

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства»  
(ПГУАС)

**Л.А. Маслова, Н.Ю. Улицкая**

## **МЕЛИОРАЦИЯ И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ**

**Курс лекций**

Рекомендовано Редсоветом университета  
в качестве учебного пособия для студентов,  
обучающихся по направлению подготовки 21.03.02  
«Землеустройство и кадастры»

Пенза 2016

УДК 631.6(075.8)

ББК 40.6я73

М31

Рецензент – кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры «Природообустройство и  
водопользование» ФГБОУ ВО «Саратов-  
ский ГАУ им. Н.И. Вавилова» А.Н. Ники-  
шанов

**Маслова Л.А.**

М31 Мелиорация и рекультивация земель: курс лекций по  
направлению подготовки 21.03.02. «Землеустройство и кадастры» /  
Л.А. Маслова, Н.Ю. Улицкая. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 112 с.

Приведен курс лекций и контрольные вопросы по всем темам дисциплины «Мелиорация и рекультивация земель»: введение в мелиорацию, общие сведения об орошении, водный режим почвы, определение поливных и оросительной норм, определение качества поливной воды, лиманное орошение, предупреждение вторичного засоления и промывка засоленных земель, удобрительное орошение сточными водами, проектирование осушительно-оросительной системы, проектирование водосборных канав-валов, осушение земель, агролесомелиорация земель, борьба с эрозией почвы, культуртехническая мелиорация, химическая мелиорация, рекультивация земель.

Пособие подготовлено на кафедре «Кадастр недвижимости и право» и предназначено для использования студентами, обучающимися по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры», при изучении дисциплины «Мелиорация и рекультивация земель».

© Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства, 2016

© Маслова Л.А., Улицкая Н.Ю., 2016

## ВВЕДЕНИЕ

**Целью дисциплины** «Мелиорация и рекультивация земель» является изучение основных понятий и приемов мелиорации и рекультивации земель и использования их в профессиональной деятельности.

**Задачи освоения дисциплины:**

- ознакомить студентов с основами мелиорации и рекультивации земель;
- показать студентам место и значение мелиорации и рекультивации земель в системе управления земельными ресурсами;
- развить способность студентов к выбору видов мелиораций, правильных приемов рекультивации и необходимых технологических операций по улучшению почвенного состояния.

**Изучение дисциплины способствует овладению компетенциями:**

- способность использовать основы знаний по мелиорации и рекультивации земель;
- способность применять знание технологических процессов мелиорации и рекультивации, проводить все необходимые расчеты, определять вид используемой мелиорации и направления использования рекультивируемой территории.

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

- *знать*: понятие и содержание различных видов мелиорации и рекультивации земель; виды мелиорации и рекультивации, особенности проведения мелиоративных процессов и рекультивации, направления использования рекультивируемой территории, последовательность технологических операций по мелиоративному обустройству территории, способы восстановления и воспроизводства плодородия земли, процесс проведения всех этапов рекультивации;
- *уметь*: оперировать специальными понятиями, ориентироваться в специальной литературе; правильно толковать и применять искомые данные, проводить расчеты и выбирать различные виды мелиорации рекультивации, определять последовательность технологических процессов; собирать и анализировать экспериментальные данные, использовать среднесезонные почвенно-климатические данные; рассчитать основные показатели режима орошения или осушения, обосновать и выбрать дренажную систему при осушении территории, определить вид оросительно-осушительной системы, выбрать поливную технику, составить графики полива сельскохозяйственных культур; выбрать источник орошения и охарактеризовать его, определить запасы воды в водоемнике, потреб-

ности в воде орошаемой территории; провести расчет экономической эффективности проводимых процессов;

– *владеть*: техническими терминами; навыками работы со специальной литературой, навыками расчета специальных показателей и их систематизации.

В соответствии со структурой дисциплины «Мелиорация и рекультивация земель» построено учебное пособие, состоящее из девяти разделов, освещающих следующие темы лекционного курса:

1. Введение в мелиорацию. Общие сведения об орошении.
2. Водный режим почвы. Определение поливных и оросительной норм. Определение качества поливной воды.
3. Лиманное орошение. Предупреждение вторичного засоления и промывка засоленных земель. Удобрительное орошение сточными водами.
4. Проектирование осушительно-оросительной системы. Проектирование водосборных канав-валов.
5. Осушение земель.
6. Агролесомелиорация земель. Борьба с эрозией почвы.
7. Культуртехническая мелиорация.
8. Химическая мелиорация.
9. Рекультивация земель.

После каждого раздела приведены контрольные вопросы.

На освоение студентами каждой темы курса «Мелиорация и рекультивация земель» предусмотрено по 2 часа лекций, по 4 часа практических занятий и по 2 часа самостоятельной работы.

Заканчивается дисциплина защитой курсового проекта и сдачей экзамена.

**Теоретической основой учебного пособия являются** труды Тараканова О.В., Корягиной Н.В., Поршаковой А.Н., Гавриленко Т.В., Ерхова Н.С., Ильина Н.И., Мисенева В.С., Павловского Е.С., Колесниченко М.В., Колпакова В.В., Сухарева И.П., Кузника И.А., Воронина Н.Г., Дика Э.П., Лагуна Т. Д., Ковалева М.Т., Маркова Е. С., Маслова Б.С., Проезда П.Н., Черемисинова А.Ю., Ревенкова А.И., Бурлакова С.П.

**Правовыми основами мелиорации и рекультивации земель является** земельное, лесное, водное и градостроительное законодательство, ряд отраслевых федеральных законов, с учетом установленных экологических, санитарно-гигиенических и иных норм и требований. Также разрабатываются федеральные, региональные и местные программы, включающие в себя перечень обязательных мероприятий по охране земель с учетом особенностей хозяйственной деятельности, природных и других условий.

Так, в ст. 13 *Земельного кодекса Российской Федерации* предусмотрено, что в целях охраны земель собственники земельных участков,

землепользователи, землевладельцы и арендаторы земельных участков обязаны проводить мероприятия по:

- 1) сохранению почв и их плодородия;
- 2) защите земель от водной и ветровой эрозии, селей, подтопления, заболачивания, вторичного засоления, иссушения, уплотнения, загрязнения радиоактивными и химическими веществами, загрязнения отходами производства и потребления, загрязнения, в том числе биогенного загрязнения, и другого негативного воздействия, в результате которого происходит деградация земель;
- 3) защите сельскохозяйственных угодий от зарастания деревьями и кустарниками, сорными растениями, а также защите растений и продукции растительного происхождения от вредных организмов (растений или животных, болезнетворных организмов, способных при определенных условиях нанести вред деревьям, кустарникам и иным растениям);
- 4) ликвидации последствий загрязнения, в том числе биогенного загрязнения, земель;
- 5) сохранению достигнутого уровня мелиорации;
- 6) рекультивации нарушенных земель, восстановлению плодородия почв, своевременному вовлечению земель в оборот;
- 7) сохранению плодородия почв и их использованию при проведении работ, связанных с нарушением земель.

В целях предотвращения деградации земель, восстановления плодородия почв и загрязненных территорий допускается консервация земель с изъятием их из оборота в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Согласно ст. 43 *Федерального закона от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»*, при осуществлении мелиорации земель, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию и эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений должны приниматься меры по охране водных объектов, земель, почв, лесов и иной растительности, животных и других организмов, а также предупреждению другого негативного воздействия на окружающую среду при осуществлении мелиоративных мероприятий. Мелиорация земель не должна приводить к ухудшению состояния окружающей среды, нарушать устойчивое функционирование естественных экологических систем.

*Федеральный закон от 10.01.1996 N 4-ФЗ «О мелиорации земель»* устанавливает общее видение системы управления и регулирования мелиорации земель. Согласно этому закону, государственное управление в области мелиорации земель осуществляют:

- Президент Российской Федерации;
- Правительство Российской Федерации;

- органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации;
- федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере агропромышленного комплекса, включая мелиорацию земель.

Основными направлениями деятельности уполномоченных федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области мелиорации земель являются:

- разработка и реализация федеральных и региональных (территориальных) программ в области мелиорации земель;
- организация финансирования мелиорации земель;
- организация эксплуатации государственных мелиоративных систем и отнесенных к государственной собственности отдельно расположенных гидротехнических сооружений;
- паспортизация мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений;
- организация учета и проведение мониторинга мелиорированных земель;
- организация разработки стандартов, норм и правил в области мелиорации земель;
- организация и финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в области мелиорации земель;
- проведение государственной экспертизы проектной документации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений;
- проведение мероприятий по контролю за состоянием мелиорированных земель при осуществлении государственного земельного надзора в соответствии с законодательством Российской Федерации;
- иные направления деятельности, определенные законодательством Российской Федерации.

Согласно Федеральному закону от 10.01.1996 N 4-ФЗ «О мелиорации земель» мелиоративные системы и отдельно расположенные гидротехнические сооружения в соответствии с гражданским законодательством Российской Федерации могут находиться в частной, государственной, муниципальной и иных формах собственности.

Мелиоративные системы и отдельно расположенные гидротехнические сооружения подлежат паспортизации. При проведении паспортизации на мелиоративную систему и на каждое гидротехническое сооружение, входящее или не входящее в мелиоративную систему, составляется паспорт, в котором содержатся сведения о технических характеристиках и состоянии соответственно мелиоративной системы и гидротехнического сооружения.

Проектная документация мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений подлежит экспертизе в соответствии с законодательством Российской Федерации о градостроительной деятельности.

Государственный мониторинг мелиорированных земель является составной частью государственного мониторинга земель и представляет собой систему наблюдений за состоянием мелиорированных земель. На основе этих наблюдений выявляются изменения состояния мелиорированных земель и дается оценка таких изменений. Функция по мониторингу мелиорированных земель возложена на Министерство сельского хозяйства РФ.

*Приказом Минприроды РФ N 525 и Роскомзема N 67 от 22.12.1995 г.* утверждены Основные положения о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы, которые определяют общие для Российской Федерации требования при проведении работ, связанных с нарушением почвенного покрова и рекультивацией земель, и являются обязательными для исполнения всеми юридическими, должностными и физическими лицами, в том числе иностранными юридическими и физическими лицами.

Разработка проектов рекультивации осуществляется на основе действующих экологических, санитарно-гигиенических, строительных, водохозяйственных, лесохозяйственных и других нормативов и стандартов с учетом региональных природно-климатических условий и месторасположения нарушенного участка (например, с учетом «ГОСТ 17.5.3.04-83 (СТ СЭВ 5302-85). Государственный стандарт Союза ССР. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель»).

Правительством РФ в *Постановлении от 23.02.1994 г. N 140 «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы»* установлено, что рекультивация земель, нарушенных юридическими лицами и гражданами при разработке месторождений полезных ископаемых и торфа, проведении всех видов строительных, геолого-разведочных, мелиоративных, проектно-изыскательских и иных работ, связанных с нарушением поверхности почвы, а также при складировании, захоронении промышленных, бытовых и других отходов, загрязнении участков поверхности земли, если по условиям восстановления этих земель требуется снятие плодородного слоя почвы, осуществляется за счет собственных средств юридических лиц и граждан в соответствии с утвержденными проектами рекультивации земель. При необходимости в установленном порядке на эти цели могут направляться средства из других источников финансирования в соответствии с действующим законодательством.

При нарушении законодательства о мелиорации и рекультивации земель предусмотрена административная и уголовная ответственность.

Так, в ст. 10.9. *Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях* оговорено, что проведение мелиоративных работ с нарушением проекта проведения мелиоративных работ влечет предупреждение или наложение административного штрафа на граждан в размере от одной тысячи пятисот до двух тысяч рублей; на должностных лиц – от трех тысяч до четырех тысяч рублей; на юридических лиц – от тридцати тысяч до сорока тысяч рублей. Ст. 10.10. гласит, что нарушение правил эксплуатации мелиоративной системы или отдельно расположенного гидротехнического сооружения влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от пятисот до одной тысячи рублей; на должностных лиц – от одной тысячи до двух тысяч рублей; на юридических лиц – от десяти тысяч до двадцати тысяч рублей. Повреждение мелиоративной системы, а равно защитного лесного насаждения влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от одной тысячи до одной тысячи пятисот рублей; на должностных лиц – от двух тысяч до трех тысяч рублей; на юридических лиц – от двадцати тысяч до тридцати тысяч рублей. Сооружение и (или) эксплуатация линий связи, линий электропередачи, трубопроводов, дорог или других объектов на мелиорируемых (мелиорированных) землях без согласования со специально уполномоченным государственным органом в области мелиорации земель влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от одной тысячи до одной тысячи пятисот рублей; на должностных лиц – от одной тысячи пятисот до двух тысяч рублей; на юридических лиц – от десяти тысяч до двадцати тысяч рублей.

Ст. 8.7. этого же кодекса говорит о том, что невыполнение или несвоевременное выполнение обязанностей по рекультивации земель при разработке месторождений полезных ископаемых, включая общераспространенные полезные ископаемые, осуществлении строительных, мелиоративных, изыскательских и иных работ, в том числе работ, осуществляемых для внутривладельческих или собственных надобностей, а также после завершения строительства, реконструкции и (или) эксплуатации объектов, не связанных с созданием лесной инфраструктуры, сноса объектов лесной инфраструктуры влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от двадцати тысяч до пятидесяти тысяч рублей; на должностных лиц – от пятидесяти тысяч до ста тысяч рублей; на юридических лиц – от четырехсот тысяч до семисот тысяч рублей. Невыполнение установленных требований и обязательных мероприятий по улучшению, защите земель и охране почв от ветровой, водной эрозии и предотвращению других процессов и иного негативного воздействия на окружающую среду, ухудшающих качественное состояние земель, влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от двадцати тысяч до пятидесяти тысяч рублей; на должностных лиц – от пятидесяти тысяч до

ста тысяч рублей; на юридических лиц – от четырехсот тысяч до семисот тысяч рублей.

В ст. 243.3 *Уголовного кодекса Российской Федерации* сказано, что уклонение исполнителя земляных, строительных, мелиоративных, хозяйственных или иных работ либо археологических полевых работ, осуществляемых на основании разрешения (открытого листа), от обязательной передачи государству в соответствии с законодательством Российской Федерации обнаруженных при проведении таких работ предметов, имеющих особую культурную ценность, или культурных ценностей в крупном размере наказывается штрафом в размере до пятисот тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до двух лет, либо лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до пяти лет, либо лишением свободы на срок до трех лет. Те же деяния, совершенные должностным лицом с использованием своего служебного положения; группой лиц по предварительному сговору или организованной группой, наказываются штрафом в размере до восьмисот тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до трех лет, либо лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до пяти лет, либо лишением свободы на срок до шести лет со штрафом в размере до двухсот тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до шести месяцев либо без такового и с ограничением свободы на срок до полутора лет либо без такового.

В целях удобства чтения, по основному тексту не расставлены ссылки на источники информации, перечень литературы приведен в конце учебного пособия.

## Тема 1. ВВЕДЕНИЕ В МЕЛИОРАЦИЮ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОРОШЕНИИ

Мелиорация (от лат. *melioratio* – улучшение), совокупность организационно-хозяйственных и технических мероприятий, направленных на коренное улучшение земель.

В зависимости от характера мелиоративных мероприятий различают следующие типы мелиорации земель:

- гидромелиорация;
- агролесомелиорация;
- культуртехническая мелиорация;
- химическая мелиорация.

В составе отдельных типов мелиорации земель устанавливаются виды мелиорации земель.

**Гидромелиорация земель** состоит в проведении комплекса мелиоративных мероприятий, обеспечивающих коренное улучшение заболоченных, излишне увлажненных, засушливых, эродированных, смытых и других земель, состояние которых зависит от воздействия воды.

Гидромелиорация земель направлена на регулирование водного, воздушного, теплового и питательного режимов почв на мелиорируемых землях посредством осуществления мер по подъему, подаче, распределению и отводу вод с помощью мелиоративных систем, а также отдельно расположенных гидротехнических сооружений.

К этому типу мелиорации земель относятся:

- оросительная;
- осушительная;
- противопаводковая;
- противоселевая;
- противоэрозионная;
- противооползневая;
- другие виды гидромелиорации земель.

**Агролесомелиорация земель** состоит в проведении комплекса мелиоративных мероприятий, обеспечивающих коренное улучшение земель посредством использования почвозащитных, водорегулирующих и иных свойств защитных лесных насаждений.

К этому типу мелиорации земель относятся следующие виды мелиорации земель:

- противоэрозионная – защита земель от эрозии путем создания лесных насаждений на оврагах, балках, песках, берегах рек и других территориях;
- полезащитная – защита земель от воздействия неблагоприятных явлений природного, антропогенного и техногенного происхождения

путем создания защитных лесных насаждений по границам земель сельскохозяйственного назначения;

– пастбищезащитная – предотвращение деградации земель пастбищ путем создания защитных лесных насаждений.

**Культуртехническая мелиорация** земель состоит в проведении комплекса мелиоративных мероприятий по коренному улучшению земель.

Этот тип мелиорации земель подразделяется на следующие виды мелиорации земель:

– расчистка мелиорируемых земель от древесной и травянистой растительности, кочек, пней и мха;

– расчистка мелиорируемых земель от камней и иных предметов;

– мелиоративная обработка солонцов;

– рыхление, пескование, глинование, землевание, плантаж и первичная обработка почвы;

– проведение иных культуртехнических работ.

**Химическая мелиорация** земель состоит в проведении комплекса мелиоративных мероприятий по улучшению химических и физических свойств почв.

Химическая мелиорация земель включает в себя:

– известкование почв;

– фосфоритование почв;

– гипсование почв.

На рис. 1 приведено зонирование территории России по преобладающим видам мелиорации земель.

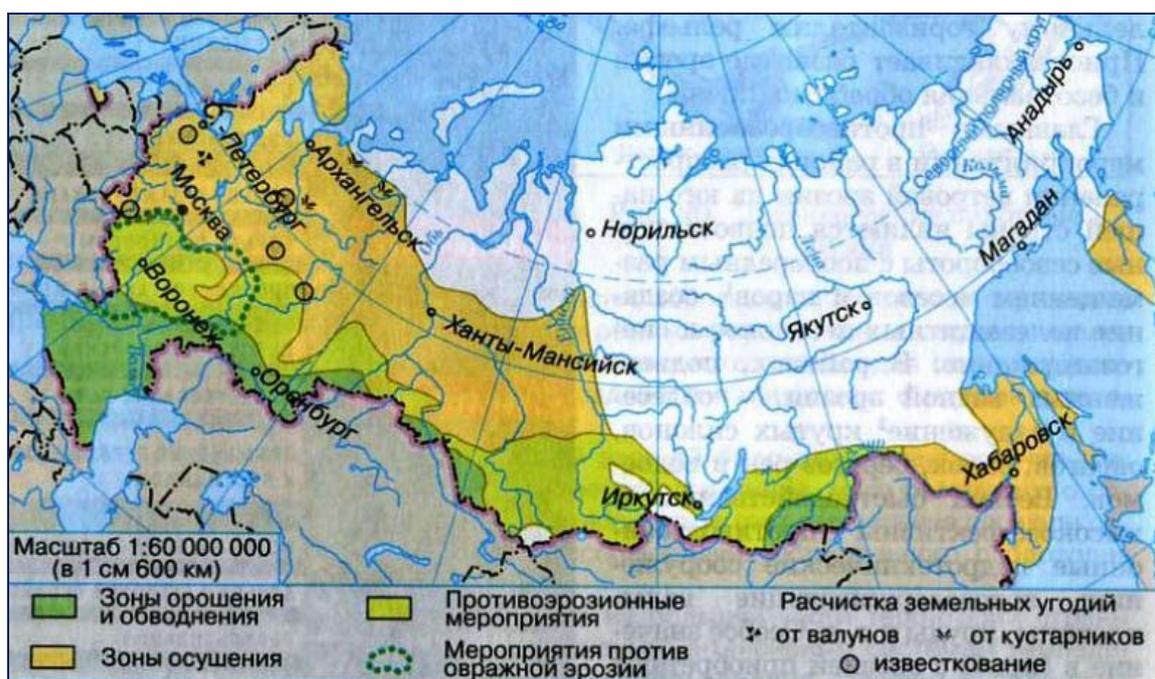


Рис. 1. Мелиорация земель в России

**Орошение** (ирригация) – подвод воды на поля, испытывающие недостаток влаги, и увеличение её запасов в корнеобитаемом слое почвы в целях увеличения плодородия почвы. Орошение улучшает снабжение корней растений влагой и питательными веществами, снижает температуру приземного слоя воздуха и увеличивает его влажность.

В зависимости от местной ситуации возможны разные способы проведения орошений. Во-первых, может орошаться как целиком вся площадь угодий, что характерно для засушливого климата, так и отдельные участки определённых культур, что свойственно для более влажных климатических районов. Во-вторых, орошение может осуществляться единожды за год (лиманное орошение), при котором в почве создаётся необходимый запас воды, используемый растениями в течение года, или же орошение может производиться постоянно.

В настоящее время чаще всего встречаются следующие способы орошения: поверхностное, дождевание, капельное.

*1. Поверхностное орошение* – вода поступает непосредственно на поверхность почвы и распределяется по поливному участку сплошным слоем. Применяется при орошении с большими поливными нормами. Поверхностное орошение применяют:

– при орошении с большими поливными (более 800–1000 м<sup>3</sup>/га) и оросительными нормами;

– на засоленных почвах, требующих промывки; в районах с сильными ветрами;

– на спланированной поверхности полей при благоприятных уклонах с водопроницаемыми почвами;

– на тяжёлых или легко заплывающих почвах при большом водопотреблении сельскохозяйственных культур.

Поверхностное орошение делится на три вида (рис. 2):

- полив по бороздам;
- полив по полосам;
- полив затоплением.

При поливе напуском по полосам вода из выводной борозды или временного оросителя подаётся на полосу орошаемой площади и распределяется по ней самотёком; применяют для культур сплошного сева (зерновые, травы), реже для кукурузы и садов, а также как влагозарядковый и предпосевной полив. Поливной участок разбивают земляными валиками высотой 20–30 см в направлении максимального уклона. Ширина узких полос 1,3–4,2 м, широких 20–30 м, длина полос 150–500 м, уклон 0,002–0,008, расход воды 50–200 л/с (до 12 л/с).

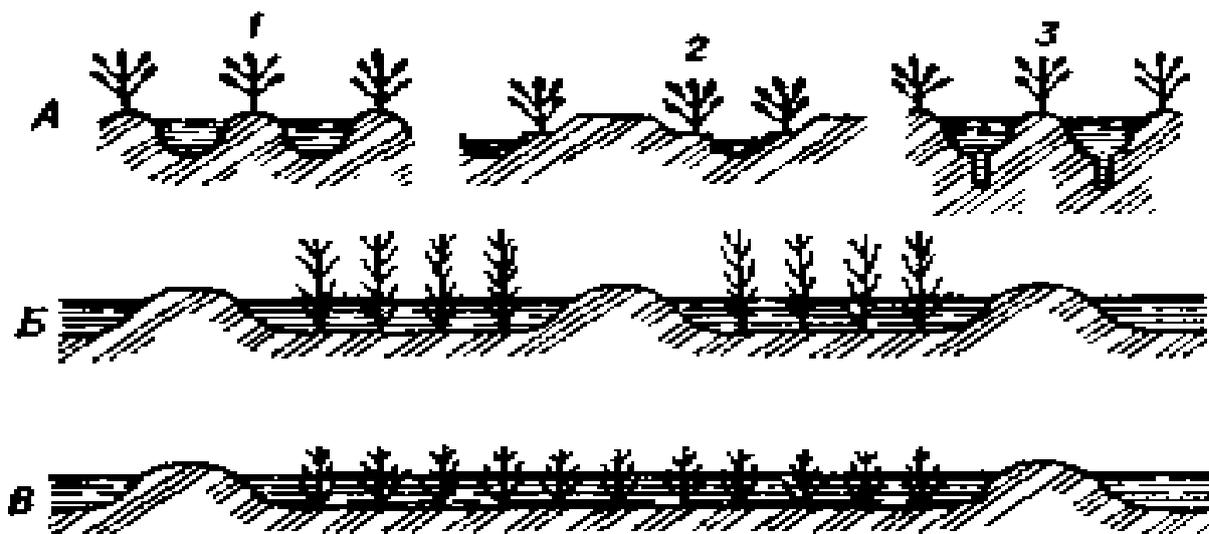


Рис. 2. Поверхностные способы полива:  
 А – полив по бороздам; Б – полив по полосам; В – полив по чекам;  
 1 – поперечное сечение проточных или тупых борозд; 2 – борозды с террасками;  
 3 – борозды-щели

На хорошо спланированных участках без поперечного уклона применяют полив с головной подачей воды, когда она из временного оросителя непосредственно поступает в голову полосы; при сложном микрорельефе в условиях плохо спланированной площади и даже с небольшим уклоном в поперечном направлении применяют полив с боковой подачей воды, когда она поступает в выводные борозды, а из них в полосы. Для механизации полива применяют поливные агрегаты и передвижные трубопроводы.

При поливе затоплением на орошаемом участке создают сплошной слой воды, постепенно впитывающейся в почву в вертикальном направлении, применяют при орошении трав, риса, иногда кукурузы и культур рисового севооборота, а также как промывной полив на засоленных землях и влагозарядковый. Проводят его путём заполнения водой участков-чеков, ограниченных земляными валиками высотой 25–30 см с пологими откосами. В зависимости от рельефа чеки бывают площадью 0,5–5 га (мелкие) и 8–50 га (крупные). Этот способ орошения применим на землях с небольшими ( $<0,002$ ) уклонами или на безуклонных массивах с невысокой водопроницаемостью почвы, естественной дренированностью или с дренажной сетью для отвода грунтовых вод. Для механизации полива применяют поливные агрегаты типа ППА-300.

При поливе по бороздам вода из выводной борозды, временного оросителя или поливного трубопровода подаётся в поливную борозду и распределяется по ней самотёком; вода поступает в почву преимущественно в боковом направлении (капиллярный ток) и частично в вертикальном (гравитационный ток); применяют на посевах технических культур (хлопчатник, сахарная свёкла), овощных, иногда зерновых культур, в садах и виноградниках. В зависимости от уклона участка (0,001–0,03), во-

допроницаемости почвы, вида культуры (ширина междурядий 45–150 см) борозды бывают сквозные или тупые, короткие (60–80 м) или длинные (450–500 м). Расход воды в борозду от 0,1 до 4 л/с.

При поливе по глубоким тупым бороздам (глубина 25–30 см) с наполнением их при уклонах менее 0,002 борозды заполняют водой, затем подачу её прекращают, вода впитывается в почву. В конце поливной карты устраивают соединительную борозду.

При поливе по глубоким бороздам с наполнением их на две трети при средних уклонах 0,002–0,004 пуск воды прекращают раньше, чем струя достигнет конца борозды, остальная её часть по длине увлажняется стекающей водой. При поливе по проточным бороздам (глубина 8–25 см), со сбросом, при уклонах более 0,004 часть воды, не впитавшейся в почву, поступает в оросительные и сбросные каналы, её используют для орошения нижерасположенных участков.

При поливе по бороздам с террасками поливные борозды нарезают на расстоянии, равном двойной ширине междурядий (120, 130, 140 см одна от другой), между ними насыпают небольшой валик. Между валиком и поливной бороздой образуется выровненная терраска, на которую высаживают рассаду овощных культур.

Полив по бороздам-щелям (борозды углубляют до 35–40 см нарезкой щели) применяют для влагозарядковых и предпосевных поливов на участках с недостаточно ровной поверхностью и на почвах со слабой водопроницаемостью. При таком поливе быстрее и равномернее увлажняется почва, поливную струю при этом увеличивают в 2–3 раза. Для механизации полива применяют передвижные поливные трубопроводы, поливные агрегаты, закрытые оросит, системы с поливными трубопроводами.

#### Преимущества поверхностного орошения:

- низкие капиталовложения;
- низкие затраты на энергию (напор)
- низкие эксплуатационные затраты
- возможность полива при ветре;
- возможность полива растений, чувствительных к заболеваниям листьев;

#### Недостатки:

- большие потери воды;
- низкая эффективность полива;
- возможность распространения заболеваний растений;
- непригодность на участках со сложным рельефом;
- непригодность в качестве освежительного и противозаморозкового полива.

2. *Дождевание* – механизированный способ полива (легко поддается полной автоматизации), при котором активный слой почвы увлажняется водой, подаваемой на ее поверхность в виде искусственного дождя.

Дождевание – орошение с использованием самоходных и несамоходных систем кругового или фронтального типа.

Основное условие эффективности такого полива – создание оптимального водного режима почв, что возможно при правильном соотношении величин расчетной поливной нормы, интенсивности искусственного дождя, продолжительности полива, впитывающей способности почв.

Интенсивность искусственного дождя (мм/ч) – это количество осадков, создаваемых данной дождевальной системой в единицу времени на единицу площади (на практике стремятся к проектированию систем, создающих искусственный дождь одинаковой интенсивности в каждой точке орошаемой площади).

При дождевании вместе с водой можно вносить удобрения, пестициды, ростовые вещества и др.

Дождевание эффективно:

- в районах неустойчивого увлажнения при орошении зерновых, кормовых, технических, овощных, плодовых и ягодных культур, лугов и пастбищ малыми поливными и оросительными нормами, а также на осушенных землях;

- на почвах с высокой водопроницаемостью, маломощных почвах, подстилаемых сильноводопроницаемыми грунтами, на сильнопросадочных почвогрунтах;

- при неблагоприятном сложном рельефе со значительными уклонами (более 0,03), на крутых склонах (при необходимости выполнения большого объёма планировочных работ) и слабо выраженном рельефе;

- при неглубоком (до 1,5–2 м) залегании пресных грунтовых вод, при проведении освежительных поливов и борьбы с заморозками в период вегетации сельскохозяйственных культур (противозаморозковое), а также при ограниченных водных ресурсах.

Кроме обычного дождевания, применяют также:

- надкрановое,
- подкрановое
- импульсное.

При надкрановом дождевании воду разбрызгивают над кронами деревьев; при подкрановом – под кронами или ветвями деревьев. Импульсное дождевание обеспечивает частые поливы при минимальных поливных нормах. Позволяет регулировать микроклимат на высоте растений. Такое дождевание применяют для полива многолетних насаждений, кормовых и др. культур, прежде всего на землях с уклонами поверхности до 0,2 и расчленённым рельефом, а также на маломощных почвах, подстилаемых сильно фильтрующими или практически нефилтующими грунтами.

Зоны применения – предгорные районы Закавказья, Средней Азии, Южной Украины, Северного Кавказа и Молдавии.

Импульсное дождевание проводят по следующим технологическим схемам:

- ежедневное дождевание в жаркие часы суток при поливной норме, близкой к суточному водопотреблению;
- дождевание в обычном режиме (в расчётные сроки при расчётных поливных нормах);
- непрерывное в течение вегетации водоснабжение растений в соответствии с ходом водопотребления (синхронное дождевание) за счёт одновременной и непрерывной работы импульсных дождевальных аппаратов.

Системы импульсного дождевания состоят из следующих элементов:

- водозаборные сооружения,
- насосные станции,
- оросительная сеть,
- генераторы и усилители командных сигналов,
- импульсные дождеватели,
- линии связи,
- система автоматизации управления поливом.

Процесс импульсного дождевания заключается в накоплении необходимого объёма воды в импульсном дождевателе и выбросе её в виде дождя под действием сжатого воздуха.

Преимущества дождевания:

- возможность применения на полях со сложной топографией;
- пригодность для полива большинства культур;
- экономное использование воды,
- высокая эффективность полива, повышение урожаев; обеспечение широкой механизации всех сельхозработ и их выполнение в сжатые сроки;
- широкий диапазон выбора размера сопла дождевателей, что облегчает проектирование и регулировку интенсивности полива;
- возможность точного измерения расхода воды на участке;
- увеличение коэффициента земельного использования;
- высокая мобильность систем орошения;
- возможность применения для всех вспомогательных поливов;
- пригодность для промывки полей в профиль;
- возможность достижения одинаковой интенсивности полива на орошаемом участке (равномерное распределение воды в поле);
- удобство внесения удобрений с поливной водой;

Недостатки:

- высокие начальные капиталовложения;
- дополнительные затраты на энергию, потребляемую на создание нужных напоров в оросительных системах;

- неравномерность распределения воды в поле при ветре;
- отрицательное воздействие на лиственный покров (ожог листьев),
- снижение урожая при поливе минерализованными водами;
- высокая вероятность уплотнения верхнего слоя почвы, связанного с образованием корки на поверхности почвы,
- повышенный сток;
- потери воды на границах участка;
- проблемы с проведением сельхозработ на орошаемом участке (вспашка, опрыскивание, уборка урожая).

3. *Капельное орошение* – высокомеханизированный способ орошения, при котором активный слой почвы увлажняется водой, подаваемой точечными источниками воды малого расхода (обычно от 1 до 4 л/ч), в результате чего увлажняется только малая часть общего объема почвы поливаемого участка.

В отличие от дождевания, капельное орошение основано на поступлении воды малыми дозами в прикорневую зону растений, количество и периодичность подачи воды регулируется в соответствии с потребностями растений. Вода поступает ко всем растениям равномерно и в одинаковом количестве.

Учитывая, что капельное орошение дороже обычных способов полива, использовать его необходимо с максимальной отдачей, и только там, где без него не обойтись. Это, прежде всего, склоновые земли, где можно использовать естественный напор; песчаные почвы; земли с уже существующим машинным орошением и земли с недостатком оросительной воды. Следует учитывать еще и стоимость выращиваемых культур.

При капельном орошении могут действовать 2 способа подачи воды к растениям:

- с поверхности земли из трубопроводов (с капельницами), расположенных на высоте до 0,5 м,
- непосредственно в корнеобитаемый слой почвы из трубопроводов, расположенных в почве на глубине до 0,3 м.

Составляющие системы капельного орошения:

- клапаны для регулирования подачи воды;
- счетчик воды, измеряющий количество проходящей воды;
- система песчано-гравийных, дисковых, сетчатых фильтров с ручным или автоматическим управлением промывкой. Зависит от качества воды;
- узел внесения удобрений. Виды: фертигационная емкость, резервуар для концентрированного раствора удобрений с насосом, насос-инжектор. Обеспечивает внесение растворенных удобрений вместе с поливом;
- контроллер. Программируются – количество, время и объем поливов;
- система трубопроводов;

- магистральные водоподводящие и разводящие трубы для подземного размещения и гибкий армированный рукав, диаметр которых соответствует требуемому расходу воды;

- капельные линии, капельницы.

#### Преимущества капельного орошения:

- более высокая урожайность, сопровождаемая экономией поливных норм,

- более низкие затраты воды на единицу продукции;

- снижение потерь влаги за счет испарения по сравнению с дождеванием или поверхностным орошением (меньше поверхность увлажняемого участка);

- отсутствие зависимости распределения влаги от ветра;

- отсутствует необходимость в тщательной планировке поливного участка, предотвращение поверхностного стока даже в сложных топографических условиях;

- возможность проведения сельхозработ во время орошения (в садах, виноградниках и др.);

- подача удобрений непосредственно в корнеобитаемый слой;

- предотвращение периферийной потери воды;

- отсутствие проблемы засоления почвы при достаточных осадках (при недостаточных — необходима дополнительная поливная норма, чаще всего обеспечиваемая дождеванием);

- возможность полива с малыми поливными нормами и с короткими межполивными периодами; уменьшение количества сорняков по сравнению с другими методами орошения;

#### Недостатки:

- непригодность в качестве противозаморозкового орошения;

- непригодность для вспомогательных технических поливов;

- частичная пригодность для орошения молодых деревьев (посадок) в засушливых районах с песчаными почвами и сильными ветрами.

## Контрольные вопросы

1. Что такое мелиорация земель?
2. Какие выделяют типы мелиорации земель?
3. Что собой представляет гидромелиорация земель?
4. Какие выделяют виды гидромелиорации земель?
5. Что собой представляет агролесомелиорация земель?
6. Какие выделяют виды агролесомелиорации земель?
7. Что собой представляет культуртехническая мелиорация?
8. Какие выделяют виды культуртехнической мелиорации?
9. Что собой представляет химическая мелиорация земель?

10. Какие выделяют виды химической мелиорации земель?
11. Что такое орошение?
12. Что собой представляет поверхностное орошение?
13. На какие виды делится поверхностное орошение?
14. Какие выделяют преимущества и недостатки поверхностного орошения?
15. Что собой представляет дождевание?
16. Какие выделяют преимущества и недостатки дождевания?
17. Что собой представляет капельное орошение?
18. Какие выделяют преимущества и недостатки капельного орошения?

## Тема 2. ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИВНЫХ И ОРОСИТЕЛЬНОЙ НОРМ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОЛИВНОЙ ВОДЫ

**Водный режим почвы** – совокупность процессов поступления, передвижения и расхода влаги в почве.

Основной источник почвенной влаги – атмосферные осадки, количество и распределение которых во времени зависят от климата данной местности и метеорологических условий отдельных лет.

В почву поступает меньше влаги, чем выпадает её в виде осадков, так как значительная часть задерживается растительностью, в особенности кронами деревьев.

Вторым источником поступления влаги в почву является конденсация атмосферной влаги на поверхности почвы и в её верхних горизонтах (10-15 мм). Туман может оказывать значительно больший вклад в сумму осадков (до 2 мм/сутки), хотя и является более редким явлением. Практическое же значение тумана проявляется преимущественно в прибрежных районах, где в ночное время над поверхностью почвы собираются значительные массы влажного воздуха.

Часть поступившей на поверхность почвы влаги образует поверхностный сток, который наблюдается весной во время снеготаяния, а также после обильных дождей. Величина поверхностного стока зависит от количества выпавших осадков, угла наклона местности и водопроницаемости почвы. Выделяют также боковой (внутрипочвенный) сток, возникающий из-за различной плотности почвенных горизонтов. При этом вода, поступившая в почву, фильтруется через верхние горизонты, а дойдя до горизонта с более тяжёлым гранулометрическим составом, формирует водоносный горизонт, называемый почвенной *верховодкой*. Часть влаги из верховодки всё же просачивается в более глубокие слои, достигая грунтовых вод, которые в своей совокупности образуют грунтовый сток. При наличии же уклона местности часть влаги, сосредоточенной в водоносном горизонте, может стекать в пониженные участки рельефа.

Помимо стока, часть почвенной влаги расходуется на испарение. Из-за своеобразия и непостоянства свойств почвы как испаряющей поверхности, при одинаковых метеорологических условиях скорость испарения меняется сообразно изменению влажности почвы. Величина испарения может достигать 10-15 мм/сутки. Почвы с близким залеганием грунтовых вод испаряют гораздо больше воды, чем с глубоким.

На рис. 3 показаны формы воды в почве.

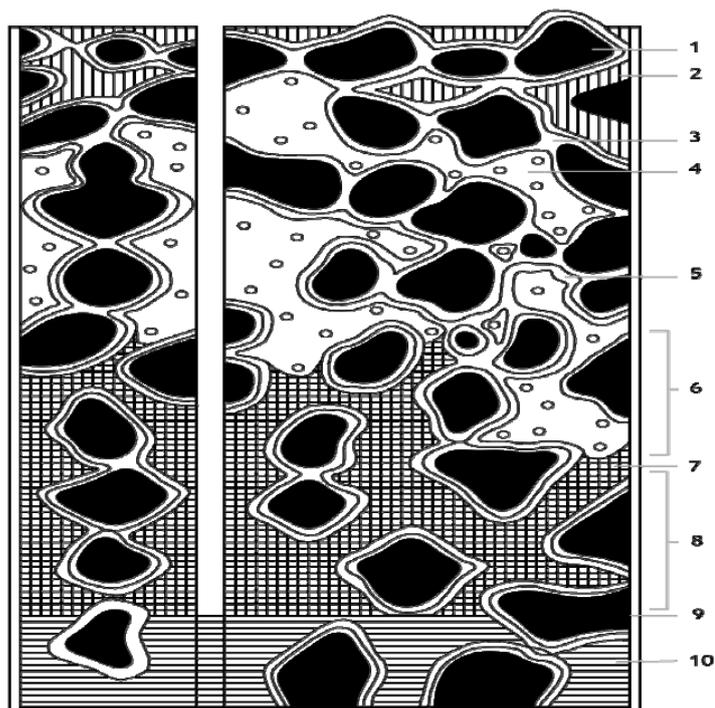


Рис. 3. Формы воды в почве:

1 – частица почвы; 2 – гравитационная вода; 3 – гигроскопическая вода;  
 4 – почвенный воздух с парами воды; 5 – плёночная вода; 6 – зона открытой капиллярной воды; 7 – капиллярная вода; 8 – зона замкнутой капиллярной воды;  
 9 – уровень грунтовых вод; 10 – грунтовые воды

Движение воды в почве зависит от степени увлажнения и проявления разнообразных сил. Непременным условием передвижения влаги является разность сил (градиент). Все силы действуют на почвенную влагу в совокупности, но преобладает какая-то определённая в зависимости от влажности почвы. Соответственно:

- *свободная (гравитационная) вода* заполняет крупные почвенные поры, под действием силы тяжести образует нисходящий ток, формируя верховодку и частично просачиваясь в грунтовые воды. За счёт гравитационной воды в почве проходят элювиальные и иллювиальные процессы, из неё образуются все другие формы почвенной влаги. Сама может конденсироваться из парообразной, но преимущественно пополняется за счёт атмосферных осадков;

- *парообразная влага* присутствует в почве при любом уровне её увлажнения, заполняя поры, свободные от капельно-жидкой. Различают активное и пассивное передвижение парообразной влаги. Первое обусловлено явлениями диффузии, второе происходит вместе опосредованно совместно с перемещением почвенного воздуха. Парообразная влага имеет большое значение в круговороте воды в почве, хотя на неё приходится не более 0,001 % от общей массы почвенной влаги. С течением времени пары воды из почвы улетучиваются в атмосферу, а запасы парообразной влаги пополняются из других форм, в том числе и физически связанных. При

одинаковой температуре массы парообразной влаги перемещаются из участков, более насыщенных водяными парами, в менее насыщенные. При разной температуре движение осуществляется в область с меньшей температурой, но вовсе не обязательно, что в сторону более сухого участка. Парообразная влага циркулирует по всему профилю независимо от мощности и глубины залегания грунтовых вод;

- лёд образуется в почвах при понижении температуры из других форм влаги последовательно – начиная от свободных и заканчивая связанными. Так, гравитационная вода замерзает в незасоленных почвах при температурах, близких к 0 С, а максимально гигроскопическая – только при –78°С. Замерзание всей находящейся в почве воды наблюдается для грунтов при температурах, приведенных в табл. 1;

Т а б л и ц а 1

Соотношение грунтов и температур замерзания

Грунт	Интервал температур замерзания
Каолинит	-10-20 °С
Лёгкий суглинок	-20-30 °С
Пылеватый суглинок	-40-50 °С
Аллювиальная глина	-50-60 °С
Морская глина	-60-70 °С
Монтмориллонит	-75-80 °С

- химически связанная (конституционная) влага – входит в состав молекул веществ (например,  $Al(OH)_3$ ), образующих минеральную часть почвы, в виде гидроксильной группы, фактически участвуя лишь при их образовании (например,  $Al_2O_3 + 3H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3$ ). При прокаливании почвы в интервале 400-800°С удаляется, что сопровождается разложением соответствующего минерала. Наибольшее количество химически связанной воды содержится в глинистых минералах, о её содержании в почве можно судить по степени глинистости грунта;

- кристаллогидратная (кристаллизационная) влага – в отличие от химически связанной, входит в состав веществ целыми молекулами, образуя кристаллогидраты –  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  (гипс),  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$  (мирабилит) и др. Удаляется скачкообразно при температурах 100-200°С, причём каждая последующая молекула воды отщепляется при более высокой температуре, что приводит лишь к изменению физических свойств минералов, а не к их разложению, как в случае с химически связанной влагой. В больших количествах такая вода имеется в мирабилитовых солончаках. Химически связанную и кристаллогидратную влагу часто

объединяют под названием гидратной. Гидратная влага в почве не передвигается и растениям недоступна;

- *гигроскопическая влага* – адсорбированная частицами почвы из атмосферы при её влажности менее 95 %, либо остающаяся в почве при её высушивании до воздушно-сухого состояния (обычно при влажности воздуха 50-70 %). Соответственно, при повышении влажности воздуха возрастает и величина гигроскопической влажности почвы. То же происходит и по мере утяжеления гранулометрического состава почвы, что особенно хорошо проявляется при высоком содержании в почве гумуса и ила с диаметром частиц менее 0,001 мм. По представлениям большинства исследователей, гигроскопическая влага не сплошь покрывает частицы почвы, а концентрируется лишь на некоторых участках (рис. 4);

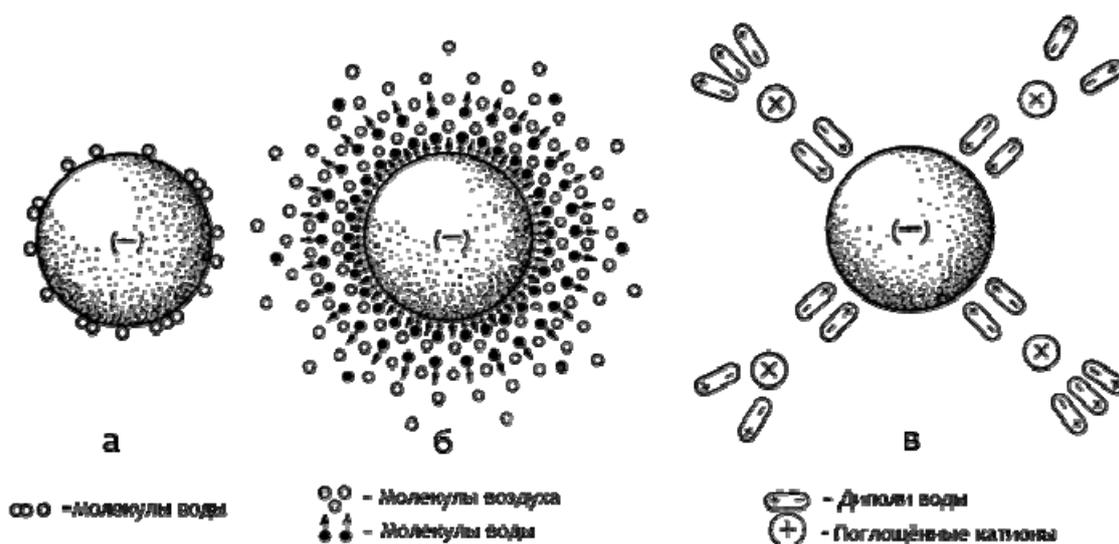


Рис. 4. Схема строения гигроскопической влаги по данным различных авторов: а – по Лебедеву, б – по Цункеру, в – по Кюну

- *максимально-гигроскопическая влага* адсорбируется почвой из атмосферы с относительной влажностью 95-100 %. При отрицательных температурах максимальная гигроскопическая влажность незасоленной почвы совпадает с процентным содержанием незамёрзшей воды в целом. Адