребления воды орошаемым полем различают:

абсолютно синхронное орошение – водоподача полностью соответствует изменяющейся интенсивности водопотребления на протяжении как суток, так и всего сезона;

синхронное орошение – монотонная водоподача в течение суток в соответствии со среднесуточной интенсивностью водопотребления;

асинхронное орошение – периодическая (с перерывами) водоподача, интенсивность которой больше мгновенной и среднесуточной интенсивности водопотребления.

Каждому виду оросительных мелиораций соответствуют свои способы и техника орошения. *Способ орошения* – это совокупность приемов, устройств и технического оборудования, применяемых для распределения воды по орошаемому полю, чтобы увлажнить приземный слой воздуха и растения, ввести воду в почву, перевести ее из состояния поливного тока в состояние почвенной влаги, т.е. обеспечить растения необходимым количеством воды. *Техника полива* включает конкретные технические средства и технологию реализации способа орошения.

2. Современные виды и способы орошения

На IX Международном конгрессе по ирригации и дренажу в Мехико (1969) принята следующая классификация способов орошения: аэрозольное (мелкодисперсное) увлажнение, дождевание, поверхностное орошение, внутрпочвенное орошение (в том числе капельное), подпочвенное увлажнение (субирригация).

При *аэрозольном (мелкодисперсном) увлажнении* вода распыляется над поверхностью почвы в виде капель очень малого размера (туман). Такое увлажнение обеспечивает практически только повышение влажности приземного слоя воздуха и снижение его температуры, что очень важно для борьбы с атмосферной засухой. В случае *дождевания* вода подается на орошаемую площадь в виде искусственного дождя, увлажняя как почву, так и надземные части растений. При *поверхностном орошении* вода распределяется по поверхности поля либо напуском сплошным тонким слоем (полив по полосам и затопление), либо струей (полив по бороздам). В процессе *внутрпочвенного орошения* корнеобитаемый слой почвы увлажняется по трубам-увлажнителям или кротовинам, устроенным на небольшой глубине, или путем медленной (как бы капля за каплей) и длительной подачи воды при помощи капельниц (*капельное орошение*). При *подпочвенном увлажнении (субирригации)* задерживают воду в каналах или подают дополнительно в них воду, чем повышают уровень грунтовых вод, от которых по почвенным капиллярам увлажняется поверхностный слой почвы.

Ни один из способов орошения не может быть приемлемым для всех ситуаций. Он должен выбираться в соответствии с конкретными природно-климатическими и социально-экономическими условиями. При выборе способа орошения необходимо учитывать следующие основные факторы:

климатические условия (увлажненность территории и скорость ветра). Например, в острозасушливой зоне, где дефицит влажности воздуха и почвы значительный,

дождевание малоэффективно. Затруднено его применение и при большой силе ветра;

почвенные условия (скорость впитывания поливной воды в почву, коэффициент фильтрации, глубина почвенного слоя и степень окультуренности почв). Так, дождевание не рекомендуется на слабопроницаемых почвах;

рельефные условия (уклон и спланированность поверхности);

гидрогеологические условия (глубина залегания и минерализация грунтовых вод);

хозяйственные условия (наличие трудовых ресурсов, опыт людей при работе на поливе, степень механизации полевых работ, система земледелия, обеспечение высокой производительности труда);

режим орошения (допустимые нормы, сроки и количество поливов);

биологические условия (характер развития надземной части и корневой системы растений, длительность вегетационного периода);

водохозяйственные показатели (обеспеченность хозяйства водой, качество оросительной воды, размеры поливных участков);

экономические показатели (капитальные и эксплуатационные затраты).

Предпочтение следует отдавать тем способам и той технике полива, которые обеспечивают более высокую производительность труда, автоматизацию водораспределения, поддержание орошаемых земель в хорошем мелиоративном состоянии и высокие экономические показатели.

В гумидной зоне преобладает дождевание (90%), в аридной – поверхностный способ полива (98%), в субаридной зоне широко применяется как дождевание (53%), так и поверхностное орошение (47%).

Благодаря развитию промышленности, способной производить штампованные пластиковые трубы с набором разбрызгивателей и капельниц, получили развитие энергоэкономичные и водосберегающие *микроирригационные методы*. Их сущность заключается в увлажнении участка почвы только вокруг растения. Микроирригационные методы используют поток воды под давлением в закрытых трубах для ее дальнейшей подачи в почву через насадки, капельницы и другие выпускные устройства. Преимущество этого орошения заключается в том, что оно требует более низких давлений и меньшего количества воды, чем обычное дождевание.

Различают два способа микроирригации – *микроразбрызгивание* (микродождевание) и *капельное микроорошение*. При микродождевании вода через соответствующие насадки разбрызгивается в воздухе вблизи каждого растения или группы растений и таким образом увлажняет определенную часть почвы на небольшом участке (например, вокруг дерева в фруктовом саду). В свою очередь капельница является точечным источником воды и увлажняет определенный участок почвы путем прямой доставки воды в корневую систему растения. Эти системы орошения подходят для высокорентабельных культур, посаженных рядами (овощи, технические культуры, сады, ягодники).

В условиях Республики Беларусь природно-климатическим и социально-

экономическим условиям в большей степени отвечает дождевание.

3. Оросительные системы и их элементы

Под *оросительной системой* понимается территория, оборудованная каналами, трубопроводами, сооружениями и различными устройствами, обеспечивающими возможность своевременного забора из вод источника, подачи и распределения воды по орошаемым участкам в целях поддержания в корнеобитаемом слое заданного уровня (диапазона) влажности почвы в соответствии с природными условиями каждого участка и требованиями выращиваемых культур. В общем случае элементы каждой регулярно действующей оросительной системы следующие:

источник орошения (река, ручей, водохранилище, озеро, подземные воды), который должен удовлетворять количественным потребностям орошаемого массива в доброкачественной воде;

головное водозаборное сооружение, предназначенное для забора и подачи воды из источника орошения в главный магистральный канал (трубопровод) в нужные сроки и в потребном количестве;

главный магистральный оросительный канал (трубопровод), доставляющий воду из источника орошения в распределительные каналы (трубопроводы). Состоит из двух частей: холостой и рабочей, на протяжении которой от него отходят распределители;

распределительные проводящие каналы (трубопроводы). Различают проводящие каналы межхозяйственные (забирающие воду из магистрального канала или трубопровода для орошения земель нескольких хозяйств) и внутрихозяйственные, которые обслуживают одно хозяйство;

регулирующая оросительная сеть и оросительные устройства, назначение которых – распределять воду по полю и переводить ее в состояние почвенной влажности. К ним относятся временные оросители, возобновляемые ежегодно или перед каждым поливом, поливные борозды и полосы, чеки, постоянные и переносные трубопроводы, дождевальные машины и установки, а при внутрпочвенном орошении – трубы-увлажнители;

водоотводная сеть, которая подразделяется на сбросную (необходимую для отвода ливневых и талых снеговых вод и сброса воды, остающейся после полива в каналах и трубопроводах) и дренажную (предназначенную для сбора и отвода промывных, а также избыточных грунтовых вод, чтобы

предупредить заболачивание и засоление корнеобитаемого слоя);

арматура на каналах и трубопроводах для управления движением воды в системе;

искусственные сооружения – дороги, телефонная и электрическая сеть, производственные постройки, предназначенные для эксплуатации оросительной системы;

защитные лесополосы – для затенения каналов и предохранения полей от вредного воздействия ветров.

Основным элементом оросительной системы следует считать *орошаемые земли* со

всеми их особенностями (почвы, рельеф и др.), так как от них в существенной степени зависят состав, количество и конструкция других элементов.

По распределению воды по площади оросительные системы могут быть *межхозяйственные*, обслуживающие большие территории и охватывающие несколько хозяйств, и *внутрихозяйственные* – в пределах границ одного хозяйства.

По способу водоподачи из источников орошения бывают системы *самотечные*; с *механическим водоподъемом*, когда орошаемый массив находится выше горизонта воды в источнике и подача воды осуществляется насосной станцией; *самотечно-напорные*, в которых вода самотеком транспортируется по закрытым трубопроводам за счет напора, создаваемого естественным уклоном местности.

По конструкции оросительные системы подразделяются на три основных типа: *открытые*, состоящие из открытых каналов или лотков, *закрытые* – из напорных или безнапорных трубопроводов, *комбинированные*, включающие в себя элементы первого и второго типов. Выбирать тип оросительной системы во всех случаях необходимо с учетом конкретных технико-экономических, почвенно-климатических и других условий.

В Республике Беларусь применяются в основном закрытые оросительные системы с механическим водоподъемом и дождевальная техника.

По степени капитальности оросительные системы подразделяются на *передвижные*, у которых все элементы системы – насосные станции, оросительная сеть (разборная или временная) и поливная техника – в процессе полива перемещаются по орошаемой площади; *стационарные*, где водозаборные сооружения, насосные станции, оросительная сеть и поливная техника занимают постоянное положение; *полустационарные* системы, находящиеся в промежуточном положении, когда водозаборные сооружения, насосные станции и оросительная сеть стационарны, а поливная техника перемещается по полю в процессе полива.

4. Орошение дождеванием

Из существующих способов орошения (мелкодисперсное, дождевание, поверхностное, внутрпочвенное, субирригация) основным и наиболее перспективным способом орошения сельскохозяйственных культур в зоне неустойчивого увлажнения является дождевание. Возникновению полива дождеванием способствовало стремление воспроизвести в той или иной степени естественный дождь. При этом способе оросительная вода с помощью разбрызгивающих аппаратов или дождевальных машин выбрасывается в воздух и падает на растения и почву в виде дождя. Широкое распространение в нашем регионе оно получило только в последнее время.

Основные достоинства орошения дождеванием:

– благоприятное физиологическое действие на растения усиливает процесс ассимиляции, понижает температуру тканей и дает возможность при меньших количествах оросительной воды (по сравнению с поверхностными способами орошения) получить такой же или более высокий урожай;

- механизация процесса полива, в результате чего снижаются затраты ручного труда;
- сохранение структуры почвы при соответствующей силе и интенсивности дождя;
- возможность проводить более частые поливы меньшими поливными нормами, а соответственно регулировать глубину увлажнения почвы, что особенно важно при близком залегании грунтовых вод, наличии маломощных и просадочных грунтов;
- возможность применять при относительно сложном рельефе полей и отсутствие в связи с этим необходимости в их тщательной планировке;
- создание условий для более высокого уровня механизации сельскохозяйственных процессов на полях;
- возможность проводить поливы специального назначения (удобрительные, освежительные, посадочные, противозаморозковые и др.);
- возможность автоматизации всех процессов полива.

Недостатками орошения дождеванием являются:

- потребность в механической энергии для создания напора на производство полива;
- высокая металлоемкость и несовершенство технических средств полива;
- неравномерность полива при ветре;
- необходимость перемешать дождевальную технику по полю;
- невозможность на достаточную глубину промачивать тяжелые почвы без образования луж и поверхностного стока при высокой интенсивности дождя.

В целом *дождевание целесообразно применять*:

- в районах с неустойчивым естественным увлажнением при поливе небольшими поливными (до 400 м³/га) и оросительными (до 3000 м³/га) нормами;
- на почвах с малой мощностью гумусового слоя и при орошении культур с неглубокой корневой системой (овощи, травы и др.);
- при сложном рельефе (на крупных склонах, если поверхностный полив требует большого объема планировочных работ) и др.

Основными характеристиками искусственного дождя являются интенсивность, диаметр капель и равномерность распределения его по площади. Качественный полив обеспечивается при оптимальной интенсивности и крупности капель, равномерном распределении дождя по орошаемой площади, не вызывающих образования луж, поверхностного стока и разрушения структуры почвы.

Интенсивность выражается слоем дождя, выпадающим на площадь за единицу времени (мм/мин). Различают истинную (за короткий промежуток времени) и среднюю (за время полива всей площади) интенсивность дождя.

Практически удобно пользоваться средней интенсивностью дождя:

$$i_{cp} = h_{cp} / t \quad \text{или} \quad (8.1)$$

$$i_{cp} = 60Q / F \quad (8.2)$$

где h_{cp} – средний слой выпавших осадков, мм;

t – продолжительность полива, мин;
 Q – расход дождевальной машины, л/с;
 F – площадь полива, м².

Фактическую среднюю интенсивность дождя дождевальных устройств и машин, работающих в полевых условиях, можно определить с помощью дождемеров, равномерно расставленных по орошаемой площади.

Необходимым условием качественного полива дождеванием является равномерность распределения воды по орошаемому полю. Равномерность распределения дождя по орошаемой площади зависит в основном от конструкции дождевального устройства, схемы его работы, почвенно-рельефных условий и ветрового режима. Равномерность распределения дождя характеризуется коэффициентами эффективного ($K_э$), недостаточного ($K_н$) и избыточного ($K_и$) поливов:

$$K_э = F_э / F, K_н = F_н / F, K_и = F_и / F, \quad (8.3, 8.4, 8.5)$$

где $F_э, F_н, F_и$ – соответственно эффективно, недостаточно и избыточно политая площадь;

F – общая площадь, поливаемая дождевальным устройством на одной позиции.

Эффективно политая площадь – это площадь, на которую выпадает дождь средней интенсивности с отклонением от нее $\pm 25\%$ ($K_э > 0,75$). Остальная площадь будет недостаточно или избыточно политой/

Для качественного полива необходимо, чтобы интенсивность дождя, не превышала впитывающей способности почвы. Такая интенсивность, не вызывающая образования луж и поверхностного стока, называется допустимой. Допустимая интенсивность колеблется в довольно широких пределах (0,1...1 мм/мин).

5. Классификация современной дождевальной техники, условия применения и технология поливов

Классификация дождевальных устройств. Устройство для образования искусственного дождя, не имеющее частей, перемещающихся друг относительно друга, называется дождевальной насадкой. Устройства для образования искусственного дождя и распределения его по площади полива, включающие подвижные элементы, называются дождевальными аппаратами и машинами.

Дождевальные устройства подразделяют на короткоструйные (радиус разброса капель дождя до 10 м), средне – (до 40 м) и дальнеструйные (свыше 40 м). По напору воды могут быть низконапорными (до 0,3 Мпа), средненапорными (0,3...0,5 Мпа) и высоконапорными (0,5...60 Мпа).

Для создания искусственного дождя применяются дефлекторные (отражательные) и струйные насадки. Наиболее широкое практическое применение получила короткоструйная дождевальная насадка с конусным дефлектором (рис. 8.1). Дефлекторные насадки

устанавливаются на дождевальных агрегатах ДДА-100 МА, ДМ«Кубань», а также на установках для полива цветников, газонов, в теплицах. Они создают дождь с диаметром капель 0,9...1,1 мм. Основной недостаток – небольшой радиус (6...8 м) охвата площади дождем и большая интенсивность дождя (0,7...1,1 мм/мин). Вода под напором (0,08...0,15 Мпа) вытекает с определенной скоростью из отверстия (сопло) и, ударяясь о дефлектор (конус под углом 120°), образует водяную пленку, которая в воздухе распадается на мелкие капли.

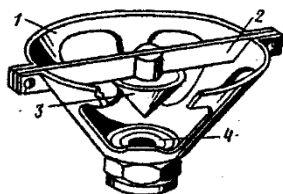


Рисунок 8.1. –Короткоструйная дождевальная насадка с конусным дефлектором: 1 – конус; 2 – планка; 3 – конусный дефлектор; 4 – выходное отверстие

Существуют щелевые и центробежные насадки, но они не получили широкого практического применения.

Струйные насадки используют во всех вращающихся аппаратах дождевальных машин и установок. По конструкции они мало отличаются друг от друга, но существенно различаются по напору и расходу воды, а также принципу вращения и дальности полета струи.

По способу перемещения их подразделяют на *дождевальные агрегаты, машины и установки*. Дождевальные агрегаты состоят из самоходной опоры и насосного агрегата, смонтированного в комплексе с дождевальным устройством.

Дождевальные машины состоят из самоходных опор, на которых смонтированы дождевальные устройства (рис. 8.2а). Напор для них создает автономная насосная станция. Дождевальные установки не имеют самоходных опор. Вода к ним подаётся по трубчатой оросительной сети (рис. 8.2б).



Рисунок 8.2. – Дождевальная машина (а) и внешний вид шлангового дождевателя (б)

Современные дождевальные машины и установки в зависимости от используемых насадок делятся на три типа: короткоструйные (низконапорные), среднеструйные (сред-

ненапорные), дальнеструйные (высоконапорные). К короткоструйным относятся: ДДА-100МА, «Кубань», ДШ-25/300. К среднеструйным – «Днепр», ДКШ-64, «Ока», ДКН-80, ДШ-10, «Сигма», КСИД-10. Дальнеструйными дождевальными машинами являются дождеватели дальнеструйные навесные типа ДДН и переносные дальнеструйные дождевальные аппараты типа ДД. По принципу работы они похожи друг на друга и отличаются в основном производительностью, радиусом полета струи, способом перемещения и приводом вращения ствола. Следует иметь в виду, что некоторые дождевальные машины и установки являются производными от других. Например, «Ока» (ДКГ-80) и ДКН-80 разработаны на базе ДКШ-64.

Забор воды для орошения дождевальными машинами и установками осуществляется из трубопроводной оросительной сети или открытых каналов. В зависимости от принципа работы, технологии полива и перемещения дождевальных устройств можно выделить две основные схемы расположения оросительной сети и дождевальной техники – при фронтальном её перемещении и работе по кругу.

Характеристика дождевальных устройств. Рассмотрим характеристики некоторых дождевальных устройств, наиболее широко применяемых в настоящее время в зоне неустойчивого увлажнения.

Дождеватель фронтальный ДФ-120 «Днепр» предназначен для позиционного полива зерновых и технических культур, лугов и пастбищ с забором воды из гидранта закрытой оросительной сети. Расстояние между гидрантами – 54, между оросителями – 920 м. Расход воды – 120 л/с, напор на гидранте – 43 м. Длина полосы увлажнения – 54 м, максимальная ширина – 460 м.

Модификации машины «Днепр» предусматривают уменьшение водопроводящего пояса на величину, краткую расстоянию между самоходными опорами (27 м), и соответственно, расхода воды на 7 л/с.

Дождеватель колесный широкозахватный ДКШ «Волжанка» представляет собой многоопорный колесный самоходный трубопровод фронтального перемещения, оборудованный среднеструйными аппаратами кругового действия. Состоит из двух дождевальных крыльев, располагаемых обычно по двусторонней схеме относительно оросительного трубопровода.

Дождевальное крыло представляет собой водопроводящий трубопровод, на котором жестко закреплены металлические колеса. В центре крыла имеется приводная тележка с двигателем внутреннего сгорания, приводящим в движение колесный трубопровод путем его качения.

Полив ДКШ осуществляется с забором воды от гидрантов закрытой оросительной сети, расположенных через 18 м. Оба крыла «Волжанки» работают одновременно и отдельно друг от друга, их присоединяют к разным гидрантам. В зависимости от размеров поливного участка дождевальное крыло можно уменьшать на определенное количество секций. При полной длине крыльев (каждое по 395,8 м) расстояние между трубопровода-

ми равно 800 м, (минимальное – 300 м), расход воды составляет 64 л/с, (минимальный – 24 л/с).

Дождевальная машина «Ока» (ДКГ-80) создана на базе ДКШ-64. Состоит из двух крыльев, работает позиционно с водозабором от гидрантов закрытой оросительной сети. На водопроводящем трубопроводе имеются среднеструйные аппараты «Роса-3», работающие поочередно группами. Одновременно в работу включаются четные или нечетные аппараты. Технологический цикл полива дождевальной машиной «Ока» состоит из полива на каждой позиции орошаемого участка, переезда от гидранта к гидранту и холостого переезда крыльев машины с последней позиции орошаемого участка на исходную для начала очередного полива. Расход воды двумя крыльями 100 л/с, расстояние между гидрантами 36 м, между оросительными трубопроводами – 800 м (у других модификаций может быть 600 и 400 м).

Многоопорный дождевальный трубопровод ДКН – предназначен для внесения с водой подготовленных животноводческих стоков при орошении кормовых культур, лугов и пастбищ с уклоном поверхности не более 0,02. Удобрительная смесь должна содержать не более 1% сухого вещества с размером частиц до 10 мм. Его используют и для орошения чистой водой с внесением минеральных удобрений при помощи гидроподкормщика.

ДКН-80 разработан на базе ДКШ-64. Основные сборочные единицы: механизм самоустановки дождевального аппарата и сливного клапана; сливной клапан с принудительным открытием; односопловый среднеструйный дождевальный аппарат, созданный на базе «Роса-3» и способный работать на подготовленных животноводческих стоках; устройство для крепления и самоустановки аппарата на конце крыла.

Машина ДКН-80 выпускалась в трех модификациях: ДКН-80–600, ДКН-70–500, ДКН-60–400, которые различаются расходами воды и шириной захвата. Расход воды в них равен соответственно 80, 70 и 60 л/с, ширина захвата 600, 500, 400 м. Расстояние между гидрантами во всех случаях – 27 м.

Дождеватель шланговый ДШ-10 – автоматизированный поливной агрегат, предназначенный для полива овощных, кормовых и технических культур во всех зонах орошаемого земледелия. Представляет собой одноосное шасси на пневматических колесах. На шасси смонтированы два барабана с гидроприводами и другие узлы. На каждый барабан намотан гибкий полиэтиленовый водопроводящий трубопровод длиной 250 м. Аппарат установлен на двухколесной перемещающейся тележке. Барабан снабжен специальными механизмами вращения для наматывания гибкого трубопровода. Эти механизмы приводятся в действие за счет энергии потока воды, поступающей из оросительной сети к дождевателю, который присоединяется к гидранту сети при помощи армированного шланга. Расход воды общий (на два дождевальных аппарата) – 17,8 л/с.

Передвижные дальнеструйные дождевальные машины ПДМ-2500 и ПДМ-3000 применяются для орошения сенокосов, пастбищ, пропашных культур, овощей и др. Обслуживается трактором марки типа МТЗ, производительность полива изменяется соответствен-

но до 1,2 – 2,0 га/ч скорость движения распылителя 10 – 150 м/ч, расход воды – до 60 куб.м/ч, площадь орошения – 2,45 – 6,3 га, дальность подачи воды от водоема – до 2,0 км, мощность привода насоса – не ниже 40 кВт, рабочее давление на гидротурбину – 0,2 – 1,2 Мпа, рабочая ширина захвата – до 70 – 90 м, рабочая длина захвата – 350 – 700 м. Габаритные размеры машины: длина – 7,05 м, ширина – 2,27 м, высота – 3,5 – 3,9 м.

Установка дождевальная УД-2500 предназначена для орошения садовых и ягодных культур путем перемещения распылителя вдоль рядов растений с забором воды из закрытого или открытого источника. От гидранта закрытой оросительной сети вода подается на гидропривод установки с давлением не ниже 0,3 – 1,0 Мпа. На барабан может наматываться до 600 м полиэтиленовой трубы диаметром 75 мм, по которой вода подается непосредственно к среднеструйным распылителям. Скорость сматывания полиэтиленовой трубы на барабан, а значит и скорость перемещения механизма по полю может изменяться от 10 до 130 м/ч. Производительность – до 0,3 га/ч, расход воды – до 60 куб.м/ч, дальность подачи воды от водоема – до 1,5 км, рабочая ширина захвата – до 25 м, рабочая длина захвата – 600 м, масса – 3,5 т.

Оборудование поливочное ОП-600 предназначено для полива овощных, кормовых, технических культур и многолетних трав. Принцип его работы аналогичен УД-2500. Производительность (в зависимости от нормы полива) – до 0,9 га/ч, скорость движения распылителя – 10–150 м/ч, расход воды до 60 куб. м/ч, дальность подачи воды от водоема – до 1,5 км, распылитель дальнеструйный, рабочее давление – 0,2–1,2 Мпа, рабочая ширина захвата – до 90 м, рабочая длина захвата – 2х400 м, масса – 3,5 т.

Дождеватель дальнеструйный навесной ДДН-70 – компактная высокоманевренная машина. Состоит из дальнеструйного аппарата, повышающего редуктора, центробежного насоса со всасывающей линией, механизма вращения и гидроподкормщика.

Дождеватель работает позиционно с забором воды из гидрантов стационарной оросительной, сети или от переносных трубопроводов, а также из открытых оросителей. Он оборудован гидроподкормщиком, чтобы вносить удобрения одновременно с поливом.

ДДН-70 предназначен для полива овощных, кормовых, технических культур, садов и лесопитомников. В последних случаях дождеватель комплектуется удлинительной вставкой. При поливе нежных, а также молодых растений следует большую насадку поменять на одну из насадок с меньшим диаметром (45 или 35 мм).

Дождевальная техника должна обеспечивать регулирование водно-воздушного режима почвы в заданных пределах, создавать качественный дождь. Выбор дождевальной техники следует осуществлять в два этапа. Вначале определяют техническую применимость ее (одного или нескольких видов) относительно конкретных почвенно-климатических условий участка, а затем путем расчетов окончательно устанавливают, какая техника наиболее целесообразна экономически.

Тема 9. Ресурсосберегающие способы и орошение в особых условиях

1. Ресурсосберегающие способы и технологии орошения.

1.1. Внутрипочвенное орошение: сущность, условия применения и виды систем.

1.2. Капельное орошение: сущность и возможность применения.

1.3. Другие ресурсосберегающие способы и технологии орошения.

2. Орошение в особых условиях.

2.1. Орошение садов и ягодников.

2.2. Особенности орошения почв в защищенном грунте, фермерских хозяйств и садово-огородных участков.

1. Ресурсосберегающие способы и технологии орошения

1.1. Внутрипочвенное орошение: сущность, условия применения и виды систем

Разнообразие сельскохозяйственных культур, возделываемых в различных природно-климатических условиях, предопределяет применение различных способов и техники орошения. Все большую значимость приобретают разработка и внедрение экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий.

Сбережение энергии и материалов как при транспортировке воды, так и непосредственно в процессе полива, является определяющим направлением в энерго- и ресурсосберегающих технологиях орошения. Новые, нетрадиционные способы орошения (капельное и внутрипочвенное, синхронно-импульсное и микрождевание, аэрозольное увлажнение и т.д.), основанные на предельном рассредоточении тока воды и малой интенсивности водоподачи, дают возможность значительно снизить потребность энергии.

Внутрипочвенное орошение Системы внутрипочвенного орошения применяются в первую очередь в степных, полустепных, пустынных зонах при остром дефиците воды для полива высокорентабельных сельскохозяйственных культур, а также вблизи населенных пунктов и животноводческих комплексов при использовании на орошение подготовленных городских сточных вод и животноводческих стоков.

Привнутрипочвенном способе орошения корнеобитаемый слой почвы увлажняется с использованием труб – увлажнителей или кротовин, устроенных на небольшой глубине, или с помощью специальных приспособлений, которые вводят влагу непосредственно в корнеобитаемый слой.

Вода для увлажнения корнеобитаемого слоя подается по кротовинам, трубкам, желобам и т.д. Для устройства труб-увлажнителей применяют гончарные, пористые и полиэтиленовые; трубы. Подпочвенные увлажнители обычно располагают на глубине 40 – 50 см от поверхности земли с расстоянием между ними 1 – 3 м (в зависимости от возделываемых культур и почв участка). Вода в почву поступает через стыки труб, которые обсыпают пористым материалом. Если в качестве увлажнителей используются пористые трубки, то стыки закладывают наглухо, а вода из трубок проникает в почву через поры стенки. При этом вокруг труб образуется увлажненная зона, имеющая первоначально вид овала, вытянутого книзу. Движение воды в зоне увлажнения при напорных системах происходит

под действием гидростатического напора (силы тяжести) и капиллярных сил. Почва достаточно равномерно увлажняется по длине увлажнителей, если их длина не превышает 200 – 250 м.

В качестве увлажнителей в плотных грунтах можно использовать искусственные кротовины, которые нарезают в начале оросительного периода при помощи специальных кротователей или кротовых плугов. Кротовины выполняются на глубине 0,35 – 0,6 м при расстояниях между ними 0,5 – 1,5 м. Длина кротовин принимается 50 – 200 м, средний диаметр 5 – 15 см

В зависимости от рельефа местности устройство и расположение оросительной и увлажнительной сети может быть запроектировано по продольной, поперечной или смешанной схемам.

1.2. Капельное орошение, сущность и возможность применения

Капельное орошение. Анализ принципиальных особенностей капельного орошения показывает его большую перспективность. Такая система орошения может быть автоматизирована наиболее полно. Основной принцип данного способа – постоянное обеспечение растений водой и удобрениями в соответствии с физиологической потребностью и точно в требуемом количестве с помощью точечных микроводовыпусков – капельниц. При этом потери воды на испарение и фильтрацию минимальные, что особенно важно для районов с ограниченными водными ресурсами.

Капельным орошением почва увлажняется в зоне максимального развития корневой системы растений, где поддерживается хорошая аэрация. В корнеобитаемый слой вода подается под определенным напором по сети расположенных на поверхности или внутри почвы пластмассовых трубопроводов с помощью микроводовыпусков-капельниц. Воду подают ежесуточно (в течение 3–4, иногда 12 ч) очень малым расходом (0,9 – 1,1 л/ч), что обеспечивает медленное (капельное) поступление ее в почву непосредственно около растений. В некоторых случаях вода может подаваться непродолжительное время один раз в несколько суток.

Наибольшее распространение капельное орошение нашло в США, Австралии, Израиле, ФРГ, Франции, Италии и других странах. Капельное орошение применяется также в Молдове и в Украине.

Основным рабочим органом являются водовыпуски – капельницы, которые размещаются на поливных трубопроводах. Расстояние между капельницами на поливном трубопроводе определяется расположением орошаемых культур либо расчетом в соответствии с впитывающей способностью корнеобитаемого слоя почвы и водопотреблением растений. От штамба древесных растений их располагают на расстоянии не менее 50 см.

Разработано большое количество конструкций капельниц. Среди капельниц первого поколения известны капельницы из пластмассовых микротрубок. Расход воды в них регулировался изменением потерь на трение при изменении длины трубок. Вторую группу составляли винтовые капельницы. Вода в этих капельницах проходила по зазорам между

нарезками винтов и цилиндров. Винты для регулирования расходов широко использовались и в микротрубках.

Преимущества капельного орошения: снижение затрат труда на поливе, сохранение структуры почвы, отсутствие корки на поверхности почвы, возможность подавать удобрения непосредственно к корневой системе растений, снижение поливной нормы на 30–60%, возможность применять на территориях с большими уклонами, повышение урожая на 30 – 40% и более. Широкое распространение этого способа сдерживается из-за высоких расходов на дорогостоящие пластмассовые детали, которые периодически могут выходить из строя при неправильной эксплуатации. Существенный недостаток – возможность закупки трубок (и капельниц) вследствие естественной загрязненности поливной воды, применения некачественных (нерастворимых) удобрений.

1.3. Другие ресурсосберегающие способы и технологии орошения

Аэрозольное увлажнение. Причиной резкого снижения урожайности сельскохозяйственных культур часто является засуха – почвенная и атмосферная. Атмосферная засуха наблюдается при высокой температуре и низкой влажности приземного слоя воздуха даже при высокой влажности почвы. Увеличение температуры воздуха выше определенного предела приводит к прекращению фотосинтеза и вызывает резкое снижение продуктивности растений. Кроме этого, при низкой влажности и высокой температуре воздуха на эвапотранспирацию затрачивается избыточное количество почвенной влаги.

Цель аэрозольного (мелкодисперсного) увлажнения – снижать температуру и повышать влажность приземного слоя воздуха, чтобы создать более благоприятный для развития растений микро- и фитоклимат. Основа метода заключается в периодической обработке растений мелкораспыленной водой с диаметром единичной капли 100 – 600 микрон. Такое увлажнение проводится только в жаркие сухие дни, когда температура воздуха и листьев превышает физиологически оптимальную для данной культуры. Норма разового воздействия на растения составляет 100 – 500 л/га в 1 ч в зависимости от температуры и влажности воздуха.

Субиригация. К субиригации (называемой в Беларуси подпочвенным увлажнением) относят способ, при котором требуемая для растений подача влаги в корнеобитаемый слой осуществляется по почвенным капиллярам от искусственно управляемого (поддерживаемого на заданной глубине) уровня грунтовых вод.

Искусственный подъем уровня грунтовых вод может быть осуществлен одним из следующих путей: шлюзованием (подпором) сбросных, дренажных и оросительных каналов; подачей оросительной воды в поглощающие колодцы или по нарезанным на массиве сильно фильтрующим каналам; по проложенным на определенной глубине трубчатым увлажнителям; сплошным затоплением поверхности поля; уменьшением естественного оттока грунтовых вод; подпитыванием верхних слоев почвы напорными артезианскими водами через прорезанные «окна» в водоупоре.

В Беларуси широко распространена субиригация с помощью шлюзования на осу-

шительно-увлажнительных системах с близким залеганием к поверхности почвы хорошо фильтрующего подстилающего слоя. От внутрипочвенного орошения шлюзование отличается небольшими капитальными вложениями, но вместе с тем и неравномерностью увлажнения почв, высокой инерционностью и невозможностью регулировать водный режим почв в полном соответствии с потребностями всех возделываемых на осушаемом массиве культур.

Импульсное дождевание. Импульсное дождевание позволяет поддерживать оптимальную влажность почвы в течение всего вегетационного периода, создавать оптимальный для растений микроклимат при снижении расхода воды на единицу продукции, полностью исключить образование луж и эрозию почвы. Накоплен положительный опыт по применению этой технологии в различных регионах при возделывании овощей, чая, фруктов, люцерны, свеклы и других культур. Прирост урожая при этом существенно больше, чем при обычном дождевании.

Импульсное дождевание – одно из новых прогрессивных технологических направлений в орошении. Оно обеспечивает частые поливы при очень малых разовых поливных нормах, позволяя регулировать микроклимат, поддерживать относительную влажность воздуха на высоте растений в благоприятных пределах при снижении максимальной температуры в наиболее жаркие периоды дня в среднем на 2–3С⁰.

Синхронное импульсное дождевание (СИД) позволяет осуществить принцип «непрерывного» (по А.Н. Костякову) снабжения сельскохозяйственных культур водой на протяжении всего вегетационного периода в соответствии с ходом их водопотребления. Приводится импульсными аппаратами нового типа, работающими по сигналам понижения давления в напорной сети. Работают аппараты одновременно на всей площади в режиме непрерывно чередующихся пауз накопления в гидропневмоаккумуляторах и периодов выброса воды под воздействием сжатого воздуха. Чтобы обеспечить водоподачу, равную водопотреблению сельскохозяйственных культур, продолжительность пауз накопления должна быть в 50 – 200 раз больше периодов выплеска воды; средняя интенсивность дождя при этом составляет 0,01 – 0,002 мм/мин.

Приземное дождевание. На качество обыкновенного дождевания большое отрицательное влияние оказывает ветер. Ветер, кроме того, увеличивает общие потери воды при дождевании. Поэтому для орошаемого земледелия в засушливых зонах с частыми большими скоростями ветра и низкой влажностью воздуха разработана технология приземного дождевания. Суть её в том, что вода разбрызгивается на высоте не более 1 м от поверхности почвы. Это позволяет дождевальным машинам работать при ветре до 12 м/с без существенных потерь воды.

Приземное дождевание можно проводить серийно выпускаемыми дождевальными устройствами (ДДА-100МА, «Кубань» и т.п.) путем их соответствующего переоборудования. Например, при переоборудовании ДДА-100МА дождевальные насадки заменяются шланговыми водовыпусками. Остальные узлы сохраняются полностью. Переоборудова-

ние этой машины для приземного дождевания позволяет повысить ее производительность, уменьшив потери воды на испарение до 20%.

Подкроновое дождевание (микродождевание). Подкроновое дождевание по сравнению с обычным более экономично по затратам энергии и воды, оно позволяет получить прибавку урожая плодовых культур в 20–40%. Применяется при орошении садов.

Для подкронового дождевания используются малорасходные дождевальные микронасадки, расположенные под кроной, действующие под небольшим давлением и обеспечивающие качественное распыление дождя. При таком дождевании листовая поверхность растительности не увлажняется, снижается распространение грибковых заболеваний, с листьев не смываются средства защиты растений, уменьшаются потери воды на испарение.

Увлажнение приземного слоя воздуха. В засушливых районах на урожайность сельскохозяйственных культур, как на богарных, так и на орошаемых землях в значительной степени влияют суховеи и пыльные бури. Степень повреждения культур зависит от интенсивности и продолжительности суховея. Растения могут переносить без необратимых повреждений слабые суховеи в течение 4–6 суток, а очень интенсивные – только несколько часов.

В борьбе с суховеями наибольшее значение имеет орошение. Обычное орошение, в том числе и дождевание, смягчает действие атмосферных засух, но полностью снять их влияние, особенно при сильных суховеях, не может. Наиболее кардинальным решением проблемы по борьбе с суховеями является аэрозольное увлажнение, применяемое на крупных массивах. Образовавшееся при таком аэрозольном увлажнении огромное облако мелкодиспергированной воды перемещается ветром и покрывает большую площадь, снижая температуру приземного слоя и повышая относительную влажность воздуха.

В Беларуси ранние и поздние весенние заморозки часто снижают урожай (или вообще приводят к гибели) овощных культур, ягодников, виноградников и садов. Для защиты растений от заморозков можно применять *предзаморозковые или предупредительные поливы*, проводимые заблаговременно, до наступления заморозков; поливы охладительные, чтобы сдвинуть сроки наступления фазы цветения у плодово-ягодных культур; противозаморозковые, осуществляемые непосредственно в период заморозков. Наиболее отработанный последний метод.

Противозаморозковое дождевание основано на выделении или поглощении тепла при переходах воды из одного фазового состояния в другое, например из жидкого в твердое или из газообразного в жидкое. Увлажнение почвы увеличивает ее теплоемкость и теплопроводность, что способствует накоплению в ней тепла до заморозков, а также его передаче к поверхности почвы из более глубоких теплых слоев в период заморозков. Во время заморозков температура используемой на поливе воды обычно значительно выше температуры почвы и приземного слоя воздуха, поэтому подача оросительной воды уже способствует повышению температуры среды обитания растений.

Лиманное орошение. Лиманное орошение –использование талых вод для однократной весенней влагозарядки почвы. При лиманном орошении территорию с низовых сторон окружают валами или дамбами, с помощью которых задерживают стекающую с водосбора (или сбрасываемую из водохранилища) воду. Задержанная вода проникает в почву, а излишки ее сбрасывают через водообходы и специально устроенные водовыпуски.

К преимуществам лиманного орошения относятся; простота устройства и эксплуатации, дешевизна, возможность орошать повышенные участки без применения водоподъема, увеличение внутреннего влагооборота, снижение эрозийных процессов. Недостатки: возможность проведения только одноразового весеннего полива; ограничение применения по условиям рельефа, почв и выращиваемых сельскохозяйственных культур; неравномерность увлажнения почвы по площади и непостоянство орошаемой площади по годам вследствие колебаний стока.

В зависимости от характера источника, способа регулирования и глубины заполнения применяют несколько видов лиманов.

По расположению в плане лиманы могут быть одноярусные (простые) образуемые только одним валом или дамбой, и многоярусные, образуемые несколькими рядами дамб или валов. В этих случаях вода поступает из верхних ярусов в нижние через водообходы и водовыпуски, которые устраивают в оградительных каналах.

По глубине затопления водой лиманы подразделяются на мелкие (глубина воды 0,15 – 0,40 м), средние (0,40 – 0,70 м) и глубокие (более 0,7 м).

Размеры лиманов зависят от рельефа местности и почв, а также величины стока. Длина и ширина яруса лимана не должна стеснять механизацию сельскохозяйственных работ. Как правило, лиманы имеют ширину яруса 100 – 700 м, а длину – 400– 1000 м.

Норма лиманного орошения зависит от климатических условий, водно-физических свойств почвогрунтов, характера сельскохозяйственного использования и других факторов и принимается в пределах – 1500 – 4000 м³/га.

Продолжительность затопления лиманов зависит от оросительной нормы, водно-физических свойств почвы и биологических особенностей возделываемых сельскохозяйственных культур. Чаще всего затопление длится от 3 – 6 до 10 – 12 суток

2. Орошение в особых условиях

2.1. Орошение садов и ягодников

В повышении урожайности садов и ягодников наряду с другими факторами (специализация и концентрация, сортовой состав, агротехника и т.д.) важное значение имеет их орошение. При этом следует отметить, что плодово-ягодные культуры отличаются повышенной требовательностью к водному режиму, расходуют большое количество воды на эвапотранспирацию. Все это приводит к тому, что естественный водный режим почв в большинстве случаев часто отклоняется от оптимального для плодово-ягодных культур.

Многочисленными исследованиями показано, что режим орошения плодово-ягодных культур зависит от большого количества факторов (возраст, система содержания

междурядий, природно-климатические условия, способ полива и т. д.). Установлено, что оптимальная влажность корнеобитаемого слоя почвы для садов мало изменяется в течение периода вегетации и может быть принята равной 60 – 80% от наименьшей влагоемкости.

Глубина расчетного слоя увлажнения при орошении дождеванием в молодых садах рекомендуется в пределах 50 – 60 см, в плодоносящих – 60 – 80 см. При поверхностных поливах расчетный слой может быть увеличен до 100 – 120 см.

2.2. Особенности орошения почв в защищенном грунте, фермерских хозяйств и садово-огородных участков

Орошение в защищенном грунте. В защищенном грунте выращивают огурцы, томаты, редис салат, лук зеленый и другие культуры. В теплицах готовят для открытого фунта рассаду капусты и томатов. Специфические условия выращивания культур в теплицах (отсутствие естественных атмосферных осадков, ветра и т.д.) накладывают свой отпечаток и на режим поливов в них.

Чтобы определить величину водопотребления растений в теплицах, применяется метод, основанный на связи его с притоком суммарной солнечной радиации. Эта радиация находится при помощи интегратора и пиранометра, которые устанавливаются внутри теплицы. Учет ведется ежедневно. На основе данных за одни, двое и более суток от предыдущего полива вычисляют норму полива (расчетное суммарное водопотребление)

$$m = (1,02T + 0,011Q)K, \text{ (л/м}^2\text{)} \quad (7.1)$$

где T – время, за которое определяется норма полива, сут.;

Q – приток суммарной солнечной радиации, кал/см²;

K – коэффициент зависимости нормы полива от водно-физических свойств почв и месяца вегетации.

Нормирование поливов данным методом рекомендуется начинать через 7–10 дней после посадки рассады в теплицу с исходной влажностью почвы 70–75% НВ. Частота поливов зависит от фазы роста и развития растений, притока солнечной радиации. Если суточный приток радиации ниже 50 кал/см², огурцы поливают раз в 3 дня, томаты – 1 раз в 5–7 дней; при поступлении 50–200 кал/см² поливы проводят соответственно через 2–3 и 4–5 дней. Если суточный приток радиации превышает 200 кал/см², то культуры поливают почти ежедневно, а томаты – 1 раз в 3–4 дня. Поливать огурцы и особенно томаты после 15 ч не рекомендуется, так как растения до наступления ночи должны стать сухими. Лучшее время для полива утренние солнечные часы.

Для более полного впитывания воды в грунт и во избежание ее стока в дренажную сеть нормы полива определяют таким образом, чтобы за один цикл огурцы получали не более 2–3 л/м², томаты – 5–6 л/м². Количество поливов (2–3) устанавливают в зависимости от поливной нормы. Средняя поливная норма в зимних теплицах для огурцов колеблется в пределах 3–6 л/м², для томатов – 6–14 л/м² (в зависимости от месяца вегетации).

В теплицах для орошения часто применяется дождевание, осуществляемое при по-

мощи специальных дождевальных насадок. Перспективно также внутрпочвенное и особенно капельное орошение.

Орошение огородов. В последнее время в Республике Беларусь больше внимания уделяется развитию огородничества и фермерских хозяйств. На этих участках, особенно на огородах, в основном выращивают овощи и плодово-ягодные культуры.

При поливе небольших огородных участков следует учитывать и биологические особенности овощных культур. Так, при выращивании капусты необходимы умеренная температура воздуха и повышенная влажность почвы. Следует также иметь в виду, что раннюю и цветную капусту необходимо поливать в первую очередь. Однако избыточное увлажнение также не приносит пользы. Крупные листья и крупные клетки ткани капусты не приспособлены к экономному расходованию воды, а восковой налет является слабой защитой от усиленного испарения. Для поздней и средней капусты умеренная влажность в начале вегетации не приводит к снижению урожайности, так как корневая система растений проникает в более глубокие слои почвы, где запасы влаги сравнительно устойчивы. Если капуста предназначена для хранения, то никаких поливов в течение последнего месяца перед уборкой проводить не следует.

Растения огурца очень требовательны к влажности почвы. Однако в период от всходов до цветения его также рекомендуется поливать умеренно, т.е. можно снижать влажность почвы до 70% НВ. Но в период плодоношения необходимо поливать после каждого сбора (около 1,5 ведра на 1 м²).

Томаты к влажности почвы предъявляют умеренные требования, поскольку их листья и стебли хорошо защищены от испарения ворсинками. Лучше всего их поливать локально, подавая воду непосредственно к нижней части стебля и не допуская попадания воды на листья растений. Учитывая способность томатов к развитию мощной массы и слабую сосущую силу корневой системы, их необходимо поливать чаще в период от начала плодообразования до начала созревания.

Орошение в любительском садоводстве. Рекомендуемое общее количество подаваемой воды (оросительная норма) в сухой год в расчете на 1 м² площади питания за период вегетации составляет для сливы – 12 ведер, вишни – 10, смородины – 19, крыжовника – 12, малины – 11, земляники – 14 ведер. Землянику лучше поливать малыми нормами, но часто, а крыжовник, вишню, яблони – редко, но большими поливными нормами.

Тема 10. Культуртехнические и другие виды мелиорации. Мелиорация и охрана окружающей среды

1. Культуртехнические мелиорации.

1.1. Культуртехническая неустроенность сельскохозяйственных земель.

1.2. Виды, способы и технологии культуртехнических работ.

1.3. Оструктурирование и окультуривание почв.

2. Противозерозионные мелиорации.

3. Химические мелиорации.

4. Борьба с засолением почв.

5. Сельскохозяйственное освоение мелиорированных земель.

6. Мелиорация и охрана окружающей среды.

1. Культуртехнические мелиорации

1.1. Культуртехническая неустроенность сельскохозяйственных земель

Культуртехническая карта. Для определения видов и объемов работ по культуртехнической мелиорации проводят почвенно-мелиоративные, геоботанические и культуртехнические обследования объектов освоения, материалы которых используют для хозяйственной оценки земель и выбора оптимальных технологий для проведения культуртехнических работ.

Залесенность земель характеризуется плотностью древостоя по количеству стволов на 1 га, породному составу и среднему диаметру стволов на уровне около 1,5 м от поверхности

Закустаренность земель оценивают по высоте, диаметру (у корневой шейки) и плотности покрытия проекциями крон, а также по количеству стволов на 1 га.

По технологическим свойствам древесно-кустарниковые породы подразделяют на одноствольные, у которых корневая система стержневая или слаборазветвленная (береза, осина, дуб, кедр, ель и др.), и гнездовые, имеющие разветвленные корни и нередко корневые кочки-колбы (ива, орешник, черемуха, крушина, шиповник, ольха серая и др.).

Пни характеризуют по размерам, давности рубки и породному составу.

Размеры пней определяют по диаметру (см): мелкие – 12 – 23, крупные – 23 – 40, очень крупные – более 40.

По давности рубки леса (возрасту) пни различают: свежей рубки – 1 – 2 года, средней давности рубки – 3 – 4 года, давней рубки – 5 – 8 лет.

По характеру корневой системы в зависимости от породы дерева и почвенных условий пни подразделяют на следующие группы:

с глубоким стержневым корнем и глубокими боковыми корнями (дуб, сосна);

с глубоким стержневым корнем и неглубокими боковыми корнями (береза и др.);

с боковыми горизонтально разветвленными корнями – стелющейся корневой системой (ель, серая ольха, сосна на болотах и др.).

Засоренность почвы погребенной древесиной встречается на торфяниках. Ее

оценивают методом зондирования торфа на глубину до 50 см .

Каменистость почвы определяют по наличию камней (покрытие почвы) и их объемам.

По размерам (среднему диаметру) камни подразделяют на глыбы – более 1 м; крупные – 0,6 – 1; средние – 0,3 – 0,6; небольшие – 0,1 – 0,3; мелкие – 0,05 – 0,1 м; гальку и щебень – 0,01 – 0,05 м.

Размер (объем) камня ($V, м^3$) определяют по его среднему диаметру $V = 0,7 d^3$, где коэффициент 0,7 учитывает форму камня.

Средний диаметр d определяют путем измерения длины, ширины и высоты камня (сумму трех величин делят на три).

Наличие полускрытых и скрытых камней определяют на глубине до 30 см.

Закустаренность и каменистость почвы снижают урожайность сельскохозяйственных угодий.

Кочки по происхождению подразделяют на земляные (землистые) и растительные. К земляным относят скотобойные, муравейниковые, кротовинные, а также кочки-глыбы, образовавшиеся при вспашке; к растительным – осоковые, пушицевые, щучковые и моховые.

Закочкарность площади определяют по количеству кочек, приходящихся на 1 га: редкие кочки – менее 5 тыс., средние – 5 – 15 тыс., густые – более 15 тыс. шт.

По высоте различают низкие (карликовые) кочки – менее 25 см, средние – 25 – 40, крупные – 40 – 55 и огромные (очень крупные) – 55 – 70 – см и более.

Другие неровности рельефа (ямы, старые канавы, западины, мочажины, бугры и пр.) оценивают также по размерам и количеству на 1 га.

Дернина – это поверхностный слой почвы с многолетней травянистой растительностью, отличающийся значительной связанностью частиц почвы корнями растений и наличием органического вещества. Дернина различается по виду растительности (бобово-злаковая, осоковая, торфяно-моховая и др.), происхождению (сеяная, дикорастущая), по плотности и связи с почвой (рыхлая и связная). По толщине (мощности) ее разделяют на слабую – до 6 см, среднюю – 7 – 12 и мощную – 13 – 20 см и более.

Результаты обследований заносят в почвенно-мелиоративную характеристику земельного участка, на основании которых для наглядности с площадью условных обозначений составляется почвенно-мелиоративная карта.

1.2. Виды, способы и технология культуртехнических работ

Удаление кустарника и мелкокося кусторезом. Перед началом работы участок осматривается и разбивается на загоны по одной из схем работы кусторезом: спирально-челночной, загонной и в свал. Пни старой рубки диаметром 15 см и более удаляются отдельно. Полосы разворота кусторезом следует очищать от древесной растительности. На зарослях с редким кустарником применение кусторезов нецелесообразно. Срезка лучше

выполняется в условиях промерзания почв: минеральных – на 10...15 см, торфяно-болотных – на 20 см. Тонкоствольный, гибкий кустарник (ивняк) лучше срезать при наличии снежного покрова (30...50 см), обеспечивая этим сопротивление изгибу стволов.

Очистка обрабатываемой площади от пней и корней, оставшихся после удаления наземной части древесной растительности, производится навесными корчевальными боронами в два перекрестных следа с разрывом 3...5 дней челночным или спирально-челночным способом. Сгребание выкорчеванных пней осуществляется корчевателями-собираателями (рис. 10.1) с перетряхиванием через 7...15 дней. Во всех случаях эти операции нельзя проводить в дождливую погоду, когда на корнях остается мокрая земля.

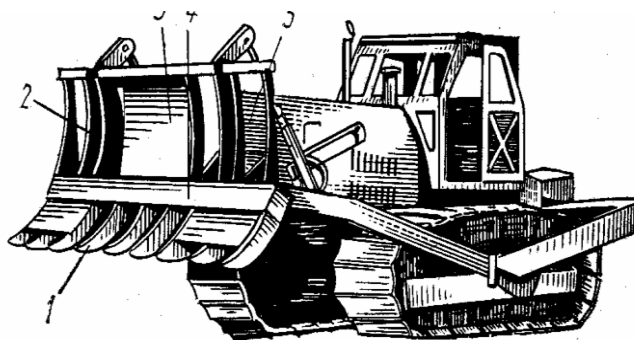


Рисунок 10.1. – Корчеватель-собираатель

1-зубья-клыки; 2- подъемник; 3-основной отвал; 4-балка; 5-уширители

Фрезерование кустарника и погребенной древесины выполняется на торфяно-болотных почвах машинами типа МТП-42, которые фрезеруют верхний слой торфяной залежи вместе с кустарником, мелкими пнями, погребенной древесиной, кочками и моховым очесом. Работа этих машин заменяет срезку, корчевку, уборку кустарника и погребенной древесины, первичную обработку почвы, а также выравнивание поверхности.

Данный метод обеспечивает ввод неликвидной древесины в баланс органического вещества. Перед началом работ с участка необходимо удалить деревья диаметром 12 см и более, пни диаметром более 20 м. При покрытии участка густым кустарником и наличии погребенной древесины предварительно рекомендуется произвести его срезку и сгребание в валы, а затем глубокое фрезерование площади. При покрытии площадей средним и редким кустарником и отсутствии в верхнем слое залежи погребенной древесины (менее 1%) целесообразно проводить мелкое фрезерование на глубину 15...20 см в сочетании со вспашкой на глубину 30...35 см в летний период с последующим дискованием и прикатыванием. Обязательной операцией является прикатывание торфяников тяжелыми катками.

Очистка торфяной залежи от погребенной древесины. Помимо фрезерования удаление погребенной древесины из верхнего слоя торфяной залежи производится корчевкой. При пнистости до 0,5% – корчевальной бороной; от 0,5 до 1,5% – роторным корчевателем МТП-81 в два следа; от 1,5 до 3% – в три; от 3 до 5% – в четыре следа.

Древесина, извлеченная на поверхность корчевальной бороной сгребается в валы (до

50 м) для последующей вывозки к месту складирования, а извлеченная машиной МТП-81 поступает сразу в специальный бункер-накопитель или в кучи для последующей вывозки к месту складирования.

Уничтожение кочек и мохового оцеса. Кочки по происхождению и свойствам бывают растительные, земляные, приствольные, пневые, привалунные, а по высоте – карликовые – до 15 см, низкие – 15...25, средние – 25...30 и высокие – более 30 см. Карликовые не препятствуют пахоте и специально не уничтожаются. Растительные кочки высотой 15...25 см уничтожаются машиной ФБН-2 в один след с последующим прикатыванием, а земляные кочки – дискованием в два следа в перекрестном направлении также с последующим прикатыванием.

Ликвидировать кочки можно и путем срезки с последующей вывозкой их за пределы участка. Приствольные, пневые и привалунные кочки удаляются корчевателями в процессе корчевки пней и камней.

Очистка мелиорируемых земель от камней. До начала работ осматривается участок и разбивается на загоны с отметкой вешками малозаметных и полускрытых валунов, а также намечаются оптимальные маршруты вывозки камней к местам складирования, указанным в плане.

Перед началом камнеуборочных работ производится извлечение скрытых в почве на глубине 0,5 м средних и крупных камней плоскорезом МП-9 (К-62). Схема движения плоскореза – челночная с разворотом в конце гона. При каменистости более 50 м³/га вычесывание производится в два следа во взаимно перпендикулярных направлениях. Уборка извлеченных камней, находящихся на поверхности, может производиться двумя способами: сгребание корчевателями-собирающими средних и крупных (диаметром 30 см и более) камней в кучи с последующей погрузкой на лыжи и пены; уборка машиной УПК-0,6, если отсутствуют камни диаметром более 65 см, или ПСК-1,0 (МТК-2,5), которая убирает камни диаметром 0,3...1,0 м. Обе работают по спиральной схеме.

После уборки крупных и средних камней бульдозером засыпаются ямы и выполняется планировка площадей. Перед очисткой почвы от мелких камней участок в обрабатываемом слое должен быть освобожден от камней диаметром более 30 см, вспахан и продискован. От мелких камней (диаметром 5–30 см) на глубину до 25 см при влажности почвы до 20% он очищается машиной МКП-1,5А или УКП-0,6. Последняя убирает камни диаметром 12...65 см с прочесыванием почвы на глубину 10 см. Камни диаметром 6...40 см убираются с поверхности и пахотного горизонта машинами КУМ-1,2.

Первичная вспашка. При выполнении этой операции требуется полная заделка дернины, древесных остатков, кочек и крупных болотных трав на заданную глубину. На поверхности пашни и в местах стыка пластов не должно оставаться травянистой или древесной растительности, способной к отрастанию. Дернина под свальными гребнями пропахивается. Глубина вспашки на осваиваемом участке равна заданной глубине (отклонение +6 см) на мощность гумусового горизонта. При пропашке на поверхность подзолистого гори-

зонта обязательно необходимо вносить органические удобрения.

Вспашка должна быть прямолинейной, без огрехов и недорезов отваливаемых пластов. Для обеспечения высокого качества вспашки обязательным приемом является предварительная разделка дернины болотной фрезой ФБН-2 в один след, а на каменистых площадях – дискование в два следа боронами БДТ-3, БДТ-7. После вспашки земель, расчищенных от древесно-кустарниковой растительности, предусматривается подбор древесных остатков. При этом количестве остатков древесины длиной от 20 до 30 см и диаметром от 4 до 7 см на участке 5х5 м не должно превышать 8 шт. Наиболее благоприятна влажность почвы при обработке не более 60...65% полной влагоемкости.

Одним из способов первичной обработки вновь осваиваемых земель является безотвальное рыхление. Такую обработку на минеральных почвах с мощностью гумусового горизонта менее 18 см следует производить по схеме: фрезерование (дискование в два следа); планировка в один след, дискование в один след, уборка мелких камней, планировка в один след, прикатывание. Глубина безотвального рыхления устанавливается с учетом мощности гумусового горизонта и проводится глубже его: для супесчаных почв – на 6...7, суглинистых – на 5...6 и глинистых на – 4...5 см.

Разделка пласта. Для создания на вспаханной поверхности рыхлого слоя достаточной мощности и выравнивания поверхности поля необходима разделка пласта дисковыми боронами. Глубина разделки пласта должна составлять $\frac{1}{2}$... $\frac{1}{3}$ его мощности и превышать 16...18 см. Разделять пласт необходимо при оптимальной влажности слоя вслед за вспашкой на минеральных землях и через несколько дней (3...5) после вспашки на торфяниках. Увеличение разрыва между вспашкой и дискованием ведет к уменьшению степени крошения почвы.

Планировка поверхности мелиорируемых земель производится после осушения и вспашки в сочетании с дискованием почв. Планировочные работы включают: засыпку понижений глубиной до 25 см и шириной 20...30 м; ликвидацию микропонижений, возникающих при обработке почвы; качественное выравнивание поверхности. При этом неровности после работы длиннобазовых планировщиков должны быть в пределах ± 7 см от горизонтали. Влажность почвы для производства работ в % от абсолютно сухой рекомендуется в пределах 20...28 (для глинистых), 13...25 (суглинистых), 12...17 (супесчаных), 10...15 (песчаных), 50...70 (торфяных).

Для послойного срезания грунта с планировкой площади и его перемещением используются скреперы (пример, прицепной скрепер ДЗ-13А с гидравлическим приводом и принудительной разгрузкой ковша).

Максимальная срезка – насыпка грунта не должна превышать 4 см за один проход. Количество следов прохода планировщика зависит от механического состава почв, мощности гумусового горизонта степени развития микрорельефа и составляет два следа для слабого микрорельефа (более 20 понижений на 100 га площади).

При проведении мелиоративных работ за счет нарушения верхнего плодородного

слоя технологией их ведения, естественное плодородие почв снижается. Для восстановления нарушенного плодородия необходимо предусматривать внесение органических удобрений. При выполнении на одном и том же участке нескольких видов работ общая доза органических удобрений рассчитывается по формуле

$$D = D_1 + (D_2 + \dots + D_n) / (n - 1), \quad (8.1)$$

где D_1 – доза удобрений, связанная с работой, приводящей к наибольшей потере плодородия почвы, т/га;

$D_2 \dots D_n$ – дозы для других видов работ, т/га;

n – количество видов работ.

1.3. Оструктурирование и окультуривание почв

Термин оструктурирование охватывает приемы по землеванию, торфованию и сапропелеванию почвы. Оструктурирование направлено в основном на улучшение ее структуры, водно-физических свойств и плодородия.

Землевание – способ улучшения физических, тепловых, агротехнических и микробиологических свойств торфяной почвы и солонцов путем внесения на них песка (пескование), суглинка и глины (глинование).

Внесение добавок минерального грунта повышает плотность и несущую способность торфа, улучшает проходимость тракторов и сельскохозяйственных машин, снижает кислотность пахотного слоя и содержание вредных для растений закисных соединений и полуторных окислов, улучшает питательный режим почвы, повышает устойчивость почвы к эрозии и дефляции, уменьшает опасность пожаров и влияние весенних заморозков.

Торфование – внесение торфа на песчаные и супесчаные почвы, обладающие высокой водопроницаемостью, малой водоподъемной и водоудерживающей способностью и содержащие малое количество перегноя, глинистых и илистых частиц. При внесении торфа повышается влагоемкость, улучшаются водно-физические, агрохимические и биохимические свойства почвы, активизируются микробиологические процессы, несколько улучшается пищевой режим и повышается продуктивность культур. На почвах глинистого и суглинистого состава этот прием неэффективен.

Сапропелевание почвы. «Сапропель» – современные отложения пресноводных непроточных водоемов или озер со слабыми течениями, в которых содержится не менее 15% органических веществ от абсолютно сухой массы. При добыче сапропеля обновляется озеро, почти потерявшее свою ценность, и одновременно в сельскохозяйственный оборот вовлекаются расположенные вдоль водоема пустующие земли.

В Республике Беларусь разведано более 200 месторождений сапропеля с общим запасом 3 млрд. м³ (75% сосредоточены в Белорусском Поозерье) и ежегодным приростом 1,8 млн. м³. Из сапропеля производят ценные гранулированные удобрения-сапрофиты (одна тонна дает прибавку 30...35 ц/га картофеля), он используется в лечебных, строительных и

других важных целях. Например, с 1977 г. на оз. Червоное Гомельской области ежегодно заготавливают 25...35 тыс. т. сапропеля.

2. Противозерозионные мелиорации

Виды эрозии почв. Под эрозией (от латинского – разъедать) понимают разрушение и смыв водой, стекающей по поверхности земли, или выдувание плодородного слоя ветром, то есть эрозия может быть водной и ветровой.

Водная эрозия – это разрушение и смыв почв и рыхлых пород ливневыми и тальными водами. Она возникает только на склонах при крутизне более $0,5...2^\circ$, если почва не покрыта растительностью. Различают два вида водной эрозии: поверхностную (плоскостную) и струйчатую (линейную). При поверхностной эрозии частицы почвы и содержащиеся в ней питательные вещества более или менее равномерно смываются с поверхности склонов текущей водой. Струйчатая эрозия характеризуется местными размывами не только почвенного слоя, но и рыхлых подстилающих пород с образованием промоин, склоновых, береговых или донных оврагов. Кроме водной эрозии, в районах с сильными ветрами происходит ветровая эрозия (пыльные бури, дефляция).

Согласно почвенно-эрозионному районированию, на территории Беларуси выделены три почвенно-эрозионные зоны. В северной зоне (Белорусское Поозерье) наиболее активно протекают процессы плоскостного смыва, в центральной – линейная и плоскостная эрозия. В нижней зоне (Белорусское Полесье) в наибольшей степени распространения ветровая эрозия (дефляция).

В республике с обрабатываемых склонов или открытых массивов с осушенными торфяниками и минеральными легкими по гранулометрическому составу почвами ежегодно выносятся от 1 до 100 и более т/га почвы. Средневзвешенный показатель смыва почвы составляет 10,7 т/га, дефляции – 10,0 т/га в год. С жидким стоком, смываемой и выдуваемой почвой ежегодно теряется в среднем 150 – 180 гумусов, 8 – 10 азота, 5 – 6 кг/га фосфора и калия.

Все виды эрозии наносят большой вред сельскому хозяйству, так как, уменьшая почвенное плодородие и ухудшая условия обработки земель вследствие образования оврагов, снижают урожайность полей и валовой выход сельскохозяйственной продукции.

Мероприятия по борьбе с плоскостной эрозией почв. Защите почв от эрозии уделяют большое внимание. Это одна из важнейших государственных задач в системе мер, принимаемых для дальнейшего развития сельскохозяйственного производства. Опыт показывает, что только взаимосвязанный комплекс таких работ способен полностью прекратить эрозию почв. Комплекс мер по борьбе с эрозией почв включает организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные и гидротехнические мероприятия.

Организационно-хозяйственные мероприятия. Их основа – правильная организация территории хозяйства. С этой целью составляют план организации территории, на который наносят границы почв, степень их эродированности и подверженности водной и

ветровой эрозии. На плане выделяют участки под специальные почвозащитные севообороты, полезащитные водорегулирующие и овражно-балочные насаждения, защитные сооружения. Поля севооборотов, дорожную сеть, место выпаса скота размещают так, чтобы не вызывалась эрозия почв. План размещения защитных насаждений и сооружений должен быть составной частью комплексного плана внутрихозяйственного землеустройства.

Агротехнические мероприятия. Основу их составляет правильная агротехника. Выполняют такие мероприятия с целью: предупреждения или резкого сокращения возможности проявления эрозионных процессов, повышения сопротивляемости почв смыву, размыву и выдуванию, увеличения водопоглощающих свойств почвы и уменьшения скорости ветра в приземном слое, накопления и сбережения влаги в районах недостаточного увлажнения, восстановления и повышения плодородия почв.

Наиболее эффективный и простой агротехнический прием защиты почв от водной эрозии – глубокая зяблевая вспашка поперек склона. Все последующие обработки почвы (боронование, культивация) выполняют поперек склона.

Уменьшить возможность образования эрозии можно кротованием и щелеванием почв. Кротование способствует задержанию до 150 м³ воды на каждом гектаре и увеличивает урожайность зерновых на 0,2 т/га. Щелевание предотвращает появление на поверхности почвы водонепроницаемой корки, уменьшает поверхностный сток и также способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Поперек длинных и крутых склонов, занятых садами и пропашными культурами, для предотвращения эрозии почв устраивают буферные полосы из многолетних трав или кустарников. При крутизне склона 6...8 ширину таких полос принимают 4...6 м, расстояние между полосами – 30...40 м, при крутизне 10...12⁰ ширину полос назначают 8...10 м, расстояние между полосами – 20...30 м. Интенсивность эрозии почв снижает также регулирование местного стока (например, снегозадержание) и применение системы удобрений, улучшающих структуру и физические свойства корнеобитаемого слоя.

Лесомелиоративные мероприятия заключаются в посадке лесных полос, которые размещают поперек склона. Благодаря лесной подстилке уменьшается поверхностный сток, больше задерживается вода на склоне, почва меньше промерзает и больше впитывает талых вод. Все это уменьшает смыв почвы со склонов. Лесные водорегулирующие полосы шириной 10...30 м размещают поперек склонов через 150...200 м.

Завершающая часть противозэрозионного комплекса – *гидротехнические мероприятия*. Ввиду относительно высокой стоимости их применяют в тех случаях, когда организационно-хозяйственных, агротехнических и лесомелиоративных работ недостаточно для прекращения эрозии или когда требуется в кратчайшие сроки надежно защитить дороги, строения и другие объекты от разрушения оврагами. В отличие от лесомелиоративных гидротехнические противозэрозионные мероприятия останавливают

разрушительное действие водной эрозии сразу после их осуществления.

Для борьбы с плоскостной и линейной водной эрозией почв создают гребневые, ступенчатые и траншейные террасы; устраивают водозадерживающие и водоотводные валы, распылители стока, наклонные террасы; строят водосбросы в вершинах оврагов (быстротоки, ступенчатые и трубчатые перепады, консольные сбросы); устраивают запруды, пороги и перепады по дну оврагов; создают водоемы для задержания талых и ливневых вод с целью однократного (лиманы) и регулярного (пруды) орошения земель и предупреждения размыва нижерасположенных по рельефу территорий; выполаживают овраги, балки, заравнивают промоины.

Чтобы предупредить образование и рост промоин и оврагов, строят гидротехнические сооружения, которые условно можно разделить на простейшие, выполняемые из местных грунтов (распылители стока, водоотводные валы-каналы, нагорные каналы, водозадерживающие валы), и сложные (быстротоки, перепады, консольные сбросы).

Распылители стока – это простейшие земляные сооружения, которые создают в местах опасной концентрации водного потока для его рассредоточения. Их делают на приовражных склонах, разъемных бороздах, у опушек леса, на межах, колеях дорог. Распылитель стока представляет собой прямолинейную канаву глубиной 0,4...0,6 м с земляным валиком высотой 0,3...0,5 м и длиной 10...40 м, расположенным под углом примерно 45° к потоку. Продольный уклон канавы на пахотных землях принимают 0,005...0,01. Распылители располагают по длине ложбины через 50...100 м.

Водоотводные (водонаправляющие) валы-каналы перехватывают сток и направляют его к водосбросным или водозадерживающим сооружениям. Их трассируют с небольшими продольными уклонами (0,003...0,005). В поперечном сечении валы-каналы делают треугольного или трапециевидного профиля с заложением откосов на пахотных землях 1:5...1:8, проходимыми для почвообрабатывающих агрегатов.

Мелиорация овражно-балочных земель. Зона овражно-балочных образований и прилегающих к ним территорий, подвергаемых водным эрозионным процессам, составляет овражно-балочную систему (ОБС).

Мелиоративно-хозяйственные мероприятия на ОБС включают заравниваемые промоины, неровностей и мелких оврагов глубиной до 1,5...2 м с последующим залужением; выполаживание оврагов; устройство водозадерживающих и водоотводящих валов, дамб-перемычек, донных запруд и др.; отсыпку несформированных (неустойчивых) откосов; создание берегоукрепительных лесных полос, залужение берегов и донных участков балок; укрепление береговых и донных отложений лесокустарниковой растительностью; сооружение водоемов и создание рекреационных зон.

3. Химические мелиорации

Химическая мелиорация направлена на регулирование реакции почвенной среды (рН), ее кислотности и щелочности, оструктурирование почвы, ее удобрение. Она включает

четыре основных приема: *известкование, гипсование, кислование почвы и применение химических мелиорантов* для улучшения структуры почвы.

Известкование почвы внесением CaCO_3 , позволяет повысить реакцию среды (рН) до 4,5...7,5, в зависимости от требований сельскохозяйственных культур. В Беларуси известкования требуют 2 млн. га пашни и 0,7 млн. га кормовых угодий.

Нормы внесения извести (известковых удобрений) зависят от почвы и реакции среды и качества удобрений. Помимо извести возможно применение доломитовой муки, сланцевой золы, цементной пыли, известкового туфа, сапропеля, озерной извести, дефеката. Нормы их внесения устанавливаются путем пересчета на физические дозы извести. Научными организациями разрабатываются приемы биологизации химической мелиорации. Найдены группы микроорганизмов, способные снизить фитотоксичность тяжелых металлов (алюминий, марганец, железо и др.).

Гипсование почвы. Солонцы, солонцовые комплексы и солонцовые почвы распространены в лесостепи, степи и зоне полупустынь. В зависимости от обводненности солонцы подразделяют на гидроморфные, полугидроморфные и автоморфные. При высыхании на них образуются прочные, трудно поддающиеся крошению глыбы, при увлажнении почвы подвержены заплыванию и становятся водонепроницаемыми, им свойственна высокая дисперсность.

Основным фактором их образования и низкой продуктивности является высокое содержание натрия в почве. В зависимости от содержания поглощенного натрия выделяют степень солонцеватости почвы: слабую (до 10% от емкости поглощения), солонцы (более 30%), по которой дают оценку их пригодности к земледелию и виду мелиорации.

Почвы со слабой солонцеватостью пригодны для сельскохозяйственного использования без химической мелиорации, при сильной степени солонцеватости и солонцы требуют химической мелиорации, которую выполняют путем внесения в почву сернокислого кальция – гипса, действие которого сводится к вытеснению поглощенного натрия кальцием.

Кислование – способ мелиорации садовых солонцов и солонцов с очень высокой щелочностью (рН 9...11) путем внесения кислых химических веществ (серная кислота, сера, сульфат железа, сульфат алюминия, хлористый кальций, фосфогипс, дефекационная грязь – отходы сахарных заводов и др.).

Кислование проводится в несколько этапов. Сначала строится коллекторно-дренажная и оросительная сеть, проводится капитальная планировка поверхности, вносятся химикаты и проводится промывка почвы. На первый этап уходит два года. Далее проводится рассоление почвы под культурой (люцерна, озимая пшеница), за счет промывного режима орошения, и окультуривание почвы. На проектную урожайность новые земли выводят в 4...5 лет.

Химические мелиоранты и структураторы. Для улучшения почвы путем уменьшения ее плотности и соленакопления в ней, повышения водопроницаемости и водоотдачи,

стабилизации почвенной структуры, закрепления гумуса и снижения проблемы эрозии, применяют химические вещества – мелиоранты, или структоры. Наиболее распространены азотсодержащие химические мелиоранты (жидкий аммиак, мочевино-формальдегидные конденсаты), которые вносят одновременно с рыхлением почвы на глубину 40...70 см, и поликомплексы (высокомолекулярные вещества), которые в почве после их введения, соединяясь между собой, образуют водопропрочную структуру почвы.

Ведется поиск поверхностно-активных веществ на основе отходов нефтеперерабатывающей промышленности, синтетических жирных кислот, полимеров-латексов и др. для уменьшения испарения с поверхности почвы и воды. В этом направлении ряд лет ведутся поисковые научные исследования.

Фосфоритование почвы. К химической мелиорации иногда относят применение минеральных удобрений: фосфорных, азотных, калийных, магниевых; микроудобрений: борных, медных, марганцевых, молибденовых, цинковых, кобальтовых и др.

Внесение фосфорных удобрений (суперфосфата, томасшлака, термофосфатов, фосфоритной муки) ускоряет развитие и созревание растений, повышает их зимостойкость, улучшает качество урожая (сахаристость свеклы, содержание крахмала в картофеле, качество волокна льна), повышает эффективность действия других удобрений.

Медикаментозные добавки. Известно, что некоторые хронические болезни внутренних органов человека вызываются недостатком в пище тех или иных химических элементов, нарушения минерального питания. Для восполнения их применяют хлорирование соли, фторирование воды.

Добавки в почву ограниченных доз тяжелых металлов (цинк, селен, медь, кобальт и др.) в районах, где они в дефиците, позволяют получить сбалансированные по элементному составу растительные продукты питания и корма и предотвратить болезни.

Это направление весьма перспективное, оно входит в состав агротехнической и санитарно-гигиенической мелиорации.

4. Борьба с засолением почв

Типы засоленных почв. Засолением почвы называют избыточное скопление в ней электролитных (растворённых или поглощенных солей $MgCl_2$, Na_2CO_3 , $NaHCO_3$, $NaCl$, Na_2SO_4), которые угнетают или губят сельскохозяйственные растения, снижают величину и качество урожая.

Меры борьбы с засолением. Если почва сильно засолена и содержит в метровом слое более 0,02...0,03% хлора, избыток солей удаляют *промывкой*, чтобы к посеву осталось ионов хлора не более 0,01% по массе. Для этого проводят полив затоплением и дают количество воды, которое растворяет соли и выносит их избыток в нижние горизонты или чаще в дренаж.

Промывка почвы – коренное улучшение засоленных и солонцеватых почв. Эффективность промывки зависит от физических свойств почвы и степени ее засоления, то есть соотношения в почве растворимых солей ионов Ca и Na. Промывку проводят на хорошо

спланированном и заборонованном участке, разбитом на чеки размером до 0,25 га с уплотненными валиками, которые исключают перелив воды через них или их прорыв. Планировку выполняют с точностью ± 5 см, высота подсыпок при планировке не должна превышать 25 см. Оросительную сеть нарезают так, чтобы вода подавалась самостоятельно в каждый чек. Во время промывок полосу шириной 10 м над дренажной оградой ограждают валиками и не затапливают водой.

На орошаемых землях дренаж применяют для понижения уровня грунтовых вод, для рассоления засоленных почв и предупреждения их вторичного засоления.

Дренаж на оросительных системах, как и при осушении избыточно увлажненных земель, делится на горизонтальный, вертикальный и комбинированный.

Закрытые дрены делают из гончарных трубок по 33 см, диаметром 50...200 мм или из крупнопористого бетона, пористого асфальтобетона и полиэтилена. Трубы укладывают впритык со щелями 0,5...1 мм. Стыки обвертывают стеклотканью или стекловатой.

В комбинированном дренаже вертикальные скважины-усилители капают водонесный горизонт и снижают его напор, понижают уровень грунтовых вод, что позволяет увеличить междренные расстояния в несколько раз.

Вертикальный дренаж представляет собой буровые скважины (колодцы) диаметром 0,7...1 м, глубиной 20...150 м, входящие в мощный водоносный пласт, закрепленные обсадными трубами с отверстиями, вода из которых откачивается насосами. В результате откачки воды уровень грунтовых вод вокруг колодца понижается, образуя воронку.

Глубину открытых горизонтальных дрен принимают 2,0...2,5 м, открытых коллекторов 2,5...3,5 м. Расстояние между дренажами принимают 200...350 м в зависимости от грунтов.

Для профилактики вторичного засоления почвы применяют строительные, эксплуатационные и агротехнические мероприятия, которые направлены на предотвращение подъема уровня грунтовых вод, а при высоком их стоянии – на понижение их уровня и уменьшение испарения грунтовой воды.

5. Сельскохозяйственное освоение мелиорированных земель

Принципы использования мелиорированных земель. Многообразие почвенного покрова мелиорированных территорий побуждает постоянно совершенствовать технологии возделывания сельскохозяйственных культур. К настоящему времени они могут достаточно четко дифференцироваться для трех основных групп почв – торфяных, связного гранулометрического состава, песчаных и рыхло супесчаных.

Технологии использования торфяных почв должны отвечать требованиям экологической совместимости, обеспечивать максимальное использование высвобождаемого в результате разложения органического вещества минерального азота, не допуская непроизводительных его потерь. При этом следует руководствоваться следующими принципами:

– чем меньше торфяных почв в общей площади сельхозугодий, тем относительно

большая их доля отводится под луговые угодья, а меньшая под пашню;

- если торфяные почвы занимают менее 30% площади сельхозугодий хозяйства, их необходимо отводить под культурные луга длительного пользования, независимо от остаточной мощности торфяного слоя;

- при условии, когда торфяные почвы составляют 30–50% площади сельхозугодий, наряду с созданием культурных лугов часть их площади допустимо отводить под пахотные угодья;

- при удельном весе торфяных почв в землепользовании хозяйства от 50 до 100% рекомендуется 30–50% использовать под луговые угодья, 50 – 70 – под пашню;

- торфяно- и торфяно-глеевые почвы, а также маломощные торфяные (до 1 м) рекомендуется отводить под бобово-злаковые и злаковые многолетние травы длительного пользования;

- торфяные почвы с глубокой и средней залежью (более 1 м) можно использовать как под культурные луга, так и в качестве пашни;

- все подтопляемые из-за неудовлетворительной работы мелиоративной сети площади торфяных почв следует исключить из пахотных угодий и отводить только под луга длительного пользования с залужением влаголюбивыми травами.

Под пашню отводятся хорошо окультуренные с отрегулированным водным режимом торфяные почвы. Эколого-экономически обоснованное использование торфяных почв в качестве пашни представляется обеспечить лишь в системе правильных почвозащитных зернотравяных севооборотов.

Таким образом, национальная стратегия в использовании торфяных почв, и прежде всего маломощных, в регионе Белорусского Полесья с целью продления их долговечности сводится к тому, чтобы в ближайшей перспективе полностью вывести из них зерновые и пропашные культуры, заменив их высокопродуктивными угодьями длительного пользования. Луговые угодья требуют меньшей нормы осушения и в большей мере, чем другие культуры, пополняют почву послеуборочными остатками; сдерживают интенсивность минерализации органического вещества; более устойчивы к заморозкам, часто повторяющимся на торфяниках; хорошо защищают почву от ветровой эрозии; обеспечивают высокую и наиболее стабильную по годам продуктивность. Необходимо отметить развитие на этих землях высокопродуктивного, экономически выгодного луговодства, считая его основой экологически безопасного земледелия.

Дерново-подзолистые суглинистые и глинистые почвы наиболее целесообразно использовать в системе полевых и кормовых севооборотов для производства зерна и кормов из наиболее ценных зерновых культур, льна, трав, картофеля, кормовых корнеплодов и других.

Мелиорированные песчаные и распаханые почвы целесообразно использовать в качестве пашни только при условии бездефицитного баланса органического вещества.

Все осушенные подтопляемые пойменные земли следует исключить из пахотных и

использовать только под кормовые угодья длительного пользования, проводить их залужение влаголюбивыми травами.

Особая роль в повышении продуктивности животноводства принадлежат культурным пастбищам.

Для создания культурных пастбищ наиболее пригодны участки природных или улучшавшихся ранее, но выродившихся кормовых угодий с достаточно влагообеспеченными суглинистыми или супесчаными почвами, а также осушенные низинные болота с хорошо разложившимся торфом. При этом целесообразно использовать прилегающие к фермам участки пашни, компенсируя их площади за счет распашки и включения в пашню более удаленных от ферм массивов луговых угодий.

Все мероприятия по мелиоративному строительству, эксплуатации мелиоративных систем и сельскохозяйственному использованию мелиорированных земель должны обеспечивать экологически безопасное природопользование в пределах регионов, водосборов, отдельных хозяйств и мелиоративных объектов, на основе прогнозов изменений в окружающей среде в результате последующей хозяйственной деятельности.

Приемы снижения загрязнения радионуклидами сельскохозяйственной продукции на мелиорированных угодьях. В результате Чернобыльской аварии около 70% радиоактивных веществ, выброшенных в атмосферу, выпало на территории Беларуси. Загрязнению цезием-137 с плотностью выше 1 Ки/км² подверглось более 1,8 млн. га сельскохозяйственных земель, из которых 265 тыс. га исключены из сельскохозяйственного оборота. Выведены преимущественно земли с плотностью загрязнения цезием-137 свыше 40 Ки/км², стронцием-90 – свыше 3, плутонием – свыше 0,1 Ки/км² в связи с превышением предельных дозовых нагрузок на население и сложностью получения сельскохозяйственной продукции с допустимым уровнем загрязнения радионуклидами.

Основное внимание преодолению последствий Чернобыльской катастрофы направлено на загрязненные земли, где проживает население. Сельскохозяйственное производство ведется на 825 тыс. га, загрязненных цезием-137 с плотностью 1–40 Ки/км², из которых 278 тыс. га одновременно загрязнены стронцием-90 с плотностью 0,15–3,0 Ки/км² (по состоянию на январь 2021 года). Основные массивы загрязненных пахотных и луговых земель сосредоточены в Гомельской (38% сельхозземель области) и Могилевской (20%) областях. В Брестской (2,5%), Гродненской (1,1%) и Минской (2,1%) областях.

Вместе с тем известно, что до определенного содержания радионуклидов в почве на ней можно выращивать чистую сельскохозяйственную продукцию, не приносящую вреда для животных и людей. Ведение сельского хозяйства на землях, подверженных радиоактивному загрязнению, регламентируется Руководством по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь.

Убывающий ряд культур по накоплению ¹³⁷Cs:

- в зерне: люпин > горох > вика > рапс > овес > просо > ячмень > пшеница > озимая рожь;
- в соломе: овес > ячмень > яровая пшеница > озимая пшеница > озимая рожь;
- в зеленой массе, клубнеплодах, клубнях: многолетние злаковые травы > люпин > рапс > многолетние бобово-злаковые смеси > клевер > горох > горохо-овсяная смесь > вико-овсяная смесь > кукуруза > картофель > кормовая свекла;
- в сене многолетних злаковых трав: костер безостый > тимофеевка > мятлик луговой > ежа сборная > овсяница > райграс пастбищный;
- в естественных ценозах: осоковые > осоково-злаковые > злаковые.

Убывающий ряд культур по накоплению ^{90}Sr :

- в зерне: яровой рапс > люпин > горох > вика > ячмень > яровая пшеница > овес > озимая пшеница > озимая рожь;
- в соломе: ячмень > яровая пшеница > озимая пшеница > овес > озимая рожь;
- в зеленой массе, клубнеплодах и клубнях: клевер > люпин > горох > многолетние злаковые травы на пойменных землях > многолетние злаково-бобовые смеси > вика > рапс яровой > горохо-овсяные смеси > вико-овсяные смеси > травы естественных сенокосов > кукуруза > кормовая свекла > картофель;
- в травах: разнотравье > осоки > мятлик луговой > ежа сборная.

Снижение уровней загрязнения сельскохозяйственной продукции достигается путем осуществления агротехнических, культуртехнических, агрономелиоративных и мелиоративных мероприятий. Обыкновенная вспашка загрязненных радионуклидами земель уменьшает внешнее облучение в три раза, а запашка верхнего загрязненного радионуклидами слоя на глубину 0,25-0,4; 0,4-0,6; 0,6-0,8 м снижает загрязненность сельскохозяйственной продукции соответственно в 1,7; 2,0 и 10 раз и в значительной мере уменьшает внешнее облучение. Захоронение внешнего загрязненного радионуклидами слоя на глубину 1,1 м и более полностью ликвидирует внутреннее и внешнее облучение.

При загрязнении радионуклидами пахотного слоя понижение уровня грунтовых вод с глубины 0,5 м и менее до глубины 0,9 – 1,2 м уменьшает загрязнение сельскохозяйственной продукции на 65 – 80 % (до 3 – 5 раз). При дальнейшем понижении УГВ до 2,0 м уменьшение составляет только 35 – 50% (до 1,5 – 2,0 раз) от первоначальной величины загрязнения. Переувлажнение загрязненного пахотного слоя приводит к увеличению содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции до 3 раз, а осушение до оптимальной влажности – к уменьшению до 3 раз. Применение калия и кальция (аналогов цезия и стронция) путем доведения их содержания в загрязненном слое до оптимальных норм уменьшает загрязнение сельскохозяйственной продукции радионуклидами в 2 – 4 раза.

6. Мелиорация и охрана окружающей среды

Мелиоративные мероприятия наибольшее влияние оказывают на почву (землю), воду, естественную растительность и животный мир, рыбные запасы, воздушную среду,

ландшафты и памятники природы. Процесс этот не был особенно заметным, когда мелиорированные земли занимали небольшую часть площадей водосборов рек. Однако широкомасштабные мелиорации поставили в число самых актуальных вопросы рационального использования и охраны природных ресурсов от истощения, деградации, загрязнения.

Мелиорация земель, ставшая материальной потребностью жизни общества, должна быть направлена на улучшение природы, повышение ее материальной и эстетической значимости для человека, создание культурных ландшафтов. Глубокие изменения в природной среде происходят не только в пределах зоны применения мелиораций, но и на прилегающих к мелиоративным системам территориях, которые становятся более доступными к освоению.

Например, преобразуя сложившийся веками природный комплекс, осушение так или иначе стало влиять на водный режим прилегающих территорий, водоснабжение населенных пунктов, растительный и животный мир, сток рек и т. д., затрагивая таким образом интересы многих отраслей народного хозяйства. Положительные стороны осушительных мелиораций широко известны. Однако они могут привести к частичным нежелательным изменениям, а иногда и к отрицательным воздействиям на природу без научных прогнозов изменения в окружающей среде.

При осушении больших болотных массивов и использовании их под пропашные культуры при сильном ветре могут возникать пыльные черные бури. Органическое вещество торфа выносится на лесные массивы, озера и бесследно исчезает. В связи с этим надо стремиться использовать торфяники, прежде всего, под травы, применять высокую агротехнику возделывания других культур, проводить лесомелиоративные мероприятия по борьбе с эрозией почв, поддерживать оптимальный водный режим.

Таким образом, влияние мелиорации на окружающую среду весьма многообразно и разносторонне. Поэтому при осуществлении любого проекта мелиорации земель необходимы прогноз всех возможных последствий изменения в природной обстановке и обязательное планирование конкретных природоохранных мероприятий, исключающих отрицательные воздействия на окружающую среду.

Природоохранные мероприятия в условиях мелиорации. Мелиорация земель (строительство осушительных, оросительных, осушительно-увлажнительных и других систем, гидротехнических сооружений, водохранилищ и др.) порой видоизменяет ландшафты. Поэтому при планировании и выполнении ее следует предусматривать мероприятия по охране и повышению привлекательности естественного ландшафта. В основу всех мероприятий должны быть положены принципы рационального природопользования и охраны природы.

Хорошо вписываются в новый пейзаж деревья и кусты вдоль каналов, отдельно растущие деревья или их группы на местности, с которой удаляется естественная низкопродуктивная растительность.

На минеральных возвышенностях, встречающихся на болотах, древесно-

кустарниковую растительность нужно оставлять в естественном состоянии, если она не препятствует проведению полевых или других работ. Рекомендуется залесение отдельных участков, не используемых в сельском хозяйстве.

Весьма тщательно надо продумывать вопросы о создании ландшафтов или использовании естественных при проектировании и строительстве новых поселков. Желательно, чтобы около них имелись леса, водоемы и другие элементы природы, украшающие жизнь человека.

Искусственные водоемы целесообразно располагать у населенных пунктов. Чистота и красота водотоков сохраняется естественными зелеными водоохранными зонами. Если таких зон нет, создают новые лесные насаждения.

Одной из наиболее эффективных форм охраны ландшафтов являются заповедники – участки суши и водных пространств, изъятые в установленном порядке из какого бы то ни было хозяйственного пользования и надлежащим образом охраняемые. Они должны служить эталонами природы, быть местом познания хода естественных, не нарушенных человеком процессов, свойственных ландшафтам определенного географического региона.

Охрана памятников природы – это объективная охрана природы. К объектам могут быть отнесены водопады, гейзеры, пещеры, уникальные геологические обнажения, места захоронения вымерших животных, редкостные или исторически ценные деревья.

Нынешняя мелиорация земель – это качественно новая ступень в управлении окружающей средой, сознательное преобразование природы в интересах всего общества. Необходимо проводить мелиорации, при которых обеспечивался бы рост эффективного плодородия почв, их высокая продуктивность и гармонично сочетались интересы народного хозяйства и окружающей среды. Цель мелиорации – плановое повышение продуктивности земли и рациональное ее использование.

Тема 11 (доп). Водоприемники осушительных систем

1. Типы водоприемников и требования, предъявляемые к ним.

2. Мероприятия по регулированию рек-водоприемников.

1. Типы водоприемников и требования, предъявляемые к ним

Одним из важных вопросов проектирования осушительных систем является выбор естественного или искусственного водоприемника (водотока, водоема), куда необходимо транспортировать воду, собираемую со всей осушаемой территории.

В качестве водоприемников используются реки, каналы, балки, овраги и другие водотоки и водоемы, в которые отводятся избыточные воды, поступающие из осушительной сети самотеком или с помощью механического водоподъема.

Для этих целей используют реки, озера и даже водоносные пласты, способные вместить в себя воду. Однако к последним двум необходимо подходить весьма осторожно.

(-) В озерах часто водообмен незначителен и сброс в них воды, содержащей в себе биогенные вещества, способствует усилению развития водной растительности и снижению качества воды.

При выборе водоносных пластов под водоприемник следует тщательно проанализировать геологический разрез. Если имеется связь первого водоносного пласта с подземными водами, использовать его в качестве водоприемника нельзя, поскольку возникает опасность попадания сбросных вод в подземные воды и их загрязнения.

Чаще всего в условиях Беларуси роль водоприемников выполняют реки и озера. От состояния их уровня зависит своевременность сброса воды с осушаемых полей. Поэтому целесообразно выбирать водоприемник таким образом, чтобы уровни расходов воды весеннего половодья и летне-осенних паводков в расчетные периоды соответствующей обеспеченности не превышали отметок поверхности земли на пойме.

При этом, если продолжительность затопления поймы не превышает сроки, в течение которых сельскохозяйственные культуры выдерживают затопление, выход вод на пойму допустим.

Требования к водоприемникам, используемым в естественном состоянии или отрегулированным:

- обеспечивать сброс воды из осушительной сети без подпора во все расчетные периоды без ущерба для других целей при использовании водотока или водоема;
- не затоплять осушаемые земли летне-осенними паводками, а при затоплении не

превышать допускаемый срок для планируемых к посеву культур;

– иметь пропускную способность или емкость, позволяющую своевременно отводить или принимать избыточные воды с осушаемой площади в соответствии с расчетными требованиями;

– не вызывать ухудшения водного режима земель, расположенных ниже по течению от массивов осушения, после сброса в них дренажных вод;

– иметь устойчивое русло и прочные берега.

- Как в предпосевной, так и в летний период уровни воды в водоприемнике не должны превышать отметок, при которых на осушаемых полях формировались бы требуемые для возделываемых сельскохозяйственных культур уровни грунтовых вод.

- Летом водоприемник не должен вызывать подпора уровней воды во впадающих в него водотоках осушительной системы.

- При сбросе дополнительного объема воды в водоприемник необходимо определить, как сформируется водный режим земель, расположенных ниже осушаемого массива (повышение уровней, затопление, подпор территорий).

- В пределах же осушаемого объекта водоприемник должен иметь устойчивые берега и русло, чтобы исключить их размыв, заиление и выход в связи с этим водотока из строя.

2. Мероприятия по регулированию рек-водоприемников

Если водоприемник не отвечает одному из перечисленных требований, то следует предусматривать откачку воды насосами или устройство оградительных дамб.

Понижение уровня воды в водоприемнике допускается в тех случаях, когда это не противоречит требованиям охраны окружающей природной среды.

Причины снижения пропускной способности рек-водоприемников:

1. В русле появляется значительная шероховатость (из-за зарастания, попадания различных предметов или древесной растительности).

2. Наличие изгибов, обвалы берегов приводят к неодинаковым поперечным сечениям русла.

3. Препятствие движению воды могут создавать гидротехнические сооружения (недостаточные размеры мостов, труб переездов) и остатки старых сооружений.

Все это уменьшает водопрпускную способность водоприемника. Уровни воды в таких водотоках стоят высоко и могут создавать подпор для впадающих каналов.

К существенному вмешательству в естественный режим функционирования водоприемников прибегать можно только в крайних случаях. Поэтому водоприемники, кото-

рые в естественном состоянии не удовлетворяют требованиям осушения объекта, стараются использовать без радикального вмешательства в его гидрологию.

Повысить пропускную способность русла водоприемника можно

- шероховатость русла уменьшить путем удаления пней, завалов деревьев, обвалов и обрушений;

- также углублением, уширением, расчисткой от водной растительности.

При мелиорации пойм крупных и средних водотоков наряду с вариантами регулирования водоприемника, возможно также применение варианта польдерной системы.

Хороший эффект может дать регулирование стока на участках выше мелиорируемого объекта. Это позволяет не только управлять водным режимом на расположенном ниже участке реки, но также иметь запас воды для увлажнения земель, создавать зоны отдыха, украшать природные ландшафты.

При любых способах выправительных работ необходимо проводить технико-экономическое сравнение вариантов. Предпочтение более экономически и экологически перспективным. Обычно разработку проекта регулирования водоприемников ведут с учетом планируемого освоения земель в его водосборе.

Спрявление рек и ручьев допускается в исключительных случаях:

- протекают по болоту или по сильно переувлажненной минеральной пойме шириной более 300 м

- коэффициент извилистости более 1,5,

- зыбкие малодоступные берега,

- незначительные поперечные сечения и большую заиленность.

Водотоки, проходящие по минеральной пойме и имеющие коэффициент извилистости менее 1,5, а также устойчивые и приемлемые по размерам поперечные сечения, следует оставлять в естественном состоянии или, в крайнем случае, спрямлять частично.

Если ширина поймы не превышает 300 м, независимо от природных особенностей регулирование водоприемника не производится.

Мероприятия по регулированию рек-водоприемников включают:

- понижение уровня воды за счет увеличения пропускной способности реки путем устройства сбросных сооружений или регулирования стока в верховье реки, на ее притоках и водосборе;

- выправление русла реки. К основным видам работ относят спрявление русла, расчистку и углубление его, выправительные работы в русле.

- устройство прудов. Расход реки-водоприемника и объем речного стока изменяются

в зависимости от водности (засушливости) года. Уменьшить высоту и объем весеннего половодья и повысить величину летнего меженного стока можно за счет его регулирования устройством прудов.

Пруды устраивают в лощинах на водосборах рек, оврагов и балок и в их руслах. Чрезмерное строительство прудов может привести к иссушению рек, поэтому суммарная емкость всех водоемов в бассейне реки не должна превышать $\frac{1}{3}-\frac{1}{4}$ части среднегодового стока в ее устье.

Весьма осторожно следует подходить к использованию в качестве водоприемника естественных и искусственных водоемов (озер, водохранилищ, прудов), не следует существенно менять их гидрологический режим, что может привести к обмелению водоемов или, наоборот, к подъему уровня воды и затоплению или подтоплению сельскохозяйственных и лесных угодий.

Комплекс мероприятий, направленных на улучшение экологического состояния водоемов-водоприемников, включает следующее:

- очистку от ила сапропеля, удаление излишней водной растительности;
- расчистку протоков и сооружение водохозяйственных каналов;
- приемы рыбохозяйственной мелиорации;
- защиту от поступления загрязняющих веществ;
- организацию прибрежных водоохраных зон и полос.

Инженерная часть мелиорации озер включает сооружение валов (дамб), шлюзов, плотин, каналов.

Регулирование рек путем спрямления не допускается при ширине поймы до 400 м независимо от ее природных особенностей. При разработке проектов осушения спрямление русел и ручьев применяется для сильно заболоченных пойм с коэффициентом извилистости рек более 1,5 и имеющих длину до 50 км и небольшие размеры поперечного сечения (ширина по верху до 25 м, глубина до 2 м), с меженным расходом не более 2,0 м³/с и уклоном свободной поверхности потока 0,0001 в сочетании с комплексом природоохранных мероприятий.

Реки и ручьи, имеющие коэффициент извилистости русла менее 1,5, а также устойчивые и достаточные параметры русла для пропуска расчетных расходов, следует оставлять в естественном состоянии или спрямлять частично отдельные излучины при соответствующем обосновании.

При регулировании водоприемников необходимо:

- предусматривать выделение природоохранных прибрежных полос и водоохраных

зон в соответствии с действующими нормами;

– сохранять с соответствующими охранными зонами памятники природы и археологии, места обитания животных и произрастания растений, занесенных в Красную книгу, нерестилища;

– предусматривать при прохождении регулируемого водоприемника по землям сельскохозяйственного использования благоустройство прирусловых полос (берм) шириной 2 м, прилегающих к обеим бровкам;

– предусматривать на участках, расположенных недалеко от населенных пунктов, благоустройство мест отдыха населения, сохраняя или улучшая, по возможности, естественное состояние водоприемника и прилегающий ландшафт.

При использовании в качестве водоприемника реки или озера в естественном состоянии необходимо предусматривать их защиту от заиления и загрязнения путем устройства на впадающих каналах осушительной системы:

– отстойников для очистки вод, загрязненных взвешенными веществами;

– биологических прудов, прудов-отстойников с посадкой высшей водной растительности, биоплато, ботанических площадок для биологической очистки вод, загрязненных биогенными веществами сверх предельно допустимых концентраций.

При проектировании водоприемников необходимо их трассу располагать, как правило, параллельной коренным берегам поймы по наиболее низким элементам рельефа и минерального дна торфяной залежи, не допуская отклонений более 30 % от основного направления движения весеннего потока по пойме и от существующего русла.

Пересечение проектной трассы водоприемника с существующими и вновь проектируемыми шоссейными и железными дорогами, подземными коммуникациями следует предусматривать, как правило, под прямым углом или под углом, близким к прямому.

Не следует допускать пересечение трассы водоприемника с существующими мелкими озерами. Связь озера с водоприемником следует предусматривать с помощью специальных водоподводящих и водоотводящих каналов и регулирующих сооружений.

Радиусы закруглений поворотов водоприемников с расчетным расходом воды более 5 м³/с, используемых в мелиоративных целях, определяются по специальным формулам.

Тема 12 (доп). Источники воды для орошения

1. Источники воды для орошения и требования к ним.
2. Согласование режима орошения и режима водоисточника.
3. Требования к качеству оросительной воды.
4. Особенности использования для орошения подземных вод и местного стока.
5. Использование местного стока для орошения.

1. Источники воды для орошения и требования к ним

Источниками воды для орошения земель могут быть:

- а) воды рек, в том числе не зарегулированный сток, и сток, зарегулированный водохранилищами;
- б) поверхностный местный сток, использование которого заключается в устройстве на небольших реках, в балках, оврагах и лощинах прудов водохранилищ, наливных водоемов, копаней, аккумулирующих бассейнов или лиманов для задержания талых вод;
- в) подземные воды, в том числе грунтовые и межпластовые, воды родников и пластовых выходов;
- г) воды естественных озер;
- д) сточные воды;
- е) дренажный сток осушительных и осушительно-увлажнительных систем. Наиболее распространены первые три вида водоисточников.

Основные требования, предъявляемые к источникам воды для орошения

вода по качеству должна быть пригодной для орошения сельскохозяйственных культур;

запасы и расходы воды в водоисточнике должны перекрывать потребности растений в воде в установленные сроки для года расчетной обеспеченности;

водоисточник следует располагать вблизи орошаемого массива с целью снижения затрат на его строительство и эксплуатацию.

При выборе *источников орошения* необходимо знать следующие *характеристики*:

расход, какой может быть забран из данного источника орошения в течение оросительного периода, и его изменение по годам, т.е. сезонный и многолетний режим источника орошения для лет различной обеспеченности (50, 75, 90 и 95%);

суммарное количество воды, какое может дать источник за декаду (месяц), за оросительный период, за год и колебания этих величин во времени;

положение источника орошения в горизонтальной и вертикальной плоскостях по отношению к орошаемой площади (положение горизонтов воды в водоисточнике и в оросительной системе) и расстояние водоисточника от орошаемой площади;

качество воды в источнике орошения.

Для подземных вод, кроме указанных параметров, надо знать:

дебит и удельный дебит скважин,

положение динамического уровня,
глубину залегания продуктивного пласта, категорию пород по бурению.

Дебитом водного источника называется величина объема воды, которую он способен производить в течение определенного периода времени. Его значение отображается в различных единицах измерения:

- кубические метры в час.
- литры в секунду.
- кубические метры в сутки и т. д.

Удельный дебит скважин – это кол-во воды, выдаваемое скважиной на 1м понижения: $q=Q/S$.

От перечисленных характеристик источника воды для орошения зависят: возможные размеры орошаемой площади с учетом принятого режима орошения; степень необходимости и способ регулирования стока; потребность в улучшении качества оросительной воды; высота ее подъема; технико-экономические показатели проекта.

При выборе источника орошения следует исходить из задач комплексного и рационального использования водных ресурсов и их охраны от загрязнения, а окончательно принимать решение только на основе технико-экономического сравнения возможных вариантов.

Наибольшее предпочтение следует отдавать использованию местного стока для целей орошения, так как при этом задержка поверхностного стока весной уменьшает весеннее половодье; использование запасенной на водосборе воды для орошения усиливает внутренний влагооборот данной местности и грунтовое меженное питание рек; улучшаются водное благоустройство территории и климатические условия; возможно использование воды для других целей (рыборазведение и т.д.); уменьшается эрозия почв.

2. Согласование режима орошения и режима водоисточника

Важным показателем источника орошения является его *оросительная способность*. Под оросительной способностью понимается площадь (нетто) в гектарах, которая может быть полита при расчетном режиме водоисточника и расчетном режиме орошения сельскохозяйственных культур.

Мощность оросительной системы рекомендуется определять для критического периода (декады, месяца), во время которого потребность в орошении удовлетворяется с наибольшим напряжением, а оросительная способность водоисточника является наименьшей.

Проведенные исследования по установлению критического периода на примере р. Березины (Республика Беларусь) свидетельствуют, что критической декадой для большинства сельскохозяйственных культур является первая декада августа, а критическим месяцем – июль. Эти данные можно использовать при проектировании оросительных систем площадью до 500 га.

При согласовании режима водоисточника с режимом орошения и определении мощности оросительной системы необходимо учитывать явление асинхронности в колебаниях режима орошения и режима речного стока, т.е. несовпадение по времени засухи на данном орошаемом участке с низкой водностью реки. Учет этого явления позволяет выявить резервы поверхностных вод для орошения дополнительных площадей.

После определения оросительной способности водоисточника она сравнивается с планируемой площадью орошения. В результате определяется необходимость и виды регулирования стока (суточное, декадное, сезонное, многолетнее), а в отдельных случаях и необходимость иметь в качестве дополнительного источника подземные воды.

В целом же повысить оросительную способность водоисточника можно тремя основными путями: увеличением объема воды, используемого для орошения путем регулирования водного режима водоисточника; снижением ординат гидромодуля и оросительных норм; совершенствованием оросительной системы.

3. Требования к качеству оросительной воды

К основным показателям, характеризующим качество оросительной воды, относятся: содержание в ней наносов, минерализация, температура, а также щелочность, содержание токсических веществ рН и активная реакция.

Повышенное количество наносов приводит к заилению каналов, уменьшает их пропускную способность, что создает значительные трудности в эксплуатации системы, поскольку приходится выполнять большой объем земляных работ по очистке.

Больше всего наносов (взвешенных в движущейся воде частиц) бывает в водах рек, а меньше – в подземных водах. Вместе с тем определенная часть наносов оказывает положительное воздействие на орошаемые почвы. Частицы размеров от 0,1 до 0,005 мм обладают невысокой питательной ценностью, но улучшают физические свойства тяжелых почв, увеличивая их водопроницаемость. Глинистые наносы с размером частиц менее 0,005 мм имеют большую питательную ценность, однако значительное количество их на полях может ухудшить физические свойства, водопроницаемость и аэрацию почв. Наиболее полезны глинистые наносы на легких (песчаных, супесчаных) почвах.

Обычно самыми минерализованными являются подземные воды, однако в практике могут встречаться высокоминерализованные воды водохранилищ, прудов и озер. Допустимая для сельскохозяйственных культур и почв минерализация зависит от химического состава воды и водно-физических свойств почв. Например, на легких почвах допускается минерализация больше, чем на тяжелых.

Повышенное содержание солей в воде может допускаться при выпадении значительного количества атмосферных осадков и промывке ими почв от солей, при небольших оросительных и поливных нормах, соблюдении высокой агротехники и применении органических удобрений, при большей насыщенности севооборота травами.

Воды, имеющие рН от 6,0 до 8,0, пригодны для орошения всех почв. При рН>8,0 допускается применять воды для орошения сельскохозяйственных культур на кислых почвах, при рН<6,0 – для орошения на щелочных почвах.

На развитие и урожайность сельскохозяйственных культур определенное влияние оказывает температура оросительной воды. В жаркое время дня, например, полив холодной водой теплолюбивых культур может вызвать физиологический шок и даже их гибель. Температура оросительной воды для них должна быть не ниже +15°C. Поэтому при использовании на оросительной системе воды с низкой температурой (подземные воды, горные реки) необходимо проводить полив в темное время суток, когда температура воздуха в меньшей степени контрастирует с температурой поливной воды, либо предусматривать устройство специальных бассейнов, обеспечивающих прогревание воды.

4. Особенности использования для орошения подземных вод и местного стока

В Республике Беларусь имеются значительные возможности для расширения орошаемых площадей за счет использования подземных вод. Однако при этом следует иметь в виду, что для предотвращения истощения подземных источников объем и расход подземных вод должен быть в пределах их динамических запасов или должно быть предусмотрено искусственное пополнение запасов этих вод. Для решения вопроса об использовании подземных вод проводят соответствующие изыскания.

При использовании подземных вод для целей орошения устраивается, как правило, аккумулярующая емкость суточного или периодического недельного, месячного регулирования с целью согласования режимов работы водоподъемного оборудования и дождевальной техники, а также для прогрева оросительной воды. Устройство емкости суточного регулирования в виде аккумулярующего бассейна, выполняемого в полувыемке-полунасыпи, целесообразно при значительных (более 40-50 м³/ч) дебитах скважин. При этом количество скважин в грунтовом водозаборе определяется по формуле (12.1)

$$n = \frac{q_{\text{расч}}^p F_{\text{нт}} 86,4}{Q_{\text{скв}} t}, \quad (12.1)$$

где $q_{\text{расч}}^p$ – расчетная ордината укомплектованного графика гидромодуля в год обеспеченностью P , л/с на 1 га; $F_{\text{нт}}$ – площадь орошения нетто, га; $Q_{\text{скв}}$ – дебит скважины (производительность насосного оборудования), м³/ч; t – время работы скважины за сутки (рекомендуется 22 часа).

Если отсутствуют графики гидромодуля или на участке имеет место монокультура, то вместо $q_{\text{расч}}^p$ и $F_{\text{нт}}$ необходимо подставлять наибольший в течение вегетационного периода одновременный расход воды дождевальными установками, принимаемый на основании графика работы поливной техники с учетом ее количества и расхода.

Общий объем бассейна суточного регулирования будет равен

$$W_{\text{сут}} = Q_{\text{скв}}nt - Q_{\text{д}}K_{\text{см}}t_{\text{д}}, \quad (12.2)$$

где n – количество скважин; $Q_{\text{д}}$ – расход воды на орошение, м³/ч; $K_{\text{см}}$ – коэффициент использования рабочего времени дождевальнoй техникой за смену; $t_{\text{д}}$ – продолжительность работы в течение суток, ч.

Аккумулирующая емкость периодического регулирования предусматривает накопление воды в период между поливами или до начала водоподачи. Применение такой емкости при определенном сочетании геолого-гидрологических и топографических факторов (небольшой дебит, значительная глубина и, следовательно, высокая капиталоемкость скважин, а также благоприятный рельеф и низкий коэффициент фильтрации грунтов) позволяет снизить общую стоимость скважин и транспортирующих трубопроводов, сумму амортизационных отчислений и затраты на водоподъем. Объем аккумулирующей емкости периодического регулирования и количество скважин определяются на основании водно-балансовых расчетов с учетом принятого расчетного периода аккумуляции воды, потерь воды на испарение и фильтрацию, объема зааккумулированного поверхностного стока и мертвого объема в аккумулирующем бассейне. Для восполнения дефицита в балансе подземных вод, который возникает при превышении их расхода над приходом, прибегают к искусственному пополнению запасов подземных вод.

5. Использование местного стока для орошения

Местный сток – это преимущественно поверхностный сток, формирующийся в пределах одного водосбора. Наряду с водами крупных рек местный сток имеет большое значение для орошения, увлажнения и обводнения земель. В отдельных районах местный сток является основным источником орошения (увлажнения). Воды местного стока могут использоваться также для водоснабжения населенных пунктов и промышленных объектов, разведения водоплавающей птицы и рыбы, гидроэнергетики, культурных и санитарных нужд.

Использование для орошения вод местного стока требует устройства прудов и водохранилищ. При строительстве осушительно-увлажнительных систем необходимо запроектировать комплекс подпорных гидросооружений.

Использование местного стока без регулирования невозможно или ограничено. Регулирование и использование местного стока в качестве источника орошения, а в Беларуси и для увлажнения осушенных земель осуществляется путем устройства водохранилищ и прудов в пониженных местах, балках, лощинах, оврагах, на мелких реках, путем устройства осушительно-увлажнительных систем.

Объем воды, необходимый для орошения, находят по формуле

$$W_{\text{ор}} = \frac{M_{\text{ср}}F}{\eta}, \quad (12.3)$$

где $M_{\text{ср}}$ – средневзвешенная оросительная норма, м³/га; F – площадь орошения, га; η – коэффициент полезного действия оросительной системы.

1.3 ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

по дисциплине «Сельскохозяйственные мелиорации» для студентов специальности

Тема лекции	Количество часов		
	Очной полной формы	Очной сокращенной формы	Заочной полной и сокращенной форм
1. Общие сведения о мелиорации почв	2	2	3
2. Природно-климатические условия Республики Беларусь, обоснование необходимости мелиорации почв	4	4	5
3. Водный режим почвы и условия его формирования	2	4	5
4. Избыточно-увлажненные почвы как объект мелиорации	2	4	5
5. Сущность и условия применения осушительных мелиораций	2	4	5
6. Осушение почв открытой регулирующей сетью	2	4	5
7. Осушение почв закрытой регулирующей сетью	2	2	3
8. Особенности осушения тяжелых по механическому составу и переуплотненных почв	2	2	3
9. Осушение легких минеральных и торфяных почв	2	2	3
10. Специальные виды осушения	2	2	3
11. Осушительно-увлажнительные системы. Эксплуатация и реконструкция мелиоративных систем	2	4	5
12. Общие сведения об орошении			
13. Режим орошения сельскохозяйственных культур	2	5	6
14. Виды, способы и техника орошения	2	4	5
15. Орошение дождеванием	2	4	5
16. Ресурсосберегающие способы и технологии орошения	6	6	6
17. Орошение в особых условиях	6	6	6
18. Культуртехнические и другие виды мелиорации почв	4	4	5
19. Мелиорация и охрана окружающей среды	6	6	6
Итого	52	69	84

1.4 ТЕМЫ РЕФЕРАТИВНЫХ РАБОТ В РАМКАХ ИЗУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕЛИОРАЦИИ»

1. Исторический обзор развития мелиорации земель.
2. Мелиоративный фонд Республики Беларусь.
3. Закон Республики Беларусь о мелиорации земель.
4. Фильтрация. Определение направления скорости и расхода грунтовых вод.
5. Регулирование местного стока в прудах и водохранилищах.
6. Источники водного питания и причины переувлажнения.
7. Виды земель, требующих осушения, и их классификация.
8. Понятие о режиме осушения.
9. Определение основных параметров осушительной сети.
10. Методы регулирования водоприемников.
11. Увязка элементов осушительной сети в вертикальной плоскости.
12. Специальные виды осушения.
13. ГТС и мероприятия по организации поверхностного стока.
14. Дороги и гидротехнические сооружения на мелиоративных системах.
15. Состояние и перспективы орошаемого плодовоовощеводства в Республике Беларусь.
16. Определение запасов влаги в почве и других составляющих уравнения водного баланса.
17. Водопотребление с.-х. культур и методы его определения.
18. Современные и перспективные дождевальные установки. Их основные характеристики.
19. Требования плодовоощных культур к водному режиму почвы и взаимосвязь водного и других режимов почвы.
20. Районы перспективной концентрации орошаемого плодовоовощеводства.
21. Основные положения и особенности организации территории при проектировании оросительных систем.
22. Направления совершенствования режимов орошения.
23. Особенности способов и технологий орошения нетрадиционных ягодных культур (клюква, голубика и т.д.).
24. Дождевальная техника для орошения фермерских хозяйств и небольших участков.
25. Направления совершенствования орошения дождеванием.
26. Направления дальнейшего совершенствования способов и технологий орошения.
27. Требования к качеству оросительной воды.
28. Лиманное орошение, его применение в странах мира.
29. Требования охраны природы к режимам и технологиям орошения.
30. Виды эрозии почв. Гидротехнические и агротехнические противоэрозионные мероприятия.
31. Химические мелиорации. Мелиорация земель с использованием сапропеля.
32. Мелиорация земель, загрязненных радионуклидами.
33. Восстановление нарушенного плодородия при мелиорации земель.
34. Природоохранные мероприятия в условиях мелиорации.
35. Рациональное природопользование и экологический контроль при мелиорации земель.

1.5 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ

Основная

1. Лихацевич, А.П. Сельскохозяйственные мелиорации: учебник / А.П. Лихацевич, М.Г. Голченко, Г.И. Михайлов; под ред. А.П. Лихацевича.– Минск. ИВЦ Минфина, 2010.– 464 с.
2. Сельскохозяйственные мелиорации : учебно-методическое пособие / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич. – Горки : БГСХА, 2020. – 250 с.
3. Волчек, А.А. Инженерная гидрология и регулирование стока. Гидрологические и водохозяйственные расчеты: учеб.-метод. пособие / А. А. Волчек, Ан. А. Волчек, В. К. Курсаков. – Горки: БГСХА, 2013. – 316 с.
4. Желязко, В. И. Сельскохозяйственные мелиорации. Мероприятия по организации стока и отвода поверхностных вод: учебно-методическое пособие / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич, И. А. Левшунов. – Горки: БГСХА, 2019. – 111 с.

Дополнительная

1. Технический кодекс установившейся практики. Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования. ТКП 45–3.04–8–2005 (02250). – Минск, 2006.–106 с.
2. Технический кодекс установившейся практики. Сушительно-увлажнительные мелиоративные системы. Правила проектирования. ТКП 45–3.04–203–2010 (02250). – Минск, 2011. –90 с.
3. Мелиорация и водное хозяйство: справочник: в 6 т. / под ред. Б. С. Маслова. – М., 1985. – Т. 3. Осушение. – 447 с.
4. Брудастов, А. Д. Осушение минеральных и болотных земель / А. Д. Брудастов, В. А. Шаумяна. – 4-е изд. – М.:Сельхозгиз, 1955. – 444 с.
5. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения. ТКП 45-3.04-168-2009 (02250). – Минск, 2010. – 55 с.
6. Мурашко, А. И. Сельскохозяйственный дренаж в гумидной зоне / А. И. Мурашко. – М.: Колос, 1982. – 272 с.
7. О мелиорации земель: Закон Республики Беларусь от 23 июля 2008 г. № 423-3 // Нац. Реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2008.–№ 184. 2/1520.–С. 122–132.
8. Об изменении Закона Республики Беларусь «О мелиорации земель»: ЗАКОН РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ от 29 декабря 2023 г. № 331-З. / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 05.01.2024, 2/3050/. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H12300331/>.

2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ, ВЫНОСИМЫХ НА УПРАВЛЯЕМУЮ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ СТУДЕНТОВ

2.1.1 Тематический план лабораторных занятий по дисциплине «Сельскохозяйственные мелиорации» для студентов 3 курса очной формы обучения специальности 1-74 02 01 «Агрономия» в восьмом семестре

№ п/п	Тема занятия	Кол-во часов		Вид контроля
		Очная полная и сокращенная	заочная	
1	№1. Изучение приборов по измерению влажности воздуха, атмосферных осадков	2	-	защита работы
2	№ 2. Расчет водного баланса почвы и установление вида ее гидромелиорации	2	-	защита работы
3	№ 3. Виды дренажных труб и принцип работы закрытого дренажа. Способы восстановления работоспособности дренажно-коллекторной сети	4	2	защита работы
4	№ 4. Составление схемы осушения участка избыточно увлажненных почв закрытым дренажем	2	-	защита работы
5	№ 5. Средства создания и агротехнические характеристики искусственного дождя	2	2	защита работы
6	№ 6. Изучение современных дождевальных машин. Определение структуры и качества искусственного	2	-	защита работы
7	№7. Изучение системы капельного полива	2	-	защита работы
8	№8. Составление технологических карт на проведение культуртехнических работ	4	-	защита работы
	Итого	20	4	

2.1.2 Тематический план лабораторных занятий по дисциплине «Сельскохозяйственные мелиорации» для студентов 3 курса очной формы обучения специальности 1-74 02 01 «Агрономия ССО» в шестом семестре
(с изменениями и дополнениями)

№ п/п	Тема занятия	Кол-во часов		Вид контроля
		Очная полная и сокращенная	заочная	
1	№1. Изучение приборов по измерению влажности воздуха, атмосферных осадков	2	-	защита работы
2	№ 2. Расчет водного баланса почвы и установление вида ее гидромелиорации	2	-	защита работы
3	№ 3. Виды дренажных труб и принцип работы закрытого дренажа. Способы восстановления работоспособности дренажно-коллекторной сети	4	2	защита работы
4	№ 4. Составление схемы осушения участка избыточно увлажненных почв закрытым дренажем	2	-	защита работы
5	№ 5. Изучение современных дождевальных машин.	2	2	защита работы
6	№ 6. Организация и техника полива орошаемых культурных пастбищ	2	-	защита работы
7	№7. Изучение системы капельного полива	2	-	защита работы
8	№8. Составление технологических карт на проведение культуртехнических работ	4	-	защита работы
	Итого	20	4	

2.2 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторная работа №1. Изучение приборов по измерению влажности воздуха, атмосферных осадков

Цель работы – изучение устройства, установки и правил наблюдения за влажностью воздуха и атмосферными осадками.

Задачи:

1. Изучить назначение, устройство и принцип работы психрометров.
2. Изучить назначение, устройство и принцип работы осадкомеров.

Материалы и оборудование: аспирационный психрометр, гигрометр, гигрограф, плювиограф.

Теоретическая часть. Влажность воздуха может быть измерена несколькими методами. Наибольшее распространение получили психрометрический и гигрометрический методы. Приборы, которые используются при измерении влажности воздуха психрометрическим методом, называются *психрометрами*.

Психрометрический метод. Влажность воздуха определяется по разности показаний двух одинаковых психрометрических термометров - сухого и смоченного. С поверхности резервуара смоченного термометра происходит испарение, которое зависит от влажности

окружающего воздуха. Чем суше воздух, тем интенсивнее испарение с резервуара смоченного термометра и тем ниже его показания по сравнению с сухим термометром. Таким образом, по разности показаний сухого и смоченного термометров можно определить влажность воздуха.

Гигрометрический метод измерения влажности воздуха основан на использовании свойства обезжиренного человеческого волоса менять свою длину при изменении влажности окружающего воздуха. Удлинение волоса с изменением относительной влажности воздуха происходит неравномерно.

Аспирационный психрометр очень удобен для измерения влажности воздуха в полевых условиях (рис. 1.1).

Аспирационный психрометр состоит из двух одинаковых психрометрических термометров 1 и 2 с резервуарами цилиндрической формы.

Термометры закреплены в оправе, состоящей из трубки 3, раздваивающейся книзу на две трубочки 5 и 6, планок 4 и аспиратора 7.

В трубочках 5, 6 имеются еще внутренние трубки 11, 12, в которые помещаются резервуары термометров. Двойные трубки защищают резервуары от нагревания солнечными лучами. Чтобы тепло от корпуса не передавалось к резервуарам, трубки изолируются от него пластмассовыми кольцами 9, 10. Важной частью аспиратора является пружина, которую заводят ключом 8. В результате работы аспиратора вокруг резервуаров термометров создается постоянный ток воздуха со скоростью 2 м/с. Поэтому показания прибора не зависят от скорости ветра.

Для лучшего отражения солнечных лучей металлические части прибора никелированы.

Психрометр подвешивают за железный крюк-подвес 13, который может быть ввинчен в деревянный столб на требуемую высоту.

Для смачивания батиста пользуются резиновой грушей 14 со стеклянной пипеткой 15 и зажимом 16.

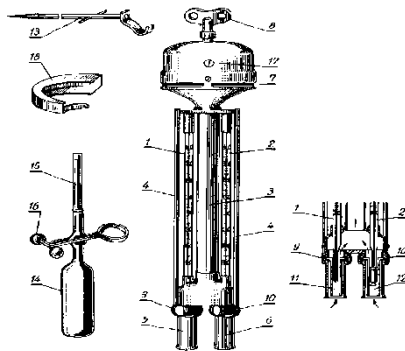


Рис.1.1. Аспирационный психрометр

Волосной гигрометр применяется для определения относительной влажности воздуха при отрицательных температурах. Приемной частью гигрометра (рис. 1.2) служит обезжиренный человеческий волос 1, натянутый на металлическую раму 2. Один конец его закреплен в нижней части регулировочного винта 3, другой – в отверстии металлической дужки 5, насаженной на стержень 6, зажатый винтом 9. Крепление волоса внизу и вверху производится деревянными штифтами 4 и шеллаком. Стержень 6 и стрелка 8 укреплены на одной оси 11. Поэтому изменение длины волоса в результате изменения влажности воздуха вызывает поворот стрелки вокруг оси и смещение ее свободного конца по шкале 10 с делениями от 0 до 100%. Цена деления равна 1% относительной влажности. Волос меняет свою длину неравномерно, поэтому деления в начале шкалы крупнее, чем в конце.

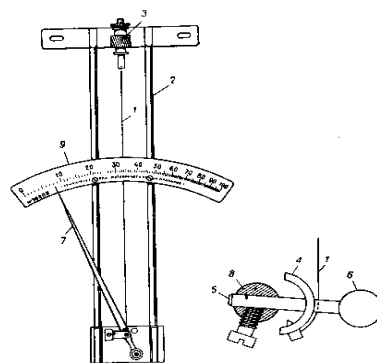


Рис. 1.2. Волосной гигрометр

Гигрограф волосной применяется для непрерывной регистрации изменений относительной влажности воздуха.

Приемной частью волосного гигрографа, который реагирует на изменение относительной влажности, является пучок обезжиренных человеческих волос *1*. Он расположен в рамке за пределами корпуса прибора. Изменения длины пучка волос передаются через систему рычагов *3, 4* на стрелку *5*, на конце которой крепится перо *6*. Для регулировки точности записи пера *6* служит установочный винт *7*, при помощи которого регулируется необходимое натяжение пучка волос. При увеличении относительной влажности пучок волос удлиняется, а стрелка с пером перемещается вниз по ленте барабана.

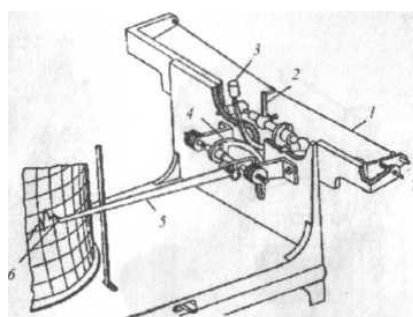


Рис. 1.3. Гигрограф волосной

Регистрирующей частью гигрографа служит барабан с часовым механизмом. В зависимости от скорости вращения барабана гигрографы различают суточные и недельные.

Осадкомеры и *дождемеры* широко применяются для измерения атмосферных осадков. Количество выпавших осадков измеряется толщиной слоя воды в миллиметрах, который образовался бы на горизонтальной поверхности при условии, что выпавшие осадки не просачивались в почву, не стекали и не испарялись. Количество осадков определяют за определенный промежуток времени и вычисляют с точностью до 0,1 мм.

Осадкомер Третьякова применяется на метеостанциях для измерения количества осадков, выпадающих в жидком и твердом виде.

Ведро *3* осадкомера (рис. 1.4) имеет приемную площадь 200 см² и высоту 40,0 см. Внутри ведра впаяна диафрагма *2* в виде усеченного конуса. Для уменьшения испарения из ведра в летнее время отверстие диафрагмы закрывается воронкой *1* с маленьким отверстием для стока осадков. С внешней стороны ведра для слива собранных осадков припаян носик *5*, который закрывается колпачком *4* с цепочкой. Крышка служит для того, чтобы закрывать ведро при переносе его с площадки и на время таяния снега в нем. Ведро осадкомера устанавливают в специальное приспособление на металлической подставке *7*.

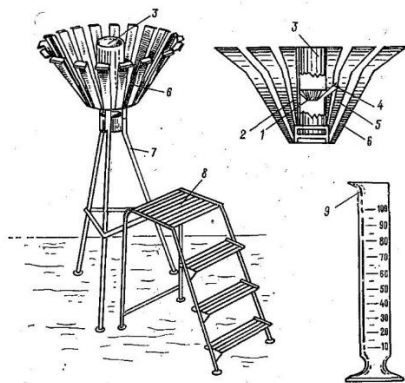


Рис. 1.4. Осадкомер Третьякова с подставкой

Ветровая защита 6 состоит из 16 трапецидальных изогнутых планок. Верхние концы планок находятся на одной высоте с верхним краем ведра.

Собранные осадки выливают в измерительный стакан 9, который представляет собой мензурку с 100 делениями. Одно деление по объему равно 2 см^3 , которое при площади сечения приемной части ведра в 200 см^2 соответствует $0,1 \text{ мм}$ слоя осадков.

Осадкомер устанавливают на металлической подставке с таким расчетом, чтобы приемная поверхность его находилась на высоте 2 м. Измерение количества осадков проводят 4 раза в сутки.

Плювиограф - самописец, предназначенный для непрерывной регистрации количества, интенсивности и продолжительности выпадения жидких осадков (рис. 1.5).

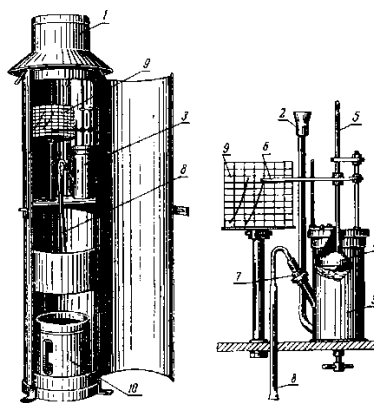


Рис. 1.5. Плювиограф

Плювиограф состоит из цилиндрического сосуда 1 с приемной площадью 500 см^2 . В нижней части сосуд переходит в конус, заканчивающийся сливной кружкой, которая вставляется в воронку трубки 2, идущей от поплавковой камеры 3. Осадки через приемное ведро поступают в поплавковую камеру, внутри которой находится полый металлический поплавок 4 со стержнем 5 и стрелкой 6, заканчивающейся пером. Рядом с поплавковой камерой укреплен барабан 9 с часовым механизмом. На барабан надевается бумажная лента. Горизонтальные линии на ней соответствуют количеству осадков, вертикальные – времени. Одно горизонтальное деление равно $0,1 \text{ мм}$ осадков, а одно вертикальное – 10 мин . В нижней части корпуса помещается контрольный сосуд 10, в который сливаются осадки из поплавковой камеры.

При выпадении осадков вода из приемного сосуда 1 переливается в поплавковую камеру 3. При этом поплавок поднимается и перо чертит на ленте кривую линию, причем чем интенсивнее осадки, тем круче подъем кривой. Как только осадки заполнят поплавковую камеру (10 мм), начинает действовать сифон 8, и вода из камеры автоматически вы-

ливается в контрольный сосуд **10**. При этом перо вычерчивает на ленте вертикальную прямую линию от верха до нулевого деления ленты. Если осадки продолжают выпадать, поплавковая камера снова наполняется водой и перо поднимается вверх. Если осадки прекращаются, перо чертит на ленте горизонтальную линию.

При отрицательных температурах плювиограф не используют, так как вода в сосуде может замерзнуть и повредить прибор.

Плювиограф устанавливают горизонтально на открытой площадке на специальном столбе так, чтобы его верхняя часть была на высоте 2 м от поверхности почвы [8, 9].

Лабораторная работа № 2. Расчет водного баланса почвы и установление вида ее гидромелиорации

Цель работы – освоить биоклиматический метод оценки водного режима мелиорируемых почв.

Задачи:

1. Определить приходные и расходные составляющие уравнения водного баланса за вегетационные периоды лет различной влагообеспеченности для двух сельскохозяйственных культур.

2. Рассчитать биоклиматические коэффициенты заданных культур.

3. Выполнить подекадный расчет водного баланса почвы, определить необходимость полива и установить даты поливов.

Материалы и оборудование: сельскохозяйственные культуры, декадные значения метеозлементов типового среднесухого года (25% обеспеченности), гранулометрический состав почвы, наименьшая влагоемкость, поливные нормы.

Порядок выполнения.

Расчет выполняется путем составления уравнения водного баланса, которое учитывает основные приходные и расходные статьи (элементы). Для почвенных условий мелиорируемого сельскохозяйственного участка основными *приходными элементами* являются атмосферные осадки, а также находящиеся в самой почве весенние запасы легкодоступной растениям влаги. Проектирование оросительных систем в Беларуси осуществляется, как правило, при глубоком залегании грунтовых вод (более 3 м), поэтому данным элементом в расчете пренебрегаем. Основным *расходным элементом* водного баланса является суммарное испарение, т.е. суммарный расход на испарение почвы и транспирацию растений (водопотребление сельхозкультуры).

Все слагаемые уравнения водного баланса выражают количество (объем) воды и должны иметь одинаковую размерность метры кубические в расчете на гектар ($\text{м}^3/\text{га}$) или миллиметры слоя воды (мм). Следует помнить, что 1 мм слоя воды соответствует $10 \text{ м}^3/\text{га}$.

С учетом изложенного уравнение водного баланса корнеобитаемого слоя почвы для расчетного периода будет иметь следующий вид:

$$W_{\text{к}}^i = W_{\text{н}}^i + K_{\text{п}}P_i - K_{\text{в}}E_i, \quad (2.1)$$

где $W_{\text{к}}^i$, $W_{\text{н}}^i$ – влагозапасы расчетного слоя почвы соответственно на конец и начало i -й декады, мм;

P_i – измеренные осадки, выпавшие за данную декаду, мм;

$K_{\text{п}}$ – поправочный коэффициент на недоучет осадков измерительными приборами;

E_i – водопотребление культуры за декаду, мм;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент влагообмена, учитывающий долю водопотребления из расчетного слоя.

Для расчета водопотребления орошаемой культуры в работе используем биоклиматический метод наиболее приемлемый для минеральных почв Беларуси [3]. Особенностью

этого метода является учет биоклиматического коэффициента конкретной культуры в определенных климатических условиях.

Расчет осуществляется последовательно по компонентам водного баланса с учетом необходимых коэффициентов и оформляется в таблицу 2.1.

Таблица 2.1. Расчет элементов водного баланса участка по метеостанции _____ для культуры _____

Показатели	Май			Июнь			Июль			И т.д.		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
P_i , мм												
K_n												
$\sum d_i$, мб												
$\sum t_i$, °С												
$\sum T_i$, °С												
K_{cp}												
$\sum d_{cp}$, мб												
K_i												
E_i , мм												
K_b												
$K_n P_i - K_b E_i$, мм												
$W_{н}^i$, мм												
$W_{к}^i$, мм												
$C_{брос}$, мм												
Подача, мм												

Осадки, выпавшие за расчетную декаду, учитываются по данным метеостанций, приведенным в прилож. 1-2. Поправочный коэффициент к осадкам K_n принимается в апреле – 1,20; мае – 1,12; июне и июле – 1,08; августе – 1,07 и сентябре – 1,11.

Расчет водопотребления ведется по формуле:

$$E_i = K_i \sum d_i, \quad (2.2)$$

где K_i – биоклиматический коэффициент конкретной культуры и фазы ее развития при определенных климатических условиях;

$\sum d_i$ – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за расчетный период (конкретную декаду), мб.

С учетом климатической изменчивости значение K_i вычисляется по следующей зависимости:

$$K_i = 0,30 \frac{\sum d_{cp}}{\sum d_i} + 0,70 K_{cp}, \quad (2.3)$$

где K_{cp} – среднееголетнее значение биоклиматического коэффициента, характерное для данной фазы развития культуры при среднееголетних климатических условиях, выражаемых $\sum d_{cp}$.

Сезонная изменчивость K_{cp} и $\sum d_{cp}$, отражающая динамику фаз биологического развития культур, вычисляется через сумму среднесуточных температур воздуха, накопленную от начала вегетации к середине каждой расчетной декады ($\sum T_i$):

$$K_{cp} = a_0 + a_1(0,001 \sum T_i) + a_2(0,001 \sum T_i)^2; \quad (2.4)$$

$$\sum d_{cp} = b_0 + b_1(0,001\sum T_i) + b_2(0,001 \sum T_i)^2, \quad (2.5)$$

где $a_0, a_1, a_2, b_0, b_1, b_2$ – эмпирические коэффициенты культуры (приводятся в прилож.9).

Величина $\sum T_i$ определяется путем последовательного сложения сумм температур предыдущих расчетных декад и половины суммы температур текущей расчетной декады.

$$\sum T_i = \sum t_1 + \sum t_2 + \dots + \sum t_{i-1} + 0,5\sum t_i, \quad (2.6)$$

Коэффициент влагообмена K_v изменяется от 1,0 в начале вегетации до 0,85 в конце.

Для установления необходимости поливов или сброса излишков влаги рассчитываются влагозапасы при верхней (W_{max}) и нижней (W_{min}) границах оптимального увлажнения.

$$W_{max} = 10 h\gamma_{об} \beta_v, \quad (2.7)$$

$$W_{min} = 10 h\gamma_{об} \beta_n, \quad (2.8)$$

где β_v – влажность почвы при верхней границе оптимального увлажнения (на начало вегетации при отсутствии подпора в 3-декаде апреля соответствует наименьшей влагоемкости), %;

β_n – влажность почвы при нижнем пределе (табл. 2.1), % от НВ.

Влагозапасы на начало первой расчетной декады W_n^1 заданы в исходных данных в процентах от W_{max} . В дальнейшем W_n^{i+1} определяются на основе расчетов W_k^i предыдущей декады по формуле (3.5) с учетом следующих трех случаев:

I. $W_k^i > W_{max}$, т. е. влагозапасы на конец декады превышают верхнюю границу оптимального увлажнения, что приводит к сбросу (C_i , мм) этого превышения.

$$C_i = W_k^i - W_{max}, \quad (3.13)$$

а влагозапасы на начало следующей декады $W_n^{i+1} = W_{max}$.

II. $W_{min} < W_k^i < W_{max}$, когда отсутствуют сброс и необходимость полива, т. е. $W_n^{i+1} = W_k^i$.

III. $W_k^i \leq W_{min}$, что указывает на недопустимое снижение расчетных влагозапасов и необходимость полива нормой m .

В этом случае $W_n^{i+1} = W_k^i + m$.

Лабораторная работа № 3. Виды дренажных труб и принцип работы закрытого дренажа

Цель работы – изучить конструкции труб для устройства регулирующей и проводящей закрытой сети осушительной и осушительно-увлажнительной систем.

Задачи. 1. Изучить условия применения закрытой осушительной сети.

2. Изучить конструкции керамических дренажных труб и требования, предъявляемые к ним.

3. Изучить конструкции пластмассовых труб и требования, предъявляемые к ним.

Оборудование: керамические и пластмассовые трубы, мерные инструменты, лоток для устройства дренажной линии.

1. Надежность работы и продолжительность службы закрытой сети зависят от вида материала, из которого она выполнена, а также от качества ее строительства. Закрытая регулирующая сеть подразделяется на материальную и нематериальную (временную). Ма-

териальная сеть отличается тем, что водопроводящие полости в грунте создаются с помощью труб из различных материалов, причем наибольшее распространение получили керамические и пластмассовые трубы. Полость в грунте можно устроить также с помощью досок и другого материала. Вода из почвы может удаляться не только по полостям, но также и по более мелким фильтрационным ходам. Фильтрационные ходы создаются с использованием песчано-гравийной смеси, хвороста, шлаков и других материалов.

Регулирующая сеть получает название по названию материала. Например, при укладке керамических труб сеть называется керамической (керамический дренаж, керамические собиратели); если полости в грунте стабилизируют с помощью пластмассовых труб, регулирующая сеть называется пластмассовой и т. д. Сеть, выполненная из пористых материалов, называется фильтрационной. А если она состоит из труб и пористого материала – полостно-фильтрационной. К нематериальной сети относят кротовую и щелевую. Здесь отсутствует крепление стенок полостей в грунте каким-либо материалом.

Закрытый дренаж устраивается траншейным (ширина траншеи 50 см), узкотраншейным и бестраншейным способами. Бестраншейный способ является наиболее производительным. Он используется при укладке гибких пластмассовых дренажных труб, устройстве кротового и щелевого дренажа. Керамический дренаж устраивается траншейным способом. Для его устройства применяются трубы длиной 333 мм. Согласно ГОСТ 8411-74 их изготавливают круглыми и многогранными по наружной поверхности с внутренним диаметром 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250 мм.

Регулирующая сеть устраивается из труб диаметром 50, реже 75 мм, закрытая проводящая сеть (коллекторы) – из труб больших диаметров (75–250 мм) [1]. Срок службы керамических труб составляет 50–100 лет и более. Главным их достоинством является долговечность, устойчивость к агрессивным средам, недефицитность сырья для изготовления, высокая прочность. Недостатки заключаются в необходимости применения ручного труда при укладке, невысокой водоприемной способности, высоких транспортных расходах и сложной технологии строительства.

К керамическим трубам предъявляется ряд требований, которые представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Технические требования к качеству керамических труб диаметром 50 и 75 мм (ГОСТ 8411-74)

Внутренний диаметр d, мм	Толщина стенки, мм	Длина трубы, мм	Овальность трубы, мм	Перпендикул. торцов, мм	Зазор, мм, не более	Допустимая длина трещин, мм	
						продольных	поперечных
50 ± 2	11 ± 2	333 ± 10	±2	±3	2	80	1/4 окружности трубы
75 ± 2	13 ± 2		±3	±4		80	

Для изготовления пластмассовых дренажных труб применяют полиэтилен высокой (ПВП) и низкой плотности (ПНП), а также непластифицированный (жесткий) поливинилхлорид или винипласт. Данные материалы обладают высокой механической прочностью рис. 3.1.

Пластмассовые трубы бывают гладкостенными с круглыми или прямоугольными отверстиями (перфорацией) и гофрированными. Характеристика гофрированных труб из полиэтилена высокой плотности приведена в табл. 3.2.

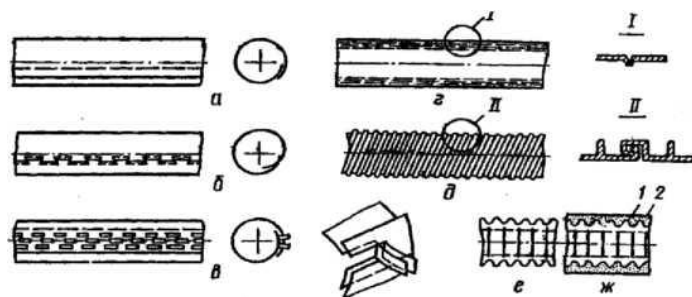


Рис. 3.1. Пластмассовые дренажные трубы:

a – пленочные с упруго поджатым швом; *б* – пленочные со швом «молния»;
в – пленочные со швом-перфорацией; *г* – пленочные гладкостенные перфорированные;
д – пленочные спиральновитые из профилированной ленты; *е* – гофрированные
 без защиты; *ж* – гофрированные, защищенные от заилиения; 1 – салфетка;
 2 – фильтрующий материал

Таблица 3.2. Характеристика гофрированных дренажных труб из ПВХ

Наружный диаметр, мм	Номинальная толщина стенки, мм	Площадь водо-приемных от-верстий, см ² /м	Масса 1 м трубы, кг	Масса бухты, кг	Длина трубы в бухте, м
50	0,8	14	0,18	36	200
63	0,9	17	0,25	40	160
75	0,9	18	0,32	39	120
90	0,9	23	0,38	38	100
110	0,9	19	0,47	33	70
125	1,0	17	0,59	36	60

Наружный диаметр пластмассовых дренажных труб составляет 50, 63, 75, 90, 110, 125 мм, толщина стенок – от 0,5 до 1,9 мм. Изготавливаются они гофрированными, спиральными или гладкостенными. Гофрированные трубы имеют длину 60–200 м и поставляются в бухтах. Гладкостенные трубы с толщиной стенок до 3–4 мм применяют в основном для устройства коллекторной части дренажной сети. Поставляются в пачках (пакетах). Длина их колеблется от 5 до 12 м. Исходя из характеристик прочности, трубы диаметром 50–75 мм можно укладывать на глубину до 2,0 м, а диаметром 90–125 мм – до 2,5 м. При толщине стенок труб до 1,4–1,9 мм трубы диаметром 90–125 мм можно укладывать на глубину до 5 м. Из других конструкций пластмассовых труб известны спиральновитые, спиральносварные и др. Следует обратить внимание на то, что в последних конструкциях труб водоприемные отверстия устраивают во впадинах гофр, между нитками спиралей. Такое расположение щелей позволяет ощутимо увеличить водоприемную способность дренажа. Пластмассовые трубы можно также покрывать защитно-фильтрующим материалом в заводских условиях, что позволяет повысить технологичность строительства дренажа.

Пластмассовую регулирующую сеть устраивают как траншейным, так и бестраншейным способами. Второй способ строительства намного производительнее, чем первый. Регулирующую сеть устраивают из пластмассовых труб диаметром 50–63 мм. Проводящую сеть из пластмассовых труб делают редко, так как с увеличением диаметра резко возрастает стоимость строительства системы. В качестве проводящей сети для пластмассовой регулирующей сети применяют керамические, асбестоцементные и другие трубы [1, 3]. В технической литературе имеются сведения о применении для осушения земель пористых труб. Среди них наиболее широкое распространение получили керамзитобетонные. Более всего эти трубы применяются в системах береговых и ловчих дрен, к которым имеется большой приток грунтовых вод. Асбестоцементные трубы используются в качестве

проводящей сети в сложных гидрогеологических условиях и при опасности зарастания полости дрен корнями древесно-кустарниковой растительности. Эти трубы применяются также для устройства устьев закрытых систем и при сопряжении со смотровыми колодцами. Достоинствами данных труб являются легкость, технологичность в строительстве, лучшие технико-экономические показатели при их изготовлении и укладке дренажа. Соединение коллектора с дренажной трубой без фасонных деталей осуществляется двумя способами – впритык или внахлест (рис. 3.2) [2, 4].

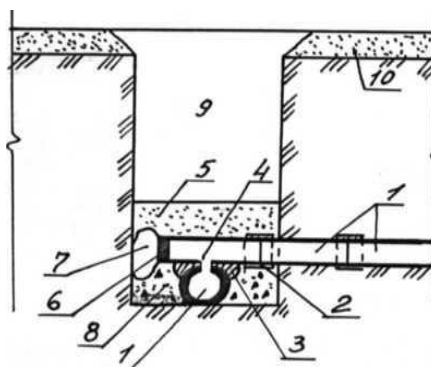


Рис. 3.2. Узел сопряжения дрены с коллектором:
 1 – трубы; 2 – защитно-фильтрующий материал; 3 – обмазка цементным раствором;
 4 – отверстие; 5 – присыпка гумусной почвой; 6 – заглушка; 7 – упор; 8 – щебень;
 9 – обратная засыпка; 10 – пахотный слой

Применение фасонных соединительных деталей сокращает затраты времени (в 2–5 раз), повышает прочность и надежность узловых соединений. Для этого применяются дренажные тройники, пластмассовые втулки и угольники, керамические, фасонные трубы, соединительные муфты, переходники, заглушки и др.

Кротовый дренаж применяют на тяжелых (глинистых) и торфяных почвах в сочетании с керамическим, полиэтиленовым дренажем и открытыми каналами. Кротовые дрены устраиваются длиной 100–200 м с уклоном 0,003–0,005, глубиной 0,5–0,7 м, диаметром 6–8 см.

Щелевой дренаж устраивается на торфяных почвах. Длина щелевых линий – до 300 м. Расстояние между ними – 20–40 м, глубина – 0,7–0,9 м.

Назначение кротового и щелевого дренажей – ускорить отвод избыточных поверхностных и грунтовых вод из корнеобитаемого слоя почвы.

2. Основными параметрами дренажной осушительной системы являются: глубина и длина дрен, коллекторов, каналов, расстояние между ними и их уклоны. Минимальная глубина заложения дрен и собирателей принимается для глинистых и торфяных почв не менее 1,1 м, песчаных и супесчаных – 1 м, в локальных понижениях – не менее 0,8 м. Оптимальной считается глубина дрен в глинистых, суглинистых и торфяных грунтах – 1,2...1,3 м; в песчаных и супесчаных – 1,1...1,2 м. Уклоны дрен, собирателей и коллекторов должны быть не менее 0,002. Оптимальными являются уклоны в пределах 0,008...0,015. Расстояние между дренами обуславливается не только требуемой нормой осушения, но и многими другими факторами: гранулометрическим составом почв, видом культур, глубиной дрен, величиной испарения, расчетным временем понижения уровня грунтовых вод, величиной осадков, расположением водоупора и др. Расстояние между дренами устанавливается расчетными зависимостями [3] и корректируется опытными данными существующих осушительных систем, построенных в аналогичных условиях, и рекомендациями научно-исследовательских организаций. Расстояние между дренами рекомендуется принимать: глина тяжелая...легкая - 8...15; суглинок тяжелый...легкий - 15...25 ; супесь - 25...30; песок - 30...50; торф - 20...40 м. Для лугопастбищных угодий к приведенным зна-

чениям необходимо добавлять 5...10 м. Длина дрен принимается от 200 м (при среднем уклоне местности до 0,005) до 300 м (при уклоне более 0,005). Длина коллекторов: максимальная – 1200 м, оптимальная – 600...800 м. Менее 50 м дренажи и коллекторы устраивать не рекомендуется, исключением являются частные огороды, садовые участки и фермерские сельскохозяйственные угодья. Оптимальный уклон дренажа – 0,005...0,015. Минимально допустимый – 0,002. Увязка водотоков в вертикальной плоскости производится одновременно с построением продольных профилей. Глубину коллектора необходимо проектировать ниже дна дрен на 0,1 м. Устье коллектора должно быть выше дна водоотводящего канала на 0,5...0,7 м и выше меженного уровня воды в канале на 0,2...0,3 м.

3. Для предотвращения механического заиления дрен применяют различные защитно-фильтрующие материалы (ЗФМ) – органические (мох, торф, солома и др.) и минеральные (песчано-гравийные смеси, шлаки, гранулированные отходы химической промышленности, искусственные стеклоткани, стеклохолсты и т.д.). Чтобы ЗФМ обеспечивали надежную работу дренажа, их коэффициент фильтрации должен превышать водопроницаемость песчаных грунтов не менее чем в 5, торфяных – в 10, тяжелых – в 20 раз. Наиболее широкое применение получили рулонные искусственные ЗФМ (стеклохолсты, стеклоткани). А для пластмассовых труб – нанесение на их поверхность пневмоэкрузионным способом защитной бесшовной фильтрующей оболочки из волокнисто-пористого полиэтилена. Рулонные ЗФМ должны иметь коэффициент фильтрации не менее 20 м/сут, не пропускать частиц грунта размером более 0,05 мм, защищать дренаж от закисных соединений железа при содержании его не менее 3 мг/л и pH 3,5...9,0. Для гарантированной защиты толщина слоя рулонного ЗФМ должна быть не менее 1 мм, а для коллекторных керамических труб диаметром более 75 мм – не менее 2 мм. При коэффициенте фильтрации грунта менее 1 м/сут., кроме защиты водоприемных отверстий рулонным ЗФМ, устраиваются объемные фильтры. Это присыпки дрен до глубины 30 см или полная засыпка дренажной траншеи пористым материалом (щебень, гравий, керамзит, древесная щепа и т.п.). Они значительно увеличивают водоприемную способность дренажа. Во время занятий необходимо ознакомиться на наглядном натурном материале с конструкцией ЗФМ, на собранной дренажной линии произвести защиту труб от заиления одним из ЗФМ. На наглядном материале необходимо изучить конструкцию, схемы и технологию устройства дренажей.

Выполнение работы.

1. Изучить условия применения закрытой осушительной и осушительно-увлажнительной сети.

2. Изучить конструкции керамических и пластмассовых труб, требования к ним.

3. Определить параметры труб (диаметры, размеры граней, толщину стенок, перпендикулярность торцов, прогиб, длину), сопоставить с допустимыми отклонениями согласно ГОСТу и установить пригодность для применения.

4. Составить линию из 10–15 трубок и проанализировать ее.

Лабораторная работа № 4. Составление схемы осушения участка избыточно увлажненных почв закрытым дренажем. Способы восстановления работоспособности дренажно-коллекторной сети

Цель работы – изучить элементы осушительной мелиоративной системы.

Задачи.

1. Изучить элементы мелиоративных систем и их назначение.

2. Изучить основы проектирования осушительных систем.

3. Разработать план закрытой осушительной системы в горизонтальной плоскости.

4. Изучить способы восстановления работоспособности дренажно-осушительной сети.

Исходные данные: план участка масштабом 1:5000.

Приступая к проектированию и расчету мелиоративной системы, необходимо предварительно изучить виды и классификацию таких систем, их состав и конструкцию [1]. Техническая схема и конструкция осушительной системы определяется, прежде всего, принятыми в проекте способами осушения, увлажнения и характером осушаемого участка. В общем случае осушительная мелиоративная система должна включать такие элементы, как водоприемник, проводящая, регулирующая и оградительная сети, гидротехнические сооружения на сети, дороги и полевые лесополосы. Пример схемы осушительных систем с элементами открытой и закрытой системы приведены на рис. 4.1.

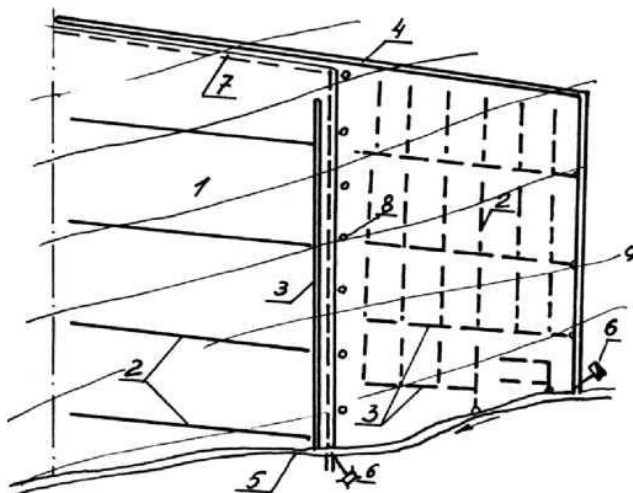


Рис. 4.1. Осушительная система: 1 – осушаемая территория; 2 – регулирующая сеть (слева открытые разрезанные каналы, справа – систематический дренаж); 3 – проводящая сеть; 4 – оградительная сеть; 5 – водоприемник; 6 – гидротехнические сооружения; 7 – дорога; 8 – лесополоса; 9 – горизонталы

Основным элементом осушительной закрытой системы является регулирующая сеть. Она включает дрены и коллекторы. Расположение закрытой осушительной сети на плане является одним из самых ответственных моментов проектирования дренажа и заключается в придании определенного направления дренажным линиям по отношению к рельефу местности.

Проектирование дренажных систем в плане начинается с водоприемника, оградительной и проводящей сети.

Оградительная часть мелиоративной системы (нагорно-ловчие каналы и дрены) проектируется по границе осушаемого участка с учетом направления движения поступающих на участок грунтовых и поверхностных вод.

Магистральный канал проектируется, как правило, по самому низкому месту участка. Магистральный канал необходимо устраивать в следующих случаях: а) при длине коллектора более 1000 м; б) при уклоне поверхности земли менее 0,002 и невозможности дальнейшего заглубления коллекторов; в) при больших водосборных площадях и, как следствие этого, больших диаметрах коллекторов (прокладывание коллекторов в две нитки экономически нецелесообразно); г) из хозяйственных соображений (устройство водопоев для скота, противопожарные нужды и др.).

Закрытая проводящая сеть (коллекторы разных порядков) обычно проектируется по пониженным частям рельефа. При этом расстояние между коллекторами определяется допустимой длиной дрен и возможностью их двустороннего впадения в коллекторы. При расположении в плане необходимо, чтобы соблюдались следующие основные условия:

- уклоны дна дрен должны находиться в допустимых пределах (0,002...0,02). Наилучший уклон 0,006...0,008;

– глубина дрен на всем их протяжении должна как можно меньше отличаться от проектной ($\pm 0,2 \dots 0,3$ м);

– дрены по мере возможности должны проектироваться перпендикулярно или под острым углом к направлению грунтового и поверхностного потоков.

Кроме того, необходимо учитывать и целый ряд других факторов, а именно:

1. В плане дрены с коллекторами необходимо стремиться сопрягать под углом 90° . При невозможности обеспечить прямой угол впуск дрен в коллекторы следует осуществлять под углом не менее 60° ;

2. С целью уменьшения длины проводящей сети нужно стремиться к двустороннему вводу дрен в коллекторы, а коллекторов - в магистральный канал. При этом противолежащие дрены (коллекторы) должны смещаться минимум на $2 \dots 5$ м относительно друг друга;

3. Каналы и закрытые коллекторы должны иметь минимальное количество поворотов и пересечений с дорогами и другими сооружениями. Дрены, как правило, проектируются без поворотов;

4. Следует избегать ввода одиночных дрен в открытые каналы;

5. Уклон для коллектора желательно проектировать одинаковым по всей длине или же увеличивающимся к устью;

6. Ловчие закрытые дрены предусматриваются при водосборных площадях менее $10 \dots 40$ га. Во всех других случаях необходимо проектировать ловчие и нагорные каналы. Располагать их необходимо, как правило, по границам участка перпендикулярно к направлению грунтового и поверхностного потоков;

7. При проектировании дрен и коллекторов необходимо располагать их через пониженные точки местности, минуя отдельные возвышенности;

8. Дрены принято располагать от границы осушаемого участка на расстоянии $E/2$, а верхние концы дрен удалять от всей границы на $E/3$. Расстояния между сходящимися концами дрен принимаются равными $E/3 \dots E/4$, а между такими же перпендикулярными концами и дренами или коллектором – $E/2$. От открытого канала дрены удаляются при глубине канала $1,5$ м на E , при глубине $1,6 \dots 2,0$ м – на $1,5E$ и при глубине $2,1 \dots 3,0$ м – на $2E$ (E – расстояние между дренами);

9. В местах резких поворотов коллектора (менее 120°), а также при сопряжении в одном месте нескольких коллекторов или изменении уклона коллектора устраивают смотровые колодцы (регуляторы).

Лабораторная работа № 5. Средства создания и агротехнические характеристики искусственного дождя

Цель работы – ознакомление в лабораторных или полевых условиях с конструкцией и принципом работы насадок и аппаратов современной дождевальной техники.

Задачи:

1. Изучить конструкцию и принцип работы дождевателей.

2. Изучить основные виды дождевальной техники и схемы полива при их использовании.

Материалы и оборудование: образцы дождевальных насадок и аппаратов, экспериментальная дождевальная установка, дождемеры, секундомеры, мерный цилиндр, справочники дождевальной техники.

Дождевальные насадки и аппараты – это рабочие органы дождевальных машин и установок, которые преобразуют водяной поток в дождевые капли.

Различие между этими устройствами состоит в их конструкции и как следствие в технике формирования дождевых капель.

Дождевальная насадка – устройство для образования искусственного дождя, не имеющее частей, совершающих перемещения независимо друг от друга. *Дождевальным аппаратом* называется устройство для образования искусственного дождя и распределения его по площади полива, включающее подвижные элементы.

По радиусу охвата территории дождевым облаком дождеватели насадки разделяют на короткоструйные (до 10 м), среднеструйные (10-40 м), дальнеструйные (свыше 40 м). По напору воды могут быть низконапорными (до 0,3 МПа), средненапорными (0,3...0,5 МПа) и высоконапорными (0,5...60 МПа).

Распределение искусственного дождя по орошаемой площади осуществляется посредством *дождевальной техники* (машины, агрегаты, установки).

Порядок выполнения.

1. В лабораторных условиях студенты изучают конструкцию аппаратов, включают их в работу, изучают принцип работы и характер образования дождя. При этом следует зарисовать схемы дефлекторных и струйных насадок с указанием их основных элементов.

В мелиоративной практике широкое практическое применение получила короткоструйная дождевальная насадка с конусным дефлектором, которые работают при сравнительно низких напорах воды. (рис. 5.1).

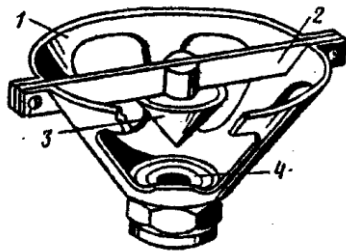


Рис. 5.1. Короткоструйная дождевальная насадка с конусным дефлектором: 1 – конус; 2 – планка; 3 – конусный дефлектор; 4 – выходное отверстие

Струя воды, выходя под напором из выходного отверстия, обтекает обратный конус (дефлектор), принимает коническую форму, а затем распыляется на мелкие капли.

Достоинством этих насадок является равномерное распыление воды с допустимым размером капель при небольших напорах (0,08...0,15 МПа) и затратах энергии. Основной недостаток – небольшой радиус (6...8 м) разбрызгивания и большая интенсивность дождя (0,7...1,1 мм/мин), что ограничивает их применение в машинах и установках, работающих позиционно.

Дефлекторные насадки устанавливаются на двухконсольных дождевальных агрегатах ДДА-100 МА, дождевальных машинах «Кубань», а также на установках для полива цветников, газонов, в теплицах. Они создают дождь с диаметром капель 0,9...1,1 мм.

Существуют *щелевые* и *центробежные насадки*, однако они не получили широкого практического применения.

Средне- и дальнеструйные вращающиеся дождевальные аппараты. В этих устройствах вода вытекает с большой скоростью из отверстия сопла в атмосферу, встречает сопротивление воздуха, аэрируется и распадается на капли.

По конструкции они мало отличаются друг от друга, но существенно различаются по напору и расходу воды, а также принципу вращения и дальности полета струи.

Основные части струйного аппарата: присоединительный патрубок, корпус, ствол, сопло, механизм привода вращения (рис. 5.2). Вращение ствола аппарата может осу-

ществляться при помощи коромысла, вращающейся гидравлической турбинки, реактивной силы выходящей струи воды или за счет энергии двигателя базовой машины.

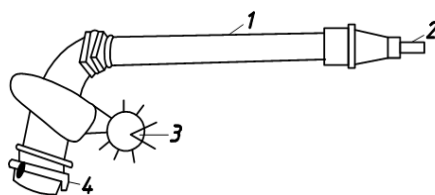


Рис. 5.2. Дальнеструйный дождевальный аппарат:
1 – ствол; 2 – сопло; 3 – механизм привода вращения (гидравлическая турбинка); 4 – присоединительный узел

Вращение аппаратов обеспечивает равномерность распределения дождя по площади захвата.

Коромысловый дождевальный агрегат ДА-2 (рис. 6.3). Качающееся коромысло дождевателя имеет на заднем конце противовес, который за счёт своего веса поднимает переднее плечо коромысла с закрепленной на нем разбрызгивающей лопаткой и вводит ее в струю; лопатка входит в струю под некоторым углом к оси в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В момент удара по разбрызгивающей лопатке струя разрушается, орошая территорию вблизи аппарата.

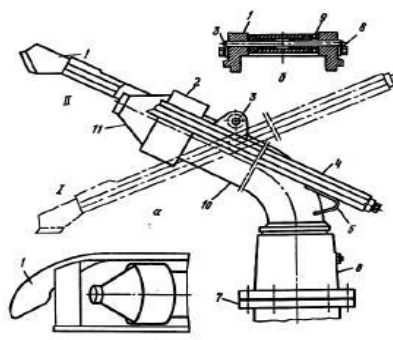


Рис. 5.3. Дождевальный аппарат ДА-2:
I – коромысло при нижнем положении лопатки; II – коромысло при верхнем положении лопатки; 1 – лопатка, 2 – накидная гайка, 3 – ось качания, 4 – коромысло, 5 – противовес, 6 – корпус, 7 – присоединительный фланец, 8 – стопорная пластина, 9 – регулировочная шайба, 10 – ствол, 11 – насадка

Дождевательные аппараты с пружинными рассекателями. К этой группе относятся среднеструйные аппараты «Роса»-1,2,3 (рис.5.4); ДКШ- 6; «Фрегат»-1,2,3,4 и др. В отличие от коромысла рассекатель колеблется в горизонтальной плоскости: ударом струи по криволинейной лопатке рассекатель отклоняется в сторону, но под действием возвратной пружины снова входит в струю, ударяя по стволу аппарата и поворачивая его на некоторый угол.

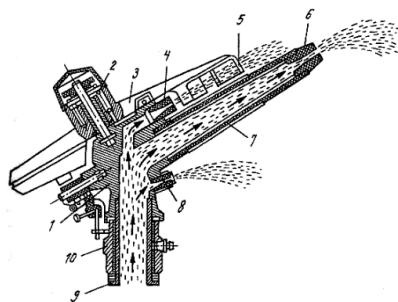


Рис.5.4. Дождевальная машина «Роса-3» Среднеструйная дождевальная машина «Роса-3»: 1 – корпус; 2 – пружина; 3 – коромысло; 4, 6, 8 – сопла; 5 – лопатка-рассекатель; 9 – стакан; 10 – патрубок

Дождеватели с коромысловым и пружинными рассекателями вращаются небольшими рывками со средней угловой скоростью 0,25-0,5 оборота в мин, так чтобы линейная скорость перемещения конца струи не превышала 2 м/с.

2. При выполнении второй задачи следует изучить виды дождевальной техники и определить основные параметры схем ее расположения на плане. Технические характеристики основных дождевальных машин и установок приводятся в приложении 13.

Современные дождевальные машины и установки в зависимости от используемых насадок делятся на три типа: короткоструйные (низконапорные), среднеструйные (средненапорные), дальнеструйные (высоконапорные).

К короткоструйным относятся: ДДА-100МА, «Кубань», ДШ-25/300. К среднеструйным – «Фрегат», «Днепр», ДКШ-64, «Ока», ДКН-80, ДШ-10, КИ-50, «Сигма», комплект синхронно-импульсного дождевания КСИД-10.

Дальнеструйными дождевальными машинами являются ДДН-70, ДДН-100. В практике широко применяются также переносные дальнеструйные дождевальные аппараты типа ДД-15, ДД-30, ДД-50 и ДД-80. По принципу работы они похожи, но отличаются друг от друга производительностью, радиусом полета струи, способом перемещения и приводом вращения ствола.

В зависимости от принципа работы, технологии полива и перемещения дождевальных устройств можно выделить две основные схемы расположения оросительной сети и дождевальной техники: фронтальное и радиальное (по кругу) перемещение.

Фронтальные дождевальные устройства – многоопорные самоходные устройства с большой шириной захвата и питанием от гидрантов напорной оросительной сети. К этой группе относятся колесные дождевальные трубопроводы ДКШ-64 «Волжанка», ДКГ-80 «Ока», ДКН-80, КДТ-25, ДК-60; многоопорные машины «Коломенка-100», МДФА «Таврия», ДФ-120 «Днепр» и др. (Россия).

Рассмотрим подробнее *дождеватель колесный широкозахватный ДКШ «Волжанка»*. Он представляет собой многоопорный колесный самоходный трубопровод фронтального перемещения, оборудованный среднеструйными аппаратами кругового действия.

Машина имеет два дождевальных крыла, работающих независимо друг от друга с питанием от различных гидрантов. Высота поливного трубопровода над землей у ДКШ равна 89 см. Средняя интенсивность дождя с учетом перекрытия составляет 0,27 мм/мин. Переезд с позиции на позицию осуществляется фронтально (рисунок 5.5).

Рис. 5.5. Примерная схема орошения ДКШ-64 «Волжанка»:

1 – позиции дождевальных крыльев; 2 – гидрант; 3 – оросительный трубопровод; 4 – первое крыло ДКШ-64; 5 – политая площадь; 6 – водоисточник; 7 – насосная станция; 8 – второе крыло ДКШ-64; 9 – направление перемещения крыльев

Полив ДКШ осуществляется с забором воды от гидрантов закрытой оросительной сети, расположенных через 18 м. Оба крыла «Волжанки» работают одновременно и отдельно друг от друга, их присоединяют к разным гидрантам. В зависимости от размеров поливного участка дождевальное крыло можно уменьшать на определенное количество секций. При полной длине крыльев (каждое по 395,8 м) расстояние между трубопроводами равно 800 м, расход воды составляет 64 л/с.

Достоинства ДКШ: простота конструкции, хорошее качество дождя, невысокая металлоемкость. Недостатки: значительные отклонения отдельных секций трубопровода от прямолинейного положения из-за неровностей рельефа, возможность полива только низкорослых культур, большие переходы при обслуживании установки. Коэффициент земельного использования - 0,97, повреждаемость растений колеблется в пределах 0,3-2,0%.

Барабанно-шланговые дождевальные установки (БШДУ) – наиболее перспективный вид мобильных дождевальных устройств. В общем случае такая установка состоит из пневмошасси, рамы, барабана с гидравлическим (механическим) приводом, системы автоматики, гибкого трубопровода, намотанного на барабан прицепного устройства тележки (салазок), на которой устанавливается дождевальный аппарат. Основным элемент конструкции – барабан, установленный на мобильном шасси и имеющий возможность поворачиваться (рис. 5.6).

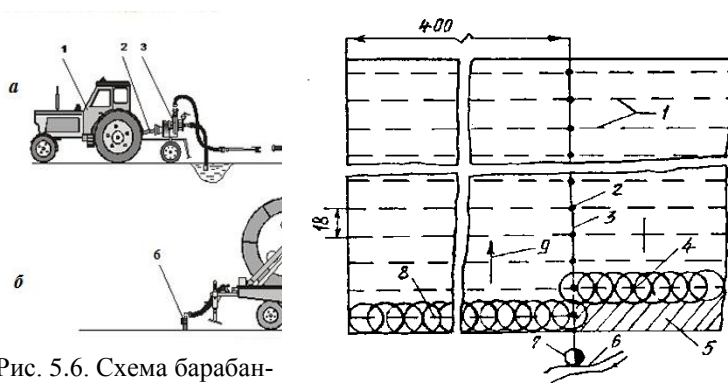


Рис. 5.6. Схема барабанно-шланговой дождевальной установки:

a – забор воды из открытого водоисточника; *б* – забор воды от гидранта; 1 – трактор; 2 – карданный вал; 3 – водяной насос; 4 – барабан дождевальной машины; 5 – оросительная тележка; 6 – гидрант

но-шланговой дождевальной

Подача воды к установке может быть организована из закрытой оросительной сети или из водоема. Автономное перемещение по полю тележки с распылительной «пушкой»

по направлению к дождевальной установке обеспечивается за счет напора воды, приводящей в движение механизм привода барабана, который вращаясь наматывает предварительно размотанный гибкий трубопровод.

Установки выполняются по двум схемам. В первом случае барабан перемещается по участку в процессе орошения. Во втором, нашедшем наибольшее распространение, барабан устанавливается на позиции, а вода распределяется при передвижении только рабочего органа – тележки с ДА или штанги с разбрызгивающими насадками.

Распространены БШДУ Российского производства – ДШ-10, ДШ-30, «Агрос-32» и «Агрос-75» (в составе комплектов КДШ-1 и КДШ-5); производства Украины – МДУ-75, а также дождеватели фирмы «Intersigma» (Чехия) - «Сигма-50-ДПЗ», PZT-67, PZT-75, PZT-90 «Odra-7528».

Схема полива с использованием *шланговых дождевателей ДШ-10* приведена на рис. 5.7.

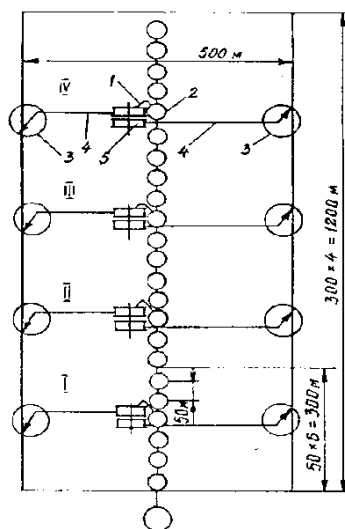


Рис. 5.7. Схема оросительной системы с дождевателями ДШ-10: 1 – соединительный трубопровод; 2 – гидрант; 3 – дождевальный аппарат; 4 – гибкий трубопровод; 5 – самонаматывающаяся катушка; I–V – зоны обслуживания.

При подготовке к работе дождеватель подвозится к гидранту с помощью трактора и устанавливается так, чтобы оси барабанов были параллельны линии гидрантов закрытой оросительной сети. Дождеватель присоединяют к гидранту, открывают задвижку и включают механизм вращения барабанов. По гибкому трубопроводу вода от оросительной сети поступает к дождевальному аппарату и разбрызгивается по полосе шириной 50 м. Гидропривод с заданной скоростью вращает барабан, при этом шланг с дождевальным аппаратом подтягивается к барабану и наматывается на него. В конце полива, когда дождевальный аппарат вплотную подходит к барабану, подача воды автоматически прекращается. Скорость перемещения тележки с дождевальным аппаратом зависит от заданной нормы полива и колеблется в пределах 5-15,6 м/ч. Площадь орошения с одной позиции 2,5 га, рабочая ширина захвата 50 м, расстояние между трубопроводами 500 м. Группу из 4 машин обслуживает один оператор.

Дождеватель ДШ-10 можно применять и для полива мелкоконтурных участков с повышенными уклонами или неправильной конфигурации.

Лабораторная работа № 6. Определение структуры и качества искусственного дождя

Цель работы – освоить методику определения допустимой интенсивности искусственного дождя.

Задачи:

1. Изучить показатели качественного орошения дождеванием.
2. Рассмотреть факторы, влияющие на допустимую интенсивность искусственного дождя.
3. Экспериментально определить значение допустимой интенсивности искусственного дождя.

Материалы и оборудование: экспериментальная дождевальная установка, дефлекторная насадка, дождемеры, мерный цилиндр, фильтровальная бумага, секундомер.

Качественный полив дождеванием предусматривает обеспечение оптимальных параметров режима орошения, что характеризуется равномерным распределением поливной воды по всей площади без образования луж и стока, ухудшающих структуру почвы и плодородие.

Достижение этого возможно при соблюдении оптимальных структурных характеристик дождя, таких как интенсивность дождя, диаметр капель и равномерность распределения по площади орошения с учетом почвенных условий [1, 11].

Интенсивность дождя (i) выражается слоем осадков, выпадающих на площадь в единицу времени (мм/сек). Различают истинную (за короткий промежуток времени) и среднюю (за время полива всей площади) интенсивность дождя.

Процесс впитывания воды в почву при дождевании может происходить в две последовательные стадии: безнапорную (когда на поверхности почвы нет сплошной гравитационной пленки воды) и напорную (когда такая пленка образуется и приводит к стоку и образованию луж). Безнапорная стадия полива обеспечивается так называемой допустимой интенсивностью дождя.

Практический интерес представляет наибольшая возможная интенсивность дождя, обеспечивающая впитывание заданной поливной нормы без образования луж и поверхностного стока. Она зависит от таких факторов как механический состав почвы, уклон и состояние поверхности участка, влажность почвы, диаметр капель [1, 7].

В результате проведенных опытов получена зависимость слоя осадков (h , мм), который впитывается в почву до образования луж и поверхностного стока, от интенсивности дождя и крупности капель:

$$h = \frac{P}{ie^{0.5d}}, \quad (6.1)$$

где P – показатель безнапорной водопроницаемости почвы при дождевании, мм;

i – фактическая интенсивность дождя, мм/мин;

d – средний диаметр капель, мм;

e – основание натурального логарифма.

Параметр P определяется свойствами почвы и является ее специфической характеристикой. В физическом смысле он представляет собой слой осадков, который впитывается в почву до появления луж и стока при поливе очень мелким дождем ($d > 0$) интенсивностью, равной 1 мм/мин.

Из формулы (6.1) видно, что для определения допустимой интенсивности дождя применительно к конкретным почвенным условиям необходимо знать численное значение параметра P .

Выполнение работы. Теоретическая часть работы выполняется с использованием литературы [1, 5], экспериментальная – в приведенном ниже порядке.

1. На площадке экспериментальной дождевальной установки расставляют дождемеры по сетке примерно $0,8 \times 0,8$ м таким образом, чтобы вокруг каждого дождемера в радиусе около 40 см оставалась открытая нетронутая поверхность почвы.

2. Включают в работу дефлекторную насадку и отмечают время дождевания с помощью секундомера (или часов). В процессе полива фиксируют момент образования устойчивых лужиц вблизи каждого дождемера. Дождевание прекращают, когда зафиксированы моменты образования лужиц у всех дождемеров.

3. В процессе полива над каждым дождемером отбирают пробы на крупность капель дождя. Пробы удобно брать с помощью бумажных фильтров. Крупность капель дождя определяют по величине отпечатков их на фильтре с помощью прилож. 14.

4. В результате проведения опытного полива для каждого дождемера получают: продолжительность полива до появления луж и поверхностного стока; слой осадков (h , мм), который впитался до появления луж и поверхностного стока; крупность капель дождя.

Слой осадков, впитывающийся в почву до образования луж и поверхностного стока, измеряют отдельно для каждого дождемера и рас-считывают по зависимости

$$h = \frac{10W}{F}, \quad (6.2)$$

где W – объем воды в дождемере, измеряемый с помощью мерного цилиндра, см³;
 F – приемная площадь дождемера, см².

5. По полученным данным определяют интенсивность дождя (i , мм/мин), которая наблюдалась в процессе полива вблизи каждого дождемера:

$$i = h / t, \quad (6.3)$$

6. Для каждого дождемера по экспериментальным данным определяют показатель безнапорной водопроницаемости почвы по формуле

$$P_{экс} = m \overline{ie^{0.5d}}, \quad (6.4)$$

7. Вычисляют среднее (расчетное) значение показателя безнапорной водопроницаемости:

$$P_{ср} = \Sigma P / n, \quad (6.5)$$

где n – количество дождемеров.

8. Имея численное значение $P_{ср}$, легко определить допустимую интенсивность дождя для полученной крупности капель и требуемой поливной нормы m . Для этого вычисляют так называемый приведенный показатель безнапорной водопроницаемости почвы при дождевании с использованием рекомендуемых для различных почвенных условий поливных норм, которые упоминались в лабораторной работе 3 (с. 14):

$$P_{пр} = P_{ср} / m, \quad (6.6)$$

9. Используя график зависимости допустимой интенсивности дождя ($i_{доп}$) от $P_{пр}$ и $d_{кан}$, по полученным данным $P_{пр}$ и d находят допустимую интенсивность дождя (прилож. 15).

10. Результаты измерений и вычислений заносят в таблицу 6.1.

Таблица 6.1.– Результаты опыта по определению допустимой интенсивности дождя

№ дождемера	Объем воды в дождемере, W , мл	Слой осадков h , мм	Время полива T , мин	$d_{кан}$ пятна, мм	$d_{кан}$ капли, мм	Интенсивность дождя $i_{экс}$, мм/сек	$P_{экс}$, мм	$P_{пр}$, мм	Допустимая интенсивность дождя $i_{доп}$, мм/сек

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Средние значения									

По результатам работы делается вывод о соответствии интенсивности дождя, созданного в процессе эксперимента, его допустимой интенсивности в заданных почвенных условиях.

Лабораторная работа №7. Изучение системы капельного полива

Цель работы – ознакомиться с конструкцией и принципом работы капельниц-водовыпусков.

Задачи:

1. Изучить сущность и основные элементы систем капельного орошения.
2. Изучить виды капельниц, их классификацию по конструкции и принципу работы.
3. Экспериментально изучить работу капельниц и построить графики расходно-напорных характеристик.

Материалы и оборудование: экспериментальная установка (лоток капельного орошения); капельницы «Молдавия-1А», «Молдавия-4АМ», «Триклон»; нерегулируемые и регулируемые микротрубки; поливной трубопровод «Аква-Дроп»; секундомер; мерные цилиндры.

Сущность капельного способа орошения состоит в малоинтенсивной подаче по сети трубопроводов оросительной воды через микро-довыпуски-капельницы непосредственно в корнеобитаемую зону растений. Основной *принцип капельного орошения* – непрерывное снабжение растений водой и питательными веществами в соответствии с их водопотреблением (без потерь воды на фильтрацию и непродуктивное испарение) (рис. 7.1).

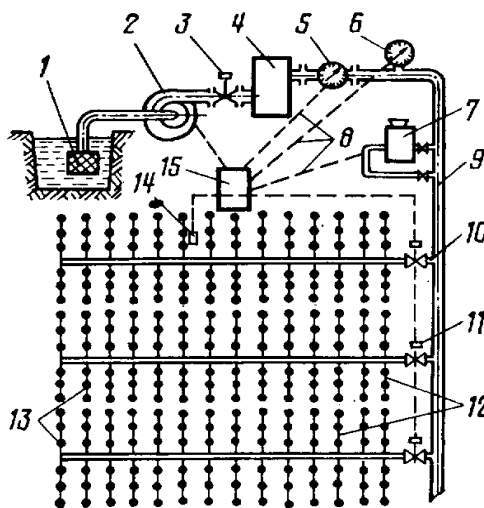


Рис. 7.1. Принципиальная схема системы капельного орошения в открытом грунте:

1 – водозаборный узел; 2 – насосная станция; 3 – головная задвижка; 4 – фильтр; 5 – водомерное устройство; 6 – манометр; 7 – магистральный трубопровод; 8 – устройство для подачи удобрений в поливную сеть; 9 – каналы связи; 10 – распределительный трубопровод; 11 – дистанционно-управляемая задвижка; 12 – поливные трубопроводы; 13 – капельницы; 14 – датчики необходимости полива; 15 – пульт управления

Капельное орошение – очень эффективный, но дорогой способ полива. Он целесообразен в следующих конкретных условиях: при орошении высокорентабельных культур; при дефиците водных ресурсов; в условиях сложного рельефа; на песчаных и каменистых почвах.

При этом особые требования предъявляются к качеству оросительной воды, поскольку ввиду очень малых ее расходов и скоростей, а также размеров водовыпускных капельниц сеть капельного орошения сильно подвержена засорению. Поэтому системы капельного орошения обычно включают фильтры очистки воды, трубопроводы выполняются из материалов, не подвергающихся коррозии, а капельницы должны периодически очищаться (промываться).

На современных системах капельного орошения для обеспечения требуемой интенсивности водоподачи растениям необходимо поддерживать нужный расход капельниц независимо от колебаний напора в трубопроводах. В соответствии с этим отдельные виды капельниц имеют различные способы регулирования расхода.

Следует обратить внимание на то, что микроводовыпускники-капельницы являются регулирующим элементом системы капельного орошения. Капельницы-микроводовыпускники классифицируются по следующим показателям:

- по способу гашения напора (с местным дросселированием, с путевыми гидравлическими сопротивлениями);
- режиму истечения (капельный режим, мелкоструйчатый);
- регулируемости расхода (нерегулируемые, с ручной регулировкой, саморегулирующиеся);
- возможности очистки (неочищаемые, с ручной очисткой, самоочищающиеся).

Из имеющихся образцов капельниц необходимо привести примеры указанной классификации, зарисовать схемы капельниц.

Конструкцию и принцип работы саморегулирующейся капельницы рассмотрим на примере капельницы «Молдавия-1А» (рис. 7.2).

Микроводовыпускник подключается к трубопроводу входным патрубком через отверстие, выполненное специальным дыроколом. Под давлением воды дроссель прижимается к шайбе-прокладке, что исключает свободное истечение воды из выходного патрубка. Вода проходит по спиральному каналу дросселя, при этом происходит значительное гашение напора воды. В зависимости от давления воды в трубопроводе дроссель с большей или меньшей силой прижимается к шайбе-прокладке, изменяя при этом живое сечение спирального канала. Так происходит частичное саморегулирование, т. е. расход капельницы изменяется незначительно при изменении напора в трубопроводе.

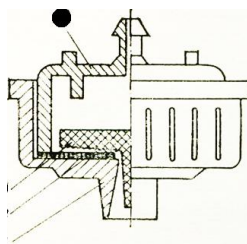


Рис. 7.2. Капельница «Молдавия-1А»: 1 - корпуса с выходным патрубком, 2 - дроссель со спиральным каналом и центральным штоком, 3 - шайба-прокладка, 4 - крышка с входным отверстием

При давлении в сети от 2 до 4 м дроссель не прижимается к диафрагме и через выходной патрубок происходит свободное истечение струи с расходом до 20 л/ч. В этом диапазоне капельница «Молдавия-1 А» работает в промывном режиме. При увеличении давления от 4 до 30 м дроссель прижимается к диафрагме и вода вытекает из выходного патрубка с расходом 3,5–4,0 л/ч. Оптимальная зона работы находится в пределах давлений 8–25 м, при этом средний расход ее остается практически постоянным.

Экспериментальное изучение работы капельниц проводится на установке-лотке. Для построения расходно-напорных характеристик капельниц («Молдавия-1А», «Трик-

лон» и микротрубки) измеряется их расход при различном напоре в трубопроводе (рис. 7.2–7.3).

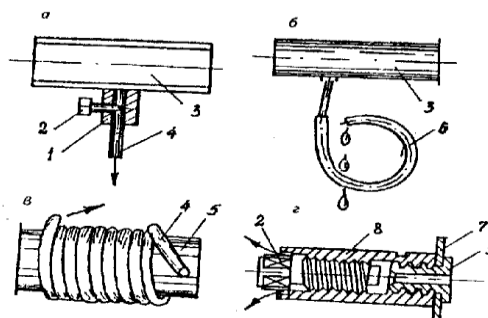


Рис. 7.3 Схемы капельниц микротрубка (а), «Диамонд» (б); «Триклон»(в); насадка с винтом: 1 – пробка; 2 – винт; 3 – втулка; 4 – микротрубка; 5 – поливной трубопровод; 6 – трубка-завиток; 7 – стенка поливного трубопровода; 8 – цилиндр

Рабочий напор (H) капельниц находится обычно в пределах 5–25 м, расход (Q) – 3–10 л/ч.

Напор в трубопроводе задается изменением сбросного расхода и фиксируется манометром. Расход капельницы определяется делением объема воды в мерном цилиндре на время его наполнения. Результаты наблюдений сводятся в таблицу.

Таблица 7.1. – Данные для построения расходно-напорных характеристик капельниц-водовыпусков

Напор H , м	«Молдавия-1А»			«Триклон»			Микротрубка		
	W , л	t , ч	Q , л/ч	W , л	t , ч	Q , л/ч	W , л	t , ч	Q , л/ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Лабораторная работа №8. Составление технологических карт на проведение культуртехнических работ

Цель работы: освоить методику составления культуртехнической карты работ для первично осваиваемых земель по их почвенно-мелиоративным характеристикам.

Основные задачи.

1. Оценить исходное состояние земельного фонда по имеющемуся ситуационному плану.

2. Назначить виды и определить объемы культуртехнических, агрохимических и других мелиоративных мероприятий.

Оборудование и материалы: план земельного участка в масштабе 1:25 000.

На плане условными обозначениями указаны границы контуров, водоприемник, дана подробная почвенно-мелиоративная и культуртехническая характеристика [4]. Почвы студентом оцениваются по данным индивидуального задания.

1. Приступая к оценке современного состояния земельного фонда, необходимо изучить условные обозначения (даны в прил. 9). Научиться читать план.

На основании этих данных составить почвенно-мелиоративную характеристику земельного участка (табл. 8.1).

Таблица 8.1. – Почвенно-мелиоративная характеристика земельного участка

Индекс почвенной разновидности	№ контура	Площадь, га	Механический состав почвы	Чистые земли	Древесная растительность, шт/га			Кустарник, %			Закочкаренность, %			Пнистость		
					1–5	5–10	>10	30	30–60	>60	До 25	25–60	>60	малая	средняя	большая
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

туртехнических работ и перечень наиболее часто используемых машин и механизмов для их выполнения представлены в прил. 10–14 [4, 5].

На стадии первичного окультуривания мелиорируемых земель необходимо доводить показатели агрохимических свойств до показателей плодородия не ниже среднего (прил. 15).

На основании данных об исходном плодородии земель (табл. 8.1) с учетом перечня запланированных мелиоративных работ (табл. 8.2) установить общее количество извести и минеральных удобрений, подлежащих внесению для повышения плодородия земель, и заполнить табл. 8.3.

При этом необходимо придерживаться следующей последовательности:

- предусмотреть снижение кислотности почвы и повышение элементов питания до среднего значения в интервале, указанном в прил. 15;

- для повышения содержания P_2O_5 и K_2O на 1 мг в 100 г почвы использовать данные прил. 16,

- примерные дозы внесения извести на кислых почвах взять из прил. 17.

Таблица 8.3. Расчет потребности органических и минеральных удобрений, доз извести для доведения плодородия почв не ниже среднего

Индекс почв	№ контура	Площадь, га	рН, факт.	Внесение извести		P_2O_5 , мг/100 г почвы, факт.	Внесение фосфорных удобрений	
				Доза, т/га	Кол-во, т/га		Доза, кг/га	Кол-во, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Итого								

Окончание табл. 8.3

Индекс почв	K_2O , мг/100 г почвы, факт.	Внесение калийных удобрений		Доза органических удобрений		Колич-во органических удобрений, т	Мощность гумусового слоя, см, факт.	Внесение органических удобрений	
		Доза, кг/га	Кол-во, кг	По видам работ, т/га	Общая Д, т/га			Доза, т/га	Количество, т
1	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Итого									

На участках, где мощность пахотного слоя менее 22 см, необходимо предусмотреть мероприятия по его углублению. Дозы органических удобрений при углублении пахотного слоя с низким уровнем плодородия (в зависимости от механического состава почв) приведены в прил. 18.

При проведении мелиоративных работ за счет нарушения верхнего слоя естественное плодородие почв снижается. Для его восстановления необходимо предусмотреть внесение органических удобрений (прил. 19). При выполнении на одном и том же участке нескольких видов работ общую дозу органических удобрений рассчитать по формуле

$$D = D_1 + (D_2 + \dots + D_n) / (n - 1), \quad (3.1)$$

где D_1 – доза удобрений, связанная с работой, приводящей к наибольшей потере плодородия почвы, т/га;

$D_2 \dots D_n$ – дозы для других видов работ, т/га;

n – количество видов работ.

Полученные результаты следует занести в табл. 8.3 и сделать вывод о культуртехническом состоянии осваиваемых земель и объеме необходимых работ.

Лабораторная работа №9. Орошение культурных пастбищ

Цель работы – ознакомиться с логикой проектирования орошаемых культурных пастбищ как одного из направлений комплексного ведения сельскохозяйственного производства.

Задачи:

1. Изучить основные схемы организации культурных пастбищ при применении различной дождевальной техники.
2. Изучить последовательность операций по уходу за пастбищем.

Материалы и оборудование: справочные данные различных марок дождевальной техники.

Порядок выполнения. Орошаемые культурные пастбища размещают вблизи животноводческих ферм на потенциально плодородных почвах, пригодных для создания высокопродуктивных травостоев. К ним относятся пойменные и склоновые земли, низинные луга, болота, суходолы с уклонами до 0,02–0,05. Размещать такие пастбища на переувлажненных землях можно только после их осушения, а на песчаных почвах нецелесообразно. Если пастбища для взрослого поголовья находятся на расстоянии более 2 км от скотных дворов, а для молодняка – более 1 км, их оборудуют летним лагерем [5].

Площадь участка культурного пастбища устанавливают в зависимости от числа голов в стаде (гурте), потребности животных в зеленом корме, урожайности травостоя и т. д. В среднем на площади в 1 га высокопродуктивного орошаемого пастбища в летний период могут содержаться 3–4 коровы. Допустимое число голов в стаде, пасущемся на одном участке, составляет: для коров – 150–200, молодняка крупного рогатого скота – 200–250, телят – 100; овец – до 1000. К получаемой из этого расчета пастбищной площади добавляют 15 % резервной.

Площадь одного участка обычно колеблется в пределах 50–70 га, одного загона – 2–3 га. Организация пастыби на культурных пастбищах строится по принципу: короткий период пастыби (стравливание) – длительный отдых (отрастание травостоя). Широко распространена 12-загонная система. Оптимальное соотношение сторон в загоне 1:2 или 1:3. Лучшие сроки стравливания на минеральных почвах – 2–3 сут, на торфяных – 1 сут. Полный цикл стравливания во всех загонах не должен превышать периода отрастания травостоя, который обычно составляет 22–30 сут.

Загоны ограждают постоянной или переносной изгородью. Скотопрогоны от фермы, внешние границы участка стравливания, площадки для отдыха ограждаются, как правило, постоянной изгородью из бетонных или деревянных столбов. Для сообщения загонов предусматривают скотопрогоны шириной 12–15 м, со стороны скотопрогона в постоянных изгородях делают ворота шириной 6–8 м. Временные изгороди обычно делают электрическими. Если длина загонов более 300–400 м, ворота и прогоны устраивают с обеих сторон загона. На орошаемых пастбищах отводят также площадки для отдыха скота и водопойные пункты, предусматривают запасные (ремонтные) и сенокосные загоны.

Стравливание пастбищного травостоя производят при достижении высоты 15–20 см и прекращают при высоте 4–5 см. Продолжительность пастбищного периода в Республике Беларусь составляет 130–150 дней. Число циклов стравливания определяют как отношение продолжительности пастбищного периода ко времени отрастания травостоя.

Площадь, отгораживаемая электроизгородью в каждом цикле стравливания, определяется с учетом потребности в зеленой массе на 1 гол. в сутки (коровы – 40–75 кг, молодняк старше 1 года – 30–40, молодняк до 1 года – 15–25 кг), количества дней пастыби в одном

заgone (2–3 дня), урожайности зеленой массы в конкретном цикле стравливания и коэффициента стравливания (0,8–0,85).

Суточная потребность в воде на одну голову устанавливается исходя из расчета 50–60 л на корову, 30–40 л для молодняка старше 1 года, 15–20 л – до года.

Сроки полива культурного пастбища после очередного стравливания зависят от ботанического состава трав и технологии ухода за пастбищем (подкашивания несъеденных остатков, разравнивания экскрементов животных, внесения удобрений). Для уменьшения вытаптываемости травостоя рекомендуется проводить полив не ранее чем через 2–4 сут после стравливания, но не позднее 4–6 сут до его начала.

Число загонов определяют как отношение продолжительности пастбищного периода к средней продолжительности стравливания загона в течение одного цикла и к числу циклов стравливания. Размеры загонов назначают в зависимости от параметров дождевального устройства, расстояний между гидрантами и удельной ширины загона, приходящейся на 1 гол. (для коров – 1,5–2,0 м, молодняка старше 1 года – 1,0–1,25, молодняка до 1 года – 0,5–1,0 м).

Полив культурного пастбища можно проводить дождевальными машинами и установками всех типов. Территория пастбищного поля должна быть увязана с границами загонов, скотопрогонов, конструкцией изгороди и ворот, параметрами дождевальных устройств.

Оросительная сеть может быть открытой, закрытой и комбинированной. Наиболее целесообразна закрытая сеть. При необходимости применения комбинированной сети закрытую сеть рекомендуется выносить за границы пастбища. Открытые каналы внутри пастбища необходимо ограждать изгородями.

На рис. 10.1 приведена принципиальная схема полива культурного пастбища агрегатом ДДН-70 от разборной трубчатой сети. На одном разборном трубопроводе можно размещать от 2 до 4 позиций агрегата в зависимости от площади поля, формы и числа загонов.

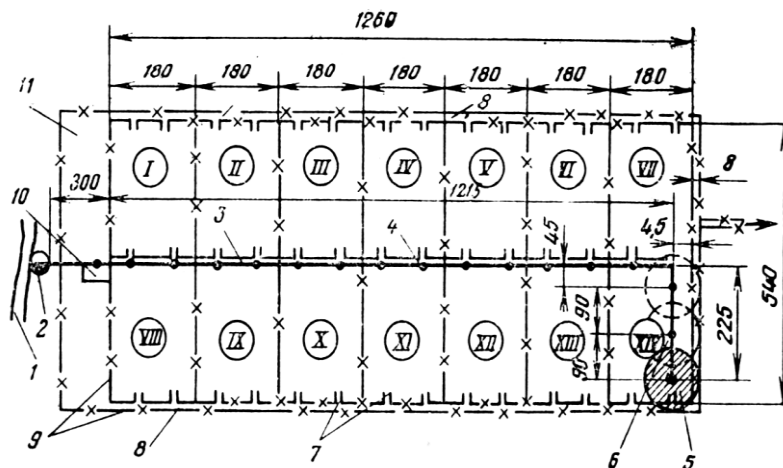


Рис. 10.1. Схема организации пастбища при поливе машиной ДДН-70 от разборной трубчатой сети: 1 – водоисточник; 2 – насосная станция СНП-75/100; 3 – разборный трубопровод РТШ-250; 4 – труба-гидрант РТШ-250×180; 5 – площадь полива с одной позиции; 6 – разборный трубопровод РТШ-180; 7 – ворота; 8 – скотопрогон; 9 – изгородь; 10 – площадка для водопоя; 11 – площадка для отдыха

Расположение оросительной сети с дождевальной машиной ДКШ-64 «Волжанка» (рис. 10.2) производится с таким расчетом, чтобы трубопровод с гидрантами находился посередине участка, а два поливных крыла – по обе стороны трубопровода.

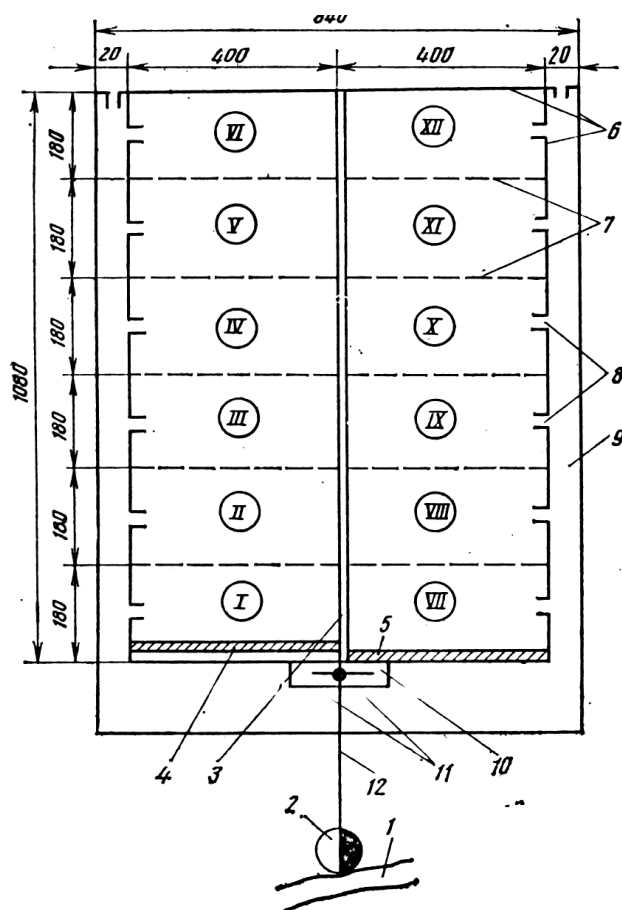


Рис. 9.2. Схема организации пастбища при поливе дождевальной машиной ДКШ-64 «Волжанка»: 1 – источник орошения; 2 – насосная станция; 3 – напорный трубопровод; 4 – первое крыло машины; 5 – второе крыло; 6 – постоянная изгородь; 7 – временная изгородь; 8 – ворота; 9 – скотопрогон; 10 – водопойная площадка; 11 – площадка для отдыха; 12 – главный трубопровод

2.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Учебная дисциплина «Сельскохозяйственные мелиорации» относится в образовательном стандарте высшего образования первой ступени к специальности 1-74 02 01 «Агрономия» (ОСВО-1-74 02 01 -2019).

Грамотное использование знаний и приемов сельскохозяйственных мелиораций позволяют существенно повысить плодородие почвы, обеспечить условия эффективного земледелия, сохранить и даже улучшить окружающую среду.

По дисциплине «Сельскохозяйственные мелиорации» для специальности 1-74 02 01 «Агрономия» учебным планом предусмотрены лабораторные занятия:

- для дневной полной формы получения высшего образования рабочим в объеме 20 часов в виде восьми лабораторных работ;
- для дневной (сокращенной) формы обучения – 20 часов в виде в виде восьми лабораторных работ;
- для заочной полной и сокращенной форм обучения – 4 часов в виде 2 лабораторных работ.

При проведении этих занятий в студенческой группе необходимо учитывать следующие основные особенности данной учебной дисциплины.

1. Особенностью сельскохозяйственных мелиораций является их комплексность, поэтому важно умение обосновывать выбор вида и способа мелиорации с учетом природно-климатических, почвенных и хозяйственных условий на основе проведенных расчетных и экспериментальных данных, лучших применяемых практик.

В связи с этим специфика изучения предмета предполагает общетеоретические знания не только в данной дисциплине, но и таких базовых дисциплин как земледелие, почвоведение, луговое хозяйство и растениеводство.

2. Данная дисциплина носит теоретико-прикладной характер, направленных на практическое применение многих теоретических и специальных наук в сельскохозяйственном производстве во взаимосвязи с сельскохозяйственными мелиорациями. При этом рассматриваемый на занятиях материал не дублирует содержания перечисленных дисциплин и направлен на овладение практическими вопросами использования подходов и методов в реальном секторе.

3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Сельскохозяйственные мелиорации» для студентов специальности 1-74 02 01 «агрономия»

1. Понятие, объект и задачи мелиорации почв.
2. История развития мелиорации.
3. Природно-климатические условия Республики Беларусь,
4. Обоснование необходимости мелиорации почв Республики Беларусь.
5. Физические свойства почвы.
6. Водные свойства почвы.
7. Водный баланс территории.
8. Водный режим почвы и условия его формирования.
9. Виды мелиорации почв и их комплексность.
10. Причины избыточного увлажнения и заболачивания почв.
11. Виды переувлажненных почв.
12. Типы торфяников и их особенности.
13. Типы водного питания переувлажненных земель.
14. Влияние осушения на водно-воздушный режим и условия обработки почв.
15. Требования сельскохозяйственных культур к осушению. Режим осушения.
16. Методы и способы осушения земель.
17. Особенности осушения почв различных типов
18. Осушительная система, ее элементы и их назначение
19. Виды регулирующей сети.
20. Осушение почв открытой регулирующей сетью
21. Осушение почв закрытой регулирующей сетью
22. Расположение закрытой осушительной сети на плане.
23. Виды дренажа, условия его применения.
24. Гидротехнические сооружения на закрытых осушительных системах.
25. Особенности осушения тяжелых по механическому составу почв.
26. Пойменные, затопляемые и подтопляемые почвы как объект мелиорации.
27. Пolderные системы, их элементы.
28. Режим работы пolderных систем осушения.
29. Вертикальный дренаж.
30. Методы и способы увлажнения осушенных почв.
31. Особенности и условия применения осушительно-увлажнительных систем.
32. Водный режим почвы и его регулирование при орошении.
33. Водопотребление сельскохозяйственных культур и методы его определения.
34. Элементы режима орошения.
35. Критерии оптимальности режимов орошения.
36. Назначение и способы установления режимов орошения.
37. Поливные и оросительные нормы.
38. Графики поливов.
39. Современные виды и способы орошения, их характеристика и условия применения.
40. Оросительные системы и их элементы.
41. Орошение дождеванием. Основные достоинства и недостатки.
42. Основные характеристики искусственного дождя
43. Классификация современной дождевальной техники, условия применения и технологии поливов.

44. Ресурсосберегающие способы и технологии орошения.
45. Капельное орошение, сущность и возможность применения.
46. Орошение садов и ягодников.
47. Особенности орошения почв в защищенном грунте, садово-огородных участков.
48. Характеристики культуртехнической неустроенности сельскохозяйственных угодий.
49. Виды культуртехнических работ. Способы, технология и организация производства основных видов культуртехнических работ.
50. Оструктурирование и окультуривание почв.
51. Противоэрозионные, химические и другие виды мелиорации.
52. Сельскохозяйственное освоение мелиорированных земель.
53. Влияние мелиорации на окружающую среду.
54. Природоохранные мероприятия в условиях мелиорации.

3.2 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ТЕСТА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Вопросы теста для промежуточного контроля знаний

Вопрос	Варианты ответов
Модуль 1	
Осушительные мелиорации не предусматриваются на почвах:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Автоморфных 2. Торфяно-болотных 3. Полугидроморфных 4. Пойменных 5. Заболоченных
Эвапотранспирация включает:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Испарение с поверхности почвы 2. Транспирацию воды растениями 3. Испарение с поверхности почвы и транспирацию воды растениями 4. Испарение с листовой поверхности 5. Испарение с водной растительности
На какой фактор обеспечения жизнедеятельности сельскохозяйственных культур можно повлиять посредством гидротехнических мелиораций?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Световой режим 2. Водно-воздушный режим 3. Питательный режим 4. Тепловой режим 5. Солевой
Различают следующие методы осушения:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устройство открытых каналов 2. Обвалование рек-водоприемников 3. Понижение уровня грунтовых вод 4. Вертикальный дренаж 5. Гончарный дренаж
Норма осушения это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Количество отводимой воды из расчетного слоя почвы 2. Требуемая глубина понижения уровня грунтовых вод 3. Расчетное время понижения УГВ 4. Допустимое время затопления 5. Оптимальная влажность почвы
Мероприятия по организации поверхностного стока предусматривают при типах водного питания?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Атмосферном 2. Грунтовом 3. Аллювиальном 4. Делювиальном 5. Смешанном
Какой метод осушения необходимо применять при намывном типе водного питания?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перехват склонового стока 2. Понижение уровня грунтовых вод 3. Защита от затопления 4. Перехват потока грунтовых вод 5. Ускорение поверхностного стока
Признаки атмосферного типа водного питания переувлажненной территории:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Хорошо проницаемые грунты 2. Слабопроницаемые грунты, безуклонный рельеф

	3. Осадки меньше испарения
	4. Высокое стояние УГВ
	5. Приток воды со стороны внешнего водосбора
Болото это	1. Избыточно-увлажненный участок
	2. Избыточно-увлажненный участок, покрытый слоем торфа более 30 см
	3. Избыточно-увлажненный участок, покрытый влаголюбивой растительностью
	4. Периодически переувлажняемый участок
	5. Избыточно-увлажненный участок, покрытый слоем торфа менее 30 см
Вегетационный период это:	1. Часть года, в течение которой проходит весь цикл развития растений
	2. Период формирования урожая с/х культур
	3. Продолжительность одного полива орошаемой площади
	4. Период сбора урожая с/х культур
	5. Период до всходов растений
Мелиоративная система, расположенная на землях одного пользователя мелиоративных систем это:	1. Межхозяйственная мелиоративная система
	2. Внутрихозяйственная мелиоративная система
	3. Собственная мелиоративная система
	4. Государственная мелиоративная система
	5. Общественная мелиоративная система
По сопряжению с водоприемником ГМС подразделяются на:	1. Самотечные
	2. Одностороннего действия
	3. Осушительно-увлажнительные
	4. Оросительные
	5. Водооборотные
Коэффициент земельного использования мелиорируемой территории это:	1. Отношение площади нетто к площади брутто
	2. Отношение площади брутто к площади нетто
	3. Разность между площадью брутто и нетто
	4. Разность между площадью нетто и брутто
	5. Отношение площади брутто к разности между площадью брутто и нетто
Высокое стояние уровня грунтовых вод характерно для:	1. Атмосферного типа водного питания
	2. Намывного типа водного питания
	3. Грунтового типа водного питания
	4. С водного питания
	5. Намывного или атмосферного типа водного питания
Польдерная мелиоративная система - совокупность сооружений для регулирования водного режима:	1. Постоянно затапливаемых земель
	2. Периодически затапливаемых земель
	3. Постоянно или периодически затапливаемых земель
	4. Атмосферного водного питания

	5. Склонового водного питания
На эксплуатацию какой системы необходимо затратить меньше средств?	1. Открытой
	2. Польдерной самотечной
	3. Закрытой горизонтальной
	4. Закрытой вертикальной
	5. Польдерной с машинным водоотводом
Зимний польдер обеспечивает:	1. Полное затопление поймы
	2. Частичное затопление поймы
	3. Исключает затопление поймы
	4. Поверхностное затопление поймы
	5. Периодическое затопление поймы
Для чего предназначена осушительно-увлажнительная система?	1. Для осушения почв
	2. Для осушения и увлажнения почв
	3. Для орошения земель
	4. Для сбора воды на водопой скота
	5. Для увлажнения земель
Что такое водооборотная осушительно-увлажнительная система?	1. Сбрасывает воду в водоприемник
	2. Обеспечивает водой дождевальные машины
	3. Накапливает воду в емкостях для повторного использования
	4. Использует воду для пожаротушения
	5. Задерживает дренажный сток
Что такое шлюзование осушительной системы?	1. Для пропуска речных судов
	2. Для лесосплава
	3. Задержание стока и подъема уровня воды в канале
	4. Для пропуска воды из верхнего бьефа в нижний
	5. Для пропуска воды из нижнего в верхний бьеф
Для чего необходима дрена-увлажнитель?	1. Для пропуска воды через препятствие
	2. Для осушения и увлажнения почв
	3. Для тушения пожаров
	4. Для увлажнения почв
	5. Для осушения почв
Дренажем называют:	1. Сбор с помощью дрен избыточных почвенно-
	2. Отвод помощью дрен избыточных почвенно-
	3. Сбор и отвод с помощью подземных водотоков избыточных почвенно- грунтовых вод
	4. Сбор с помощью собирателей поверхностных вод
	5. Сбор и отвод с помощью собирателей
По способу удаления воды с осушаемых земель польдерные системы подразделяются на:	1. Системы с машинным водоотведением
	2. Самотечные
	3. Системы с машинным водоотведением и самотечные
	4. Летние
	5. Зимние

Что такое летний польдер?	1. Участок территории, не затапливаемый паводком только в летний период
	2. Постоянно затопленный водой участок территории
	3. Участок территории для выпаса скота
	4. Участок территории для сушки сена
	5. Участок территории, затапливаемый паводком только в летний период
Для чего проводят учет воды на мелиоративных системах?	1. Для создания водопровода
	2. Для перекачки воды на соседний объект
	3. Для планирования тушения пожаров
	4. Для рационального использования водных ресурсов
	5. Для оценки загрязненности водоприемников
Как визуально обнаружить место повреждения дрены?	1. По рельефу
	2. По стоку воды в канале
	3. По переувлажнению почвы и состоянию растений
	4. По влажности воздуха
	5. По вспучиванию грунта
Что такое берма канала?	1. Расстояние от ближайшего коллектора до устья канала
	2. Расстояние от устья канала до истока
	3. Расстояние от бровки канала до кавальера
	4. Расстояние от бровки до дна канала
	5. Расстояние от дна канала до его бровки
Что такое польдер?	1. Участок территории, защищенный от затопления паводковыми водами
	2. Участок старопахотных земель
	3. Участок болота в естественном состоянии
	4. Участок территории на водосборе
	5. Участок с пойменными фациями
Что такое зимний польдер?	1. Постоянно затопленный участок земли
	2. Участок земли для снегозадержания
	3. Искусственно созданный водоем
	4. Участок территории, защищенный дамбами и не затапливаемой паводками круглый год
Каким способом можно устранить заиливание дрен с минимальными затратами средств?	1. Переложить дрены вручную
	2. Промыть
	3. Переустроить на новую сеть
	4. Дрены ликвидировать
	5. Провести реконструкцию дренажной системы
Модуль 2	
Какие виды болот считаются наиболее	1. Верховые

продуктивными при использовании для с/х целей?	2. Переходные
	3. Низинные
	4. Торфянисто-глеевые
	5. Дегродерновые
Глубокозалежные торфяники – это торфяные почвы с мощностью торфа:	1. Более 1–2 м
	2. Менее 0,5 м
	3. Более 0,5 м
	4. Менее 0,2 м
	5. Менее 0,3 м
Дефляция почвы определяется:	1. Разрушение почвы ветром
	2. Перенос почвы ветром
	3. Разрушение и перенос почвы ветром
	4. Разрушение почвы потоками вод
	5. Разрушение почвы потоками дождевых вод
Заболоченные земли - избыточно увлажненные участки земли:	1. Без торфяного покрова
	2. С торфяным покровом более 1м
	3. С торфяным слоем до 1 м
	4. С торфяным покровом более 2м
	5. С торфяным покровом более 5м
Завалуненность (каменистость) - засоренность земли (почвы):	1. Округлыми валунами
	2. Мелкими обломками горных пород
	3. Валунами и камнями
	4. Округлыми глыбами
	5. Крупными обломками горных пород
Закочкарность - наличие на поверхности луговых угодий:	1. Земляных кочек
	2. Растительных кочек
	3. Кочек различного происхождения
	4. Растительных и земляных кочек
	5. Тростниковых кочек
Закустаренность - наличие на естественных луговых землях:	1. Древесной растительности
	2. Рядов стоящих деревьев
	3. Древесно-кустарниковой растительности
	4. Отдельно стоящих деревьев
	5. Кочек различного происхождения
Известкованием называют:	1. Устранение избыточной кислотности почв
	2. Внесение органических удобрений
	3. Внесение азотных удобрений
	4. Внесение калийных удобрений
	5. Внесение минеральных удобрений
Мелкозалежные торфяники - торфяные почвы с мощностью торфяной залежи:	1. Более 1 м
	2. Менее 1 м
	3. Более 2 м
	4. Более 3 м

	5. Более 5 м
Устройство ложбин, профилирование поверхности, узкозагонная вспашка:	1. Обеспечивают отвод избыточной воды
	2. Увеличивают влагоемкость почвы
	3. Увеличивают влагоемкость почвы и продуктивные запасы влаги
	4. Увеличивают продуктивные запасы влаги
	5. Уменьшают продуктивные запасы влаги
Безотвальное рыхление, разуплотнение пахотного слоя, глубокая вспашка	1. Обеспечивают отвод избыточной воды
	2. Увеличивают влагоемкость и продуктивные запасы влаги
	3. Обеспечивают отвод избыточной воды и увеличивают продуктивные запасы влаги
	4. Увеличивают влагоемкость почвы
	5. Увеличивают продуктивные запасы влаги
Залесенность земель характеризуется:	1. Плотностью древостоя
	2. Породному составу
	3. Плотностью древостоя, породному составу и среднему диаметру стволов
	4. Среднему диаметру стволов
	5. Среднему диаметру стволов и плотностью древостоя
Закустаренность земель оценивают по:	1. Высоте, диаметру и плотности покрытия проекциями крон
	2. Количеству стволов на 1 га
	3. Высоте, диаметру, плотности покрытия проекциями крон и количеству стволов на 1 га
	4. Высоте кустарника
	5. Диаметру кустарника
Пни характеризуют по:	1. Размерам
	2. Давности рубки
	3. Размерам, породному составу и давности рубки
	4. Породному составу
	5. Породному составу и давности рубки
Каменистость почвы определяют по:	1. Степени покрытия почвы
	2. Объему камней
	3. Степени покрытия почвы и объему камней
	4. Размерам камней
	5. Объему и объему камней
Кустарник и мелколесье удаляют:	1. Кусторезами и фрезерованием
	2. Вычесыванием
	3. Камнеуборочными машинами
	4. Кусторезами
	5. Фрезерованием
К химическим мелиорациям в	1. Известкование, гипсование и внесение минеральных удобрений

Республике Беларусь относят:	2. Промывку почв
	3. Известкование
	4. Гипсование
	5. Внесение минеральных удобрений
Структурная мелиорация это:	1. Пескование
	2. Торфование
	3. Глинование
	4. Сапропелование
	5. Совмещение всех вышеупомянутых направлений
Виды оросительных мелиораций	1. Дождевание
	2. Поверхностный сток
	3. Поверхностные поливы
	4. Капельный полив
	5. Внутрипочвенное увлажнение
Достоинства дождевания	1. Улучшение микроклимата
	2. Экономичный расход воды
	3. Равномерное промачивание почвы
	4. Низкая требовательность к условиям рельефа
	5. Низкая подверженность влиянию ветра
Выберите 2 наиболее перспективные способа орошения плодовоощных культур	1. Поверхностный полив
	2. Дождевания
	3. Импульсное дождевание
	4. Подкрановое дождевание
	5. Микроиригационные способы

3.3 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Результат оценки	Критерии (показатели) оценки
<u>Зачтено</u>	<ul style="list-style-type: none"> • достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине о видах и способах мелиорации, водном режиме, причинах переувлажнения и неустойчивого увлажнения земель, сущности и условиях применения осушительной, оросительной, культуртехнической мелиорации; видах, способах, техники каждого вида мелиорации, методике проектирования осушительной сети, расчетов проектного режима орошения сельскохозяйственных культур культур, о видах современной дождевальной техники, методике планирования культуртехнических мероприятий; • использование необходимой научной терминологии, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; • владение инструментарием учебной дисциплины: умение проектировать осушительную сеть, производить расчеты проектных режимов орошения, обосновывать и планировать культуртехнические работы; • способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы, намечать виды и состав работ по основным видам мелиораций на основе анализа природно-хозяйственных и почвенных условий, культуртехнического состояния земель; • активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения упражнений и заданий.
<u>Не зачтено</u>	<ul style="list-style-type: none"> • - недостаточно полный объем знаний в объеме учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; • - неумение использовать научную терминологию, изложение ответа на вопросы с существенными, логическими ошибками; • - слабое владение инструментарием учебной дисциплины, неумение составлять схему осушительной сети, определять основные элементы режима орошения культур, оценивать культуртехническое состояние участков; • - неумение самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы, намечать виды и состав работ по основным видам мелиораций на основе анализа природно-хозяйственных и почвенных условий, культуртехнического состояния земель; • - пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения лабораторных упражнений и заданий.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Перечень демонстрационного материала и лабораторного оборудования, используемого при изучении дисциплины «Сельскохозяйственные мелиорации» студентами специальности 1-74 02 01 «Агрономия»

1. Образцы дренажных труб, арматуры на закрытой сети, защитно-фильтрующий материал.
2. Макет колодца-поглотителя поверхностного стока.
3. Почвенные влагомеры.
4. Установка для промывки дренажа УПД-120.
5. Экспериментальная дождевальная установка.
6. Образцы дождевальных насадок и струйных аппаратов.
7. Дальнеструйный дождеватель ДД.
8. Макет дождевального агрегата ДДА-100МА.
9. Лоток капельного орошения.
10. Фильтрационные лотки.
11. Прибор Дарси.
12. Плакаты.

4.2 Учебная программа

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового
Красного Знамени сельскохозяйственная академия»



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор академии

А.В. Колмыков

« 19 » декабря 2021 г.

Регистрационный № УД-1-155/уч.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕЛИОРАЦИИ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-74 02 01 Агрономия

Горки 2021

Учебная программа составлена в соответствии с образовательным стандартом высшего образования первой ступени по специальности 1-74 02 01 «Агрономия» (ОСВО – 1-74 02 01 –2019); типовым учебным планом №К74-1-002/пр-тип. от 12.07.2018 г.; учебными планами С-02-46-18у от 28.09.2018 г; 3-02-19-18у от 31.10.2018 г; С-02-44-19у от 28.02.2019 г; 3-02-21-19у от 27.03.2019 г, БД-74-02-10-20у от 30.01.2020 г, БДс-74-02-10-20у от 30.01.2020 г, БЗ-74-02-10-20у от 27.02.2020 г, БЗс-74-02-10-20у от 27.02.2020 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

А. С. Кукреш, доцент кафедры мелиорации и водного хозяйства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», канд. с.-х. наук, доцент;

И. А. Левшунов, старший преподаватель кафедры мелиорации и водного хозяйства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.А. Рылко, заведующий кафедрой кормопроизводства и переработки продукции растениеводства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

В.В. Дятлов, доцент кафедры сельского строительства и обустройства территорий учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой мелиорации и водного хозяйства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 4 от 13.12.2021 г).

Методической комиссией агрономического факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 4 от 28.12.2021 г).

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 4 от 29.12.2021 г).

Ответственный за редакцию: А.С. Кукреш

Ответственный за выпуск: А.С. Кукреш

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Сельскохозяйственные мелиорации» широко применяется в сельскохозяйственной практике и имеет особое значение для агрономии, так как изучение этой дисциплины развивает у будущих специалистов широкое инженерное мышление и творческую инициативу в вопросах мелиорации земель.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной и социально-культурной жизни страны.

Цель учебной дисциплины – формирование знаний, умений и профессиональных компетенций при изучении вопросов осушения переувлажненных почв, защиты их от затопления и подтопления, оптимизации водно-воздушного режима почв, элементов режима орошения и правилах их установления, технологических основ орошения сельскохозяйственных культур с применением традиционных и ресурсосберегающих технологий орошения и современной дождевальной техники и оборудования, культуртехнических и других видов мелиорации.

Задачи учебной дисциплины - овладение теоретическими основами и практическими методами установления методов и способов мелиорации, режимов осушения земель, проектирования осушительных и осушительно-увлажнительных систем, режимов орошения сельскохозяйственных культур, освоения основ проектирования и эксплуатации систем орошения сельскохозяйственных культур, технологией проведения культуртехнических работ, оструктуривания и окультуривания почв.

Учебная дисциплина «Сельскохозяйственные мелиорации» включена в модуль «Технологический» компонента учреждения высшего образования, осваиваемый студентами специальности 1-74 02 01 «Агрономия»

В результате изучения дисциплины «Сельскохозяйственные мелиорации» студент должен закрепить и развить специализированную компетенцию, быть способным применять технологии орошения и приемы мелиорации в производственной деятельности, на основе оценки природных и почвенно-мелиоративных условий и состояния мелиорированных земель.

В результате получения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- классификационные признаки и эффективность мелиораций;
- теоретические основы и закономерности формирования водного режима

почв;

- методы и способы осушения, орошения, комплексного регулирования водного режима почв и других мелиораций;

- принципы рационального использования мелиорируемых земель с учетом экологических требований.

уметь:

- анализировать природные, хозяйственные и социальные характеристики и обосновывать необходимость мелиораций земель;

- оценивать эффективность мелиоративных систем для разных природных зон с учетом экологических требований под планируемую продуктивность сельскохозяйственных угодий;

- применять передовые и эффективные энерго- и ресурсосберегающие технологии в производственной деятельности.

владеть:

- способами расчета параметров мелиоративных систем;

- способами определения основных характеристик осушительных, осушительно-увлажнительных, оросительных систем;

- технико-экономическим обоснованием проектируемых мероприятий.

Содержание учебной дисциплины базируется на компетенциях, приобретенных ранее студентами при изучении учебных дисциплин: «Химия», «Агрохимия», «Почвоведение», «Физиология и биохимия растений».

Общее количество часов и количество аудиторных часов

1. Форма получения высшего образования – дневная (полная)

Курс – 4

Семестр – 7

Общее количество часов по учебной дисциплине – 92 часа

Всего аудиторных часов по учебной дисциплине – 40 часов

Лекции – 20 часов

Лабораторные занятия – 20 часов

Самостоятельная работа – 52 часа

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет

2. Форма получения высшего образования – дневная (сокращенная)

Курс – 3

Семестр – 6

Общее количество часов по учебной дисциплине – 92 часов

Всего аудиторных часов по учебной дисциплине – 30 часов

Лекции – 10 часов

Лабораторные занятия – 20 часов

Самостоятельная работа – 39 часов

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет

3. Форма получения высшего образования – заочная (полная)

Курс – 3

Общее количество часов по учебной дисциплине – 92 часа

Всего аудиторных часов по учебной дисциплине – 8 часов

Лекции – 4 часов

Лабораторные занятия – 4 часов

Самостоятельная работа – 84 часа

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет

4. Форма получения высшего образования – заочная(сокращенная)

Курс – 3

Общее количество часов по учебной дисциплине – 92 часа

Всего аудиторных часов по учебной дисциплине – 8 часов

Лекции – 4 часов

Лабораторные занятия – 4 часов

Самостоятельная работа – 61 часа

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение в сельскохозяйственную мелиорацию Общие сведения о сельскохозяйственной мелиорации

Понятие, объект и задачи сельскохозяйственной мелиорации. Мелиорация как фактор повышения плодородия почв и их рационального использования.

Природные и социально-экономические предпосылки сельскохозяйственной мелиорации. История развития мелиорации. Первый керамический дренаж на территории республики.

Виды сельскохозяйственной мелиорации, их классификация и состав. Требования к сельскохозяйственной мелиорации. Экологические последствия мелиорации.

Основные направления развития сельскохозяйственной мелиорации за рубежом.

Эффективность мелиорации. Кадастровая оценка мелиорированных почв.

2. Природно-климатические условия Республики Беларусь, обоснование необходимости сельскохозяйственной мелиорации

Общая характеристика природно-климатических условий Республики Беларусь. Районирование территории республики по показателям естественного увлажнения и теплообеспеченности.

Почвенно-мелиоративные изыскания как основа проектирования мелиоративных мероприятий. Классификация почв по степени увлажнения и необходимости регулирования водного режима. Основные принципы почвенно-мелиоративной группировки земель в условиях осушительных, оросительных и других мелиорации.

Мелиоративное районирование переувлажненных почв. Классификация почв по другим видам мелиорации. Мелиоративный фонд Республики Беларусь. Зональный принцип мелиоративных мероприятий, последовательность их осуществления.

3. Водный режим почвы, условия его формирования

Понятие о водном режиме почвы. Общие сведения о гидрологии суши. Водные ресурсы, их распределение. Круговорот воды. Водный баланс территории. Осадки, их распределение. Поверхностный сток воды. Испарение и транспирация.

Гидрогеологические условия формирования водного режима. Классификация подземных вод. Основные водно-физические свойства почвы, их влияние на водный режим.

Условия жизнедеятельности растений. Состояние влаги в почве и растении. Взаимосвязь водного режима почвы и растения. Взаимосвязь водного и других режимов почвы. Оптимальный водно-воздушный режим почвы, его параметры. Формирование водного режима путем гидромелиорации.

Водный баланс активного слоя почвы. Расчет элементов водного баланса. Прогнозирование водного режима почвы.

4. Избыточно увлажненные почвы как объект мелиорации

Виды переувлажненных почв. Причины избыточного увлажнения и заболачивания почв. Типы водного питания. Заболачивание почв атмосферными и намывными склоновыми водами. Признаки заболачивания почв фунтовыми и грунтово-напорными водами. Заболачивание почв намывными русловыми водами. Образование болотных почв в результате зарастания водоемов. Признаки биогенного заболачивания почв.

Почвенно-рельефные условия, их влияние на степень дренированное территории. Типизация причин избыточного увлажнения почв.

5. Сущность и условия применения осушительных мелиорации

Осушение как метод регулирования водного режима почвы. Задачи осушения. Влияние осушения на водно-воздушный режим и условия обработки почв.

Требования сельскохозяйственных культур к осушению. Критерии оптимального водного режима почвы при осушении. Режим и норма осушения.

Методы и способы осушения. Осушительная система, ее элементы. Классификация осушительных систем. Современное состояние и перспективы развития осушения.

6. Осушение почв открытой регулирующей сетью

Принцип действия открытой регулирующей сети по отводу избыточных поверхностных и почвенно-грунтовых вод. Виды открытых регулирующих сетей, условия их применения.

Основные параметры открытой регулирующей сети. Крепление откосов и дна каналов. Схемы осушения открытой сетью каналов. Гидротехнические сооружения на открытых осушительных системах. Строительство открытой осушительной сети. Эксплуатация открытых осушительных систем. Достоинства и недостатки открытой осушительной сети. Экологические последствия осушения открытой сетью каналов.

7. Осушение почв закрытой регулирующей сетью

Принцип действия закрытой регулирующей сети. Способы дренирования почв. Виды дренажа, условия его применения.

Основные параметры закрытой регулирующей сети, их определение. Закрытая проводящая сеть. Расположение закрытой осушительной сети на плане. Защита закрытой осушительной сети от заиления и заохривания.

Гидротехнические сооружения на закрытых осушительных системах. Строительство закрытого дренажа. Эксплуатация закрытых осушительных систем. Достоинства и недостатки закрытого дренажа. Технологические основы промывки закрытого дренажа и поиска мест закупорки дренажно-коллекторной сети.

8. Особенности осушения тяжелых по механическому составу и переуплотненных почв

Характеристика тяжелых почв. Особенности формирования водного режима тяжелых и переуплотненных почв, методы и способы их осушения.

Гидротехнические мероприятия по ускорению поверхностного и дренажного стоков. Агромелиоративные мероприятия по ускорению поверхностного и внутрипочвенного стоков.

Особенности формирования водного режима, способы осушения тяжелых почв с западинным и холмистым рельефом.

9. Осушение легких минеральных и торфяных почв

Водно-физические свойства легких минеральных и торфяных почв. Формирование водного режима легких почв, особенности его регулирования.

Особенности осушения легких минеральных и торфяных почв. Способы мелиорации легких почв. Особенности проектирования регулирующей и проводящей сетей на торфяных почвах.

Использование торфяных почв. Щадящий режим сельскохозяйственного использования торфяных почв. Экологические последствия осушения легких минеральных и торфяных почв.

10. Специальные виды осушения

Пойменные, затопляемые и подтопляемые почвы как объект мелиорации. Сельскохозяйственная характеристика пойменных почв. Водный режим затопляемых почв. Кольматаж.

Общие сведения о польдерных системах осушения. Типы польдеров. Состав и схемы польдерных систем. Режим работы польдерных систем осушения.

Сущность и условия применения вертикального дренажа. Конструкция и принцип работы систем вертикального дренажа.

Осушение почв, загрязненных радионуклидами. Основные мероприятия по снижению загрязнения радионуклидами сельскохозяйственной продукции на осушенных землях.

11. Осушительно-увлажнительные системы

Обоснование необходимости двустороннего регулирования водного режима на осушенных почвах. Методы и способы увлажнения осушенных почв.

Осушительно-увлажнительные системы, их классификация.

Особенности и условия применения осушительно-увлажнительных систем. Состав осушительно-увлажнительных систем. Комбинированные и совмещенные осушительно-увлажнительные системы. Шлюзование, его виды.

Режим увлажнения. Определение основных параметров регулирующей сети на осушительно-увлажнительных системах. Эксплуатация осушительно-увлажнительных систем.

12. Общие сведения об орошении

Потребность в орошении почв. Особенности орошения в Республике Беларусь. Основные виды и способы оросительных мелиорации. Влияние орошения на внешнюю среду, почву и урожай.

Водный режим почвы, его регулирование при орошении. Водопотребление сельскохозяйственных культур, методы его определения.

13. Режим орошения сельскохозяйственных культур

Понятие о режиме орошения. Требования, предъявляемые к режиму орошения. Классификация режимов орошения сельскохозяйственных культур. Элементы режима орошения. Поливные и оросительные нормы. Число поливов, поливной и межполивной интервалы. Сроки поливов.

Режим орошения совокупности культур в севообороте. Графики поливов. Режим поливов специального назначения.

14. Виды, способы и техника орошения

Виды орошения. Современные способы орошения, их характеристика и условия применения. Поверхностные поливы, дождевание, внутрипочвенное и капельное орошение, аэрозольное увлажнение. Выбор способа и техники полива в конкретных условиях орошения.

Оросительные системы, их элементы, классификация и условия применения.

Системы поверхностного орошения. Полив по бороздам и полосам. Полив затоплением.

15.Орошение дождеванием

Средства создания, структура и качество искусственного дождя. Агротехнические требования сельскохозяйственных культур к дождеванию. Условия и мероприятия по обеспечению качественного полива дождеванием.

Классификация современной дождевальной техники, условия применения и технология поливов. Оценка применимости дождевальной техники. Определение основных элементов техники полива дождеванием. Достоинства и недостатки орошения дождеванием.

16.Ресурсосберегающие способы и технологии орошения

Необходимость совершенствования способов и технологий орошения.

Внутрипочвенное орошение. Сущность, условия применения и виды систем внутрипочвенного орошения.

Капельное орошение, сущность и возможность применения. Режим и техника капельного орошения. Схемы систем капельного орошения. Достоинства и недостатки капельного орошения.

Сущность и условия применения аэрозольного (мелкодисперсного) увлажнения. Эффективность аэрозольного увлажнения.

Импульсное дождевание. Особенности режима орошения при синхронно-импульсном дождевании. Схема и принцип работы синхронно-импульсных систем дождевания.

Перспективы развития и применения новых способов и технологий орошения.

17.Орошение в особых условиях

Орошение долголетних культурных пастбищ. Особенности режима и технологии орошения пастбищного травостоя. График поливов и стравливаний.

Орошение садов и ягодников. Особенности режима орошения садов и ягодников. Техника и технология орошения садово-ягодных культур.

Особенности орошения почв в защищенном грунте, фермерских хозяйств и садово-огородных участков.

Орошение почв с использованием сточных вод. Определение оросительных и поливных норм при поливе животноводческими стоками. Техника и технология полива.

Особенности орошения почв в условиях радионуклидного загрязнения.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Формы получения высшего образования: дневная (полная)

№ п/п	Наименование тем	Всего аудиторных	в том числе		Количество часов СР	Форма контроля знаний	Иное
			Лекции	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение в сельскохозяйственную мелиорацию. Общие сведения о сельскохозяйственной мелиорации	1	1		2	Опрос	
2	Природно-климатические условия Республики Беларусь, обоснование необходимости сельскохозяйственной мелиорации	1	1		2	Опрос	
3	Водный режим почвы, условия его формирования	5	1	4	2	Защита лабораторной работы	
4	Избыточно увлажненные почвы как объект мелиорации	1	1		2	Опрос	
5	Сущность и условия применения осушительных мелиораций	1	1		2	Опрос	
6	Осушение почв открытой регулирующей сетью	1	1		4	Опрос	
7	Осушение почв закрытой регулирующей сетью	9	1	8	4	Защита лабораторных работ	
8	Особенности осушения тяжелых по механическому составу и переуплотненных почв	2	2		4	Опрос	
9	Осушение легких минеральных и торфяных почв	1	1		2	Опрос	
10	Специальные виды осушения	1	1		2	Опрос	
11	Осушительно-увлажнительные системы	1	1		2	Опрос	
12	Общие сведения об орошении	1	1		2	Опрос	
13	Режим орошения сельскохозяйственных культур	1	1		4	Опрос	
14	Виды, способы и техника орошения	3	1	2	4	Защита лабораторных работ	
15	Орошение дождеванием	3	1	2	4	Защита лабораторных работ	
16	Ресурсосберегающие способы и технологии орошения	3	1	2	4	Защита лабораторных работ	
17	Орошение в особых условиях	1	1		2	Опрос	
18	Культуртехнические и другие виды мелиорации	3	1	2	2	Защита лабораторных работ	
19	Мелиорация и охрана окружающей среды	1	1		2	Опрос	
	Итого	40	20	20	52	Зачет	

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Формы получения высшего образования: дневная (сокращенная)

№ п/п	Наименование тем	Всего аудиторных	в том числе		Количество часов СР	Форма контроля знаний	Иное
			Лекции	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение в сельскохозяйственную мелиорацию. Общие сведения о сельскохозяйственной мелиорации	0,5	0,5		2	Опрос	
2	Природно-климатические условия Республики Беларусь, обоснование необходимости сельскохозяйственной мелиорации	0,5	0,5		2	Опрос	
3	Водный режим почвы, условия его формирования	4,5	0,5	4	2	Защита лабораторной работы	
4	Избыточно увлажненные почвы как объект мелиорации	0,5	0,5		2	Опрос	
5	Сущность и условия применения осушительных мелиораций	0,5	0,5		2	Опрос	
6	Осушение почв открытой регулирующей сетью	0,5	0,5		3	Опрос	
7	Осушение почв закрытой регулирующей сетью	9	1	8	2	Защита лабораторных работ	
8	Особенности осушения тяжелых по механическому составу и переуплотненных почв	0,5	0,5		2	Опрос	
9	Осушение легких минеральных и торфяных почв	0,5	0,5		2	Опрос	
10	Специальные виды осушения	0,5	0,5		2	Опрос	
11	Осушительно-увлажнительные системы	0,5	0,5		2	Опрос	
12	Общие сведения об орошении	0,5	0,5		2	Опрос	
13	Режим орошения сельскохозяйственных культур	0,5	0,5		2	Опрос	
14	Виды, способы и техника орошения	2,5	0,5	2	2	Защита лабораторных работ	
15	Орошение дождеванием	2,5	0,5	2	2	Защита лабораторных работ	
16	Ресурсосберегающие способы и технологии орошения	2,5	0,5	2	2	Защита лабораторных работ	
17	Орошение в особых условиях	0,5	0,5		2	Опрос	
18	Культуртехнические и другие виды мелиорации	2,5	0,5	2	2	Защита лабораторных работ	
19	Мелиорация и охрана окружающей среды	0,5	0,5		2	Опрос	
	Итого	30	10	20	39	Зачет	

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Формы получения высшего образования: заочная (полная)

№ п/п	Наименование тем	Всего аудиторных	в том числе		Количество часов СР	Форма контроля знаний	Иное
			Лекции	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение в сельскохозяйственную мелиорацию. Общие сведения о сельскохозяйственной мелиорации				4	Опрос	
2	Природно-климатические условия Республики Беларусь, обоснование необходимости сельскохозяйственной мелиорации				4	Опрос	
3	Водный режим почвы, условия его формирования	2,5	0,5	2	4	Защита лабораторной работы	
4	Избыточно увлажненные почвы как объект мелиорации				6	Опрос	
5	Сущность и условия применения осушительных мелиорации	0,5	0,5		4	Опрос	
6	Осушение почв открытой регулирующей сетью	0,5	0,5		4	Опрос	
7	Осушение почв закрытой регулирующей сетью	0,5	0,5		4	Опрос	
8	Особенности осушения тяжелых по механическому составу и переуплотненных почв				6	Опрос	
9	Осушение легких минеральных и торфяных почв				4	Опрос	
10	Специальные виды осушения				4	Опрос	
11	Осушительно-увлажнительные системы				6	Опрос	
12	Общие сведения об орошении				4	Опрос	
13	Режим орошения сельскохозяйственных культур	0,5	0,5		4	Опрос	
14	Виды, способы и техника орошения	2		2	4	Защита лабораторных работ	
15	Орошение дождеванием	0,5	0,5		4	Опрос	
16	Ресурсосберегающие способы и технологии орошения	0,5	0,5		4	Опрос	
17	Орошение в особых условиях	0,5	0,5		4	Опрос	
18	Культуртехнические и другие виды мелиорации				6	Опрос	
19	Мелиорация и охрана окружающей среды				4	Опрос	
	Итого	8	4	4	84	Зачет	

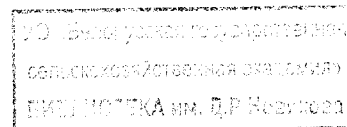
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Формы получения высшего образования: заочная (сокращенная)

№ п/п	Наименование тем	Всего аудиторных	в том числе		Количество часов СР	Форма контроля знаний	Иное
			Лекции	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение в сельскохозяйственную мелиорацию. Общие сведения о сельскохозяйственной мелиорации				2	Опрос	
2	Природно-климатические условия Республики Беларусь, обоснование необходимости сельскохозяйственной мелиорации				2	Опрос	
3	Водный режим почвы, условия его формирования	2,5	0,5	2	2	Защита лабораторной работы	
4	Избыточно увлажненные почвы как объект мелиорации				4	Опрос	
5	Сущность и условия применения осушительных мелиорации	0,5	0,5		4	Опрос	
6	Осушение почв открытой регулирующей сетью	0,5	0,5		4	Опрос	
7	Осушение почв закрытой регулирующей сетью	0,5	0,5		4	Опрос	
8	Особенности осушения тяжелых по механическому составу и переуплотненных почв				4	Опрос	
9	Осушение легких минеральных и торфяных почв				4	Опрос	
10	Специальные виды осушения				2	Опрос	
11	Осушительно-увлажнительные системы				4	Опрос	
12	Общие сведения об орошении				2	Опрос	
13	Режим орошения сельскохозяйственных культур	0,5	0,5		2	Опрос	
14	Виды, способы и техника орошения	2		2	4	Защита лабораторных работ	
15	Орошение дождеванием	0,5	0,5		2	Опрос	
16	Ресурсосберегающие способы и технологии орошения	0,5	0,5		4	Опрос	
17	Орошение в особых условиях	0,5	0,5		3	Опрос	
18	Культуртехнические и другие виды мелиорации				4	Опрос	
19	Мелиорация и охрана окружающей среды				4	Опрос	
	Итого	8	4	4	61	Зачет	

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Литература



1. Желязко, В. И. Сельскохозяйственные мелиорации: учебно-методическое пособие / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич. – Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки, 2020. – 250 с.
2. Желязко, В. И. Сельскохозяйственные мелиорации. Мероприятия по организации стока и отвода поверхностных вод: учебно-методическое пособие / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич, И. А. Левшунов – Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки, 2019. – 111 с.
3. Желязко, В. И. Сельскохозяйственные мелиорации: учебно-методическое пособие / В. И. Желязко. – Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки, 2021. – 364 с.
4. Желязко В. И. Сельскохозяйственные мелиорации: учебно-методическое пособие/ В. И. Желязко, Т. Д. Лагун, А. С. Кукреш. – Горки, 2012. – 248 с.

Дополнительная

1. Мелиорация земель в Беларуси / А.П. Лихацевич, А.С. Мееровский, Н.К. Вахонин. – Мн.: БелНИИМиЛ. – 2001. – 198 с.
2. Оросительные системы России: от поколения к поколению / монография // В.Н. Щедрин, А.В. Колганов, С.М. Васильев, А.А. Чураев. – в 2-х частях. – ч. 1. – Новочеркасск: Геликон. – 2013. – 283 с.
3. Оросительные системы России: от поколения к поколению / монография // В.Н. Щедрин, А.В. Колганов, С.М. Васильев, А.А. Чураев. – в 2-х частях. – ч. 2. – Новочеркасск: Геликон. – 2013. – 307 с.
4. О мелиорации земель: Закон Республики Беларусь, 23 июля 2008 г., № 423-3 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2008. № 184. – 2/1520. – 21 с.
5. Оросительные системы. Правила проектирования. ТКП 45-3.04-8 2005. Мн.: 2010. – 24 с.
6. Лагун Т. Д. Мелиорация и рекультивация земель: лабораторный практикум/ Т. Д. Лагун. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2012. – 208 с.

4.2. Методы (технология) обучения

В процессе изучения учебной дисциплины используется модульно-рейтинговая технология.

Основными методами являются:

- элементы проблемного изучения дисциплины, реализуемые на лекционных занятиях и при самостоятельной работе;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе.

4.3 Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов (СРС) наряду с аудиторной работой составляет одну из форм учебного процесса и является существенной его частью. Самостоятельная работа – это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя.

Самостоятельная работа является одним из основных способов усвоения студентами изучаемого материала во время, свободное от обязательных аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента выполняется в самых различных условиях: в аудитории, библиотеке, читальном зале, лабораториях, кабинетах, во время практики и т. д.

Успех самостоятельной работы зависит от правильно построенного режима дня. Режим дня – это продуманный и согласованный с нормами физиологии труда распорядок учебного труда и отдыха. Режим дня должен составлять студент с учетом своих возможностей, характера и формы учебных занятий, условий жизни, состояния здоровья и личных склонностей. При его составлении надо учесть общие задачи, которые характерны для каждого студента. К ним относятся: систематические аудиторные занятия, самостоятельный учебный труд дома, утренняя гимнастика и водные процедуры, регулярный прием пищи, спорт, культурные развлечения, ежедневное пребывание на свежем воздухе.

Физиологическая норма занятий учебным трудом вуза при строгом соблюдении гигиенического режима – 9 часов в сутки. При этом на самостоятельную внеаудиторную работу отводится по 3 и более часов ежедневно, кроме выходных.

Первоначальная задача организации самостоятельной работы – составление распорядка дня, в котором фиксируется время занятий и их характер (лекция, практические занятия и т.д.), перерывы на обед, ужин, сон, проезд и пр. Установленный порядок дня следует стремиться сохранять неизменным по времени. Вначале некоторым студентам придерживаться строгого распорядка трудно, поэтому необходимо сознательное напряжение воли. В дальнейшем постепенно вырабатывается привычка, снижается волевое напряжение и умственная работа становится потребностью.

4	Изучение конструкции установки для промывки дренажа УПД-120 и технологии промывки дренажа
5	Изучение средств создания искусственного дождя и дождевальной техники
6	Определение структуры и качества искусственного дождя
7	Составление технологических карт на проведение культуртехнических работ
8	Установление необходимых видов мелиораций заданного участка земли
9	Изучение системы капельного орошения

5. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Химия	Химии	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по дисциплине <i>В.В.В.</i>	
Агрохимия	Агрохимии	Предложения об изменениях в программе по дисциплине <i>В.В.В.</i>	

6. ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры мелиорации и водного хозяйства

(протокол №__ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И. О. Ф)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И. О. Ф)

РЕЦЕНЗИЯ

на учебную программу «Сельскохозяйственные мелиорации»
для специальности 1-74 02 01 – «Агрономия»

Программа разработана заведующим кафедры ГТС и водоснабжения, кандидатом сельскохозяйственных наук Кукрешем А.С. и старшим преподавателем кафедры мелиорации и водного хозяйства Левшуновым И.А.

Программа состоит из 4 разделов. В разделе «Пояснительная записка» обосновывается актуальность изучения учебной дисциплины. Определены цели и задачи, а также изложены требования к уровню освоения содержания «Сельскохозяйственных мелиораций». Ориентирует студентов на закрепление и развитие академических и социально-личностных компетенций, предусмотренные образовательным стандартом. Кроме того разработаны профессиональные компетенции, которые должны приобрести будущий специалист. Для этого установлены критерии знаний и умений приобретаемых в процессе обучения. Представлен объем времени, необходимый на усвоение материала дисциплины «Сельскохозяйственные мелиорации».

Представлено содержание учебного материала. Он охватывает общие задачи мелиораций, их значение в сельскохозяйственном производстве республики. Освещается мелиоративный фонд Беларуси, цель и условия применения осушения земель, характерные районы мелиорации земель. На основании анализа режимов осушения, а также требования сельскохозяйственных культур к водному режиму освещены методы и способы осушения земель. Отмечается влияние осушения переувлажненных земель на изменение водно-физических характеристик почв и рельеф осушаемой территории, особенно с наличием торфяно-болотных почв. В программе содержатся вопросы культуртехнических мелиораций и первичного окультуривания новых земель. Показывается роль орошения сельскохозяйственных культур, представлены методы и способы орошения. Достойное внимание уделено режиму орошения сельскохозяйственных культур. Подчеркивается необходимость проведения мелиорации земель с учетом охраны окружающей среды.

Тематика лабораторных занятий охватывает все разделы мелиораций и позволяет закрепить теоретические знания.

В список литературы, который рекомендуется применять при изучении дисциплины, включены государственные документы, регламентирующие проведение мелиорации земель в республике, учебную литературу.

Таким образом, программу по дисциплине «Сельскохозяйственные мелиорации» следует одобрить и рекомендовать к утверждению в качестве учебной для высших учебных заведений по специальности 1-74 02 01 «Агрономия».

Рецензент:

Доцент кафедры ССиОТ,
кандидат технических наук

6.12.2021г



В.В. Дятлов

РЕЦЕНЗИЯ

на учебную программу по дисциплине «Сельскохозяйственные мелиорации» для специальности 1-74 02 01 – «Агрономия» подготовленную доцентом кафедры ГТС и водоснабжения, кандидатом сельскохозяйственных наук, Кукрешем А.С. и старшим преподавателем кафедры мелиорации и водного хозяйства Левшуновым И.А.

Представленная на рецензию учебная программа составлена согласно установленному порядку разработки и утверждению учебных программ и программ практик рекомендованным педагогическим работникам БГСХА.

Содержание представленной на рецензию учебной программы в целом обеспечивает формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. При разработке учебной программы авторы руководствовались законодательством Республики Беларусь, определяющим основные направления развития соответствующей сферы профессиональной деятельности, материалами, определяющими требования к компетенции специалистов с высшим образованием.

Данная учебная программа состоит из следующих разделов: пояснительной записки; содержания учебного материала; учебно-методической карты; информационно-методической части.

В пояснительной записке авторы отразили актуальность изучения учебной дисциплины, соответствующие компетенции, место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста и связь с другими учебными дисциплинами.

В содержании учебного материала рассмотрено введение, предмет и задачи дисциплины, рассмотрены различные виды мелиораций.

В учебно-методической карте учебной дисциплины отражено распределение аудиторных часов по темам для заочной и дневной формы получения высшего образования.

В информационно-методической части приводится перечень основной и дополнительной литературы. Также здесь дополнительно представлены примерные перечни лабораторных работ.

Таким образом, программу по дисциплине «Сельскохозяйственные мелиорации» следует одобрить и рекомендовать к утверждению в качестве учебной для высших учебных заведений по специальности 1-74 02 01 «Агрономия».

Стр. 4 от 16.12.2021г.

Рецензент:

Зав. кафедрой кормопроизводства
и переработки продукции растениеводства
кандидат сельскохозяйственных
наук, доцент



В.А. Рылко

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волчек, А. А. Инженерная гидрология и регулирование стока. Гидрологические и водохозяйственные расчеты: учеб.-метод. пособие / А. А. Волчек, Ан. А. Волчек, В. К. Курсаков. – Горки: БГСХА, 2013. – 316 с.
2. Желязко, В. И. Сельскохозяйственные мелиорации. Мероприятия по организации стока и отвода поверхностных вод: учебно-методическое пособие / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич, И. А. Левшунов. – Горки: БГСХА, 2019. – 111 с.
3. Желязко, В. И. Мелиорация, рекультивация и охрана земель: учеб. пособие / В. И. Желязко, Т. Д. Лагун. – Горки: БГСХА, 2016. – 276 с.
4. Сельскохозяйственные мелиорации : учебно-методическое пособие / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич. – Горки : БГСХА, 2020. – 250 с.
5. Лагун, Т. Д. Мелиорация и рекультивация земель: учебник / Т. Д. Лагун. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 376 с.
6. Лихацевич, А. П. Орошаемое плодородное земледелие: учеб. пособие / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко; под ред. А. П. Лихацевича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 287 с.
7. Лихацевич, А. П. Сельскохозяйственные мелиорации / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко, Г. И. Михайлов; под ред. А. П. Лихацевича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 464 с.
8. Мурашко, А. И. Сельскохозяйственный дренаж в гумидной зоне / А. И. Мурашко. – М.: Колос, 1982. – 272 с.
9. Справочник по орошению дождеванием / М. Г. Голченко [и др.]; под ред. М. Г. Голченко и А. И. Михальцевича. – Минск: Ураджай, 1993. – 152 с.

Нормативная и техническая документация

10. Технический кодекс установившейся практики. Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования. ТКП 45–3.04–8–2005 (02250). – Минск, 2006.–106 с.
11. О мелиорации земель: Закон Республики Беларусь от 23 июля 2008 г. № 423-3 // Нац. Реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2008.–№ 184. 2/1520.–С. 122–132.
12. Об изменении Закона Республики Беларусь «О мелиорации земель»: ЗАКОН РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ от 29 декабря 2023 г. № 331-З. / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 05.01.2024, 2/3050/. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=Н12300331/>.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Осадки за апрель–октябрь разной обеспеченности по метеостанциям Беларуси, мм

Тип увлажнения района	Метеостанция	Обеспеченность, %				
		10	25	50	75	90
VI	Бобруйск	553	485	415	344	289
VII	Борисов	556	497	444	394	349
III	Брагин	479	424	366	306	269
VIII	Брест	498	443	385	331	288
III	Василевичи	569	504	434	364	311
I	Витебск	581	515	444	372	318
XI	Вилейка	540	482	418	359	312
II	Гомель	545	482	419	355	304
I	Горки	559	487	412	344	286
IX	Гродно	561	498	425	356	300
IV	Житковичи	585	480	424	372	325
II	Жлобин	547	487	428	368	316
VIII	Ивацевичи	580	494	408	317	255
I	Костюковичи	540	470	398	334	276
III	Лельчицы	587	479	415	357	310
VII	Лепель	585	515	440	364	306
IX	Лида	556	488	417	345	290
X	Марьина Горка	527	472	414	359	314
X	Минск	555	495	430	368	320
I	Могилев	540	481	418	359	312
X	Новогрудок	636	570	508	451	400
I	Орша	556	492	424	355	304
VIII	Пинск	503	450	398	350	306
XI	Полоцк	601	528	454	381	321
VII	Пружаны	605	481	403	334	271
VIII	Слуцк	548	485	421	357	306
II	Чечерск	539	480	418	358	313
XI	Шарковщина	545	482	415	348	297

Приложение 2

Типовое внутрисезонное распределение осадков теплового периода

Тип увлажнения района	Распределение осадков по декадам, %																					За весь период (апрель – октябрь), %
	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Октябрь			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
I	4	3	4	4	5	6	2	5	9	9	4	7	3	4	6	3	7	3	7	3	2	100
II	3	3	2	5	4	4	6	7	3	3	7	10	4	2	4	4	8	4	3	4	4	100
III	3	5	3	4	4	5	5	5	6	4	3	8	14	4	5	3	5	5	3	2	4	100
IV	2	7	9	1	2	5	11	3	12	2	5	6	8	7	2	4	2	5	4	2	1	100
V	1	8	5	3	7	13	6	4	3	2	2	8	13	2	2	3	4	5	3	3	3	100
VI	2	6	4	4	4	8	6	6	2	4	4	5	5	13	4	3	4	6	6	2	2	100
VII	5	3	2	1	4	5	3	4	12	12	4	6	12	3	5	4	5	1	4	2	3	100
VIII	3	4	2	7	3	3	6	5	9	5	10	9	8	2	7	2	6	3	3	2	1	100
IX	2	3	3	4	4	6	6	6	4	7	3	7	4	3	9	6	2	2	2	1	6	100
X	2	6	3	3	4	6	5	7	4	15	6	3	7	2	7	4	4	3	5	2	2	100
XI	5	4	1	2	3	5	6	9	2	14	6	3	4	4	6	9	3	4	4	3	2	100

Сумма температур воздуха за апрель–сентябрь разной обеспеченности по метеостанциям Беларуси, °С

Метеостанция	Обеспеченность, %			
	10	25	50	75
Бобруйск	2806	2654	2528	2402
Борисов	2739	2591	2468	2345
Брагин	2898	2767	2635	2503
Брест	2912	2779	2647	2515
Василевичи	2875	2745	2614	2483
Витебск	2775	2602	2478	2354
Вилейка	2716	2546	2425	2304
Гомель	2913	2780	2648	2516
Горки	2656	2490	2371	2252
Гродно	2738	2613	2489	2365
Житковичи	2885	2754	2623	2492
Жлобин	2911	2755	2623	2491
Ивацевичи	2812	2684	2556	2428
Костюковичи	2781	2630	2505	2380
Лельчицы	2922	2789	2656	2523
Лепель	2713	2543	2422	2301
Лида	2698	2553	2431	2309
Марьина Горка	2729	2582	2459	2336
Минск	2695	2549	2428	2307
Могилев	2753	2604	2480	2356
Новогрудок	2661	2495	2376	2257
Орша	2692	2524	2404	2284
Пинск	2882	2751	2620	2489
Полоцк	2659	2493	2374	2255
Пружаны	2784	2658	2531	2404
Слуцк	2778	2651	2525	2399
Чечерск	2861	2707	2578	2449
Шарковщина	2641	2476	2358	2240

Приложение 4

Типовое внутрисезонное распределение суммы среднесуточных температур воздуха за период апрель–сентябрь, %

Обеспеченность, %	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Северная зона																		
0–33	1	2	2	4	5	6	5	7	8	7	8	9	8	8	7	5	5	3
33–66	1	2	3	3	6	6	6	6	8	8	7	8	7	7	7	6	4	4
6–99	1	2	3	4	5	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	5	4	3
Центральная зона																		
0–33	1	2	3	5	5	6	5	7	8	7	8	8	8	7	6	6	4	4
33–66	1	2	4	4	5	6	6	8	8	7	8	9	8	6	5	5	5	3
6–99	1	2	3	4	5	6	6	6	7	8	7	9	7	8	7	6	5	3
Южная зона																		
0–33	1	2	3	5	5	6	5	7	8	7	8	8	8	7	7	5	5	3
33–66	2	3	4	4	5	6	5	6	7	7	8	9	8	7	6	5	4	4
6–99	1	3	4	4	5	6	5	6	8	7	8	9	8	7	6	5	4	4

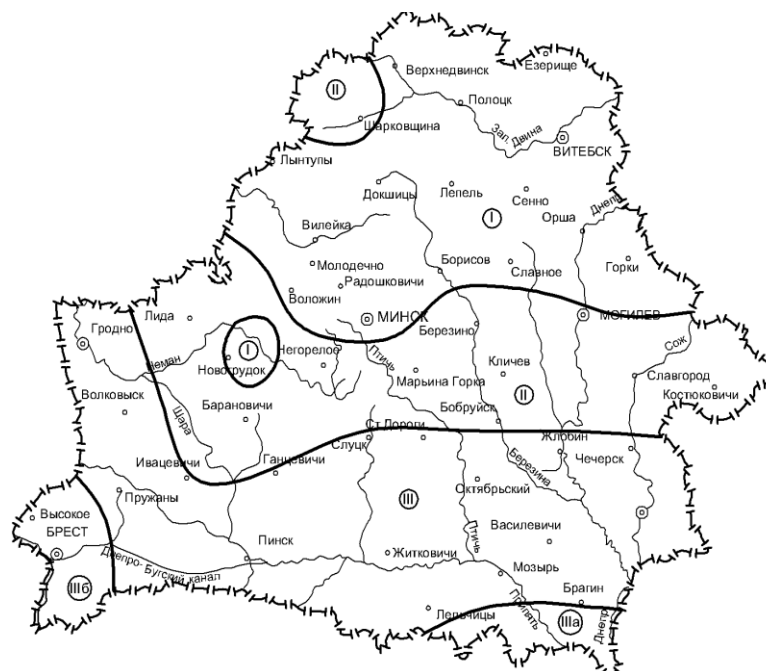
Сумма температур дефицитов влажности воздуха за апрель – сентябрь разной обеспеченности по метеостанциям Беларуси, мб

Метеостанция	Обеспеченность, %			
	10	25	50	75
Бобруйск	1215	1113	1021	929
Борисов	1161	1074	976	888
Брагин	1308	1188	1090	992
Брест	1282	1167	1051	946
Василевичи	1320	1220	1109	1009
Витебск	1008	924	840	764
Вилейка	1103	1011	919	836
Гомель	1205	1113	1021	939
Горки	1021	929	837	762
Гродно	1158	1062	965	878
Житковичи	1205	1122	1039	956
Жлобин	1215	1131	1047	963
Ивацевичи	1152	1064	976	908
Костюковичи	1176	1068	980	892
Лельчицы	1298	1199	1100	1012
Лепель	1049	961	874	795
Лида	1086	986	905	824
Марьина Горка	1130	1027	942	857
Минск	1154	1049	954	878
Могилев	1146	1059	963	876
Новогрудок	1034	956	869	799
Орша	1014	921	845	769
Пинск	1158	1069	981	903
Полоцк	980	899	817	743
Пружаны	1194	1085	995	905
Слуцк	1081	1007	932	857
Чечерск	1215	1113	1021	929
Шарковщина	978	888	815	742

Типовое внутрисезонное распределение суммы среднесуточных дефицитов влажности воздуха за период апрель–сентябрь, %

Обеспеченность, %	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Центральная зона																		
0–33	2	2	4	5	6	8	5	7	9	6	11	8	6	5	5	5	4	2
33–66	3	4	7	5	6	8	9	7	5	5	9	7	6	5	5	4	3	2
6–99	2	3	5	4	5	9	7	9	9	6	9	7	5	7	4	4	3	2
Северная зона																		
0–33	1	2	4	5	6	5	8	10	8	7	8	10	6	4	4	5	4	3
33–66	2	4	6	4	6	8	11	7	7	8	8	6	6	5	4	4	2	2
6–99	2	3	6	4	5	9	10	8	7	7	9	6	6	5	4	4	3	2
Южная зона																		
0–33	2	3	5	4	5	6	8	7	6	6	8	10	3	5	5	5	4	3
33–66	2	3	4	5	6	8	9	7	6	8	7	7	7	5	4	5	4	3
6–99	2	3	5	4	6	8	10	8	6	6	8	7	6	5	4	5	4	3

Гидролого-климатические зоны Беларуси




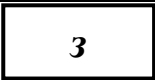
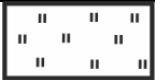



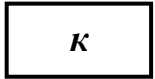
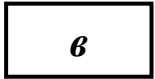



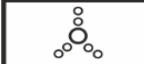














Гидролого-климатические зоны Беларуси:

- I – Северная
- II – Центральная
- III – Южная

Коэффициенты к формулам (3.4) и (3.5) при расчете водопотребления орошаемых культур

Культура	$K_{cp} = f(\sum T)$			$\sum d_{cp} = f(\sum T)$		
	a_0	a_1	a_2	b_0	b_1	b_2
Пастбище	0,42	0,26	-0,10	35,0	15,4	-8,5
Клевер	0,22	0,51	-0,18	30,0	87,0	-40,3
Капуста ранняя	0,34	0,32	-0,35	33,0	57,5	-35,6
Капуста поздняя	0,30	0,58	-0,22	57,1	13,7	-12,3
Огурцы	0,32	1,34	-0,94	31,0	22,6	-16,0
Томаты	0,35	0,41	-0,54	45,0	18,3	-20,7
Картофель	0,29	0,53	-0,22	55,3	29,5	-18,4
Свекла	0,06	1,09	-0,52	22,8	71,0	-36,2
Морковь	0,11	1,05	-0,51	23,8	62,7	-31,0
Яблоневый сад	0,20	0,49	-0,18	28,0	19,1	-7,5

Условные обозначения направления использования и технического состояния земель

Направление использования			
			
Пашня	Залежь	Сенокос	Пастбище
			
Болото	Лес	Сплошной кустарник	Выпас
Древесная растительность (отдельно стоящие деревья)			
			
До 5 шт/га	5–10 шт/га	Более 10 шт/га	
Кустарниковая растительность			
			
До 30 %	30–60 %	Более 60 %	
Закочкаренность			
			
До 25 %	25–60 %	Более 60 %	
Пнистость			
			
До 5 шт/га	5–10 шт/га	Более 10 шт/га	
Каменистость (завалуненность)			
			
До 20 м ³ /га	21–50 м ³ /га	Более 50 м ³ /га	
Характер микрорельефа (объем планировки)			
			
До 200 м ³ /га	200–250 м ³ /га	Более 250 м ³ /га	

Приложение 10

Технологическая схема корчевки пней в минеральных и торфяных грунтах

№ п. п.	Операция	Машины и механизмы
1	Корчевка пней с перемещением от подкорневых ям	Корчеватель-собиратель на тракторе 74 кВт
2	Просушивание выкорчеванных пней 10–15 дней	
3	Обивка земли с выкорчеванных пней	Трактор 74 кВт со сменным рабочим оборудованием
4	Перемещение пней в валы на расстояние до 50 см для ликвидации	Корчеватель-собиратель на тракторе 74 кВт
5	Грубая планировка поверхности со срезкой неровностей до 15 см и засыпкой ям	Бульдозер на тракторе 74 кВт

Приложение 11

Технологическая схема очистки площадей от камней с вывозкой за пределы поля

№ п. п.	Операция	Машины и механизмы
1	Корчевка камней и погрузка на металлические листы	Корчеватель-собиратель на тракторе 74 кВт
2	Сборка мелких камней с погрузкой на металлические листы	Машина УКП-0,6, УКП-0,7
3	Вывозка выкорчеванных и собранных камней за пределы поля	Трактор 74 кВт с прицепом, самосваль-ные лыжи

Приложение 12

Технологическая схема очистки площадей от кустарника и мелкоколосья на минеральных грунтах способом срезки

№ п. п.	Операция	Машины и механизмы
1	Срезка кустарника и мелкоколосья	Кусторез (трактор 74 кВт)
2	Сгребание кустарника и мелкоколосья в валы или кучи с перемещением до 50 м	Кустарниковые грабли (трактор 74 кВт)
3	Ликвидация валов или куч из кустарника и мелкоколосья (переработка как древесного сырья)	Измельчитель веток дерева С52ПРМ260/Ø260 с приводом от ДВС 95 л. с/дизель
4	Ликвидация валов или куч из пней, кустарника и мелкоколосья путем захоронения в траншеях и котлованах, естественное разложение 2–3 года	Экскаватор
5	Корчевка пней от срезанного кустарника и мелкоколосья в двух направлениях	Борона корчевальная К-1, корчевальный агрегат К-15
6	Сгребание пней с перемещением на 50 м и укладкой в валы	Кустарниковые грабли (трактор 74 кВт)
7	Грубая планировка поверхности со срезкой неровностей до 15 см и засыпкой подкорневых ям (первичная строительная планировка)	Бульдозер (трактор 74 кВт)
8	Первичная вспашка осушенных минеральных земель, очищенных от древесно-кустарниковой растительности	Трактор 55кВт с плугом ПКБ
9	Дискование осушенных земель в два следа диагонально-перекрестным способом	Трактор 55кВт с дисковой бороной БДТ-3.0
10	Уборка вручную древесных остатков после вспашки и дискования с вывозкой за пределы участка	Корчеватель-собиратель 74кВт на тракторе с металлическими листками
11	Выравнивание поверхности почвы в два следа	Трактор 55, 74 кВт с планировщиком п-2,8; п-4
12	Дискование осушенных земель в один след	Трактор 55кВт с дисковой бороной БДТ-3.0
13	Выравнивание поверхности почвы длиннобазовым планировщиком в один след	Трактор 55, 74 кВт с планировщиком п-2,8; п-4
14	Дискование осушенных земель в один след	Трактор 55кВт с дисковой бороной БДТ-3.0

Технологическая схема первичной обработки осушенных торфяных земель, заросших кустарником и мелколесьем с диаметром стволов до 12 см, независимо от густоты, методом размельчения древесины (фрезерованием)

№ п. п.	Операция	Машины и механизмы, агрегируемые с трактором
1	Очистка площади от кустарника и мелколесья фрезерованием	Машина МТП-42А на тракторе 74 кВт
2	Первичная вспашка на глубину 30–35 см	Трактор 55 кВт с плугом ПКБН
3	Дискование осушенных земель в два следа диагонально-перекрестным способом	Трактор 55 кВт с бороной БДТ-3.0
4	Выравнивание поверхности почвы в два следа	Трактор 55, 74 кВт с планировщиком п-2,8; п-4
5	Дискование осушенных земель в один след	Трактор 55 кВт с бороной БДТ-3.0
6	Выравнивание поверхности почвы в два следа	Трактор 55, 74 кВт с планировщиком п-2,8; п-4
7	Дискование осушенных земель в один след	Трактор 55 кВт с бороной БДТ-3.0
8	Прикатывание торфяных почв в один след	Трактор 55 кВт с катками ЗКВБ-1,5

Технологическая схема первичной обработки осушенных торфяных земель, заросших кустарником и мелколесьем с диаметром стволов до 7 см высотой до 4 см, способом запашки

№ п. п.	Операция	Машины и механизмы
1	Запашка кустарника на осушенных торфяных землях при глубине вспашки 40 см	Плуг ПКБН-100
2	Дискование вдоль в два следа	Борона БНДТ-3,5
3	Прикатывание тяжелым катком в один след	Каток ЭКВБ-1,5
4	Дискование диагонально-перекрестным способом в четыре следа	Борона БНДТ-3,5
5	Уборка вручную выкопанных древесных остатков и вывоз за пределы участка	Трактор 55 кВт с прицепом
6	Прикатывание тяжелым катком в один след	Каток ЭКВБ-1,5

Показатели плодородия почв

Почва	Кислотность pH	Обеспеченность, мг/100 г почвы	
		P ₂ O ₅	K ₂ O
Оптимальные			
Глинистые	6,5–7,0	25–28	20–25
Супесчаные	6,0–6,5	20–25	18–20
Песчаные	5,5–6,0	18–20	14–16
Торфяные	5,0–5,5	50–60	60–80
Средние			
Минеральные	5,6–6,0	10–15	14–20
Торфяные	4,7–5,0	40–60	50–60
Мощность гумусового слоя минеральных почв, см			
Уровень плодородия:			
высокий	Более 22	–	–
средний	17–22	–	–
низкий	Менее 17	–	–

**Дозы внесения минеральных удобрений (кг/га) для повышения содержания
P₂O₅ и K₂O на 1 мг в 100 г почвы**

Механический состав почвы	P ₂ O ₅	K ₂ O
Песчаные и супесчаные	45	30
Суглинистые	60	40
Тяжелосуглинистые	80	60
Торфяные	10–20	10–20

Примерные дозы внесения извести для минеральных почв

Потребность в известковании	Показатели pH в соляной вытяжке	Средние дозы извести, т/га		
		Супесчаные и легкосуглинистые почвы	Средне- и тяжело-суглинистые почвы	Торфяные почвы
Сильная	<4,5	4,0	6,0	7,0
Средняя	4,6–5,0	3,0	5,0	5,0
Слабая	5,1–5,5	2,0	3,5	3,0

Дозы органических удобрений при углублении пахотного слоя и низком уровне плодородия

Механический состав почвы	Допустимая величина припахивания за один прием, см	Дозы органических удобрений	
		т/см	т/га
Тяжелосуглинистые	2–3	15	30–45
Среднесуглинистые	3–4	10	30–40
Легкосуглинистые и супесчаные	2–4	10	20–40
Песчаные	3–4	8	24–32

Примерные дозы внесения навоза для восстановления плодородия минеральных почв после проведения мелиоративных работ

№ п. п.	Виды намечаемых операций	Нормы внесения навоза, т/га
1	Корчевка и вывозка пней в количестве, м ³ /га: 10–20 21–50 51–100	10–15 15–30 30–60
2	Удаление кустарника и мелколесья: редкой заросли средней заросли густой заросли	20–30 30–40 40–60
3	Удаление деревьев и пней диаметром более 12 см в количестве, шт/га: 50–100 100–200 200–300	20–30 30–40 40–60
4	Ликвидация ям, рвов, каналов при объеме засыпки, м ³ /га: 50–100 100–200	10–20 20–40
5	Первичная строительная планировка при микрорельефе: слаборазвитом среднеразвитом сильноразвитом	10–20 15–25 20–30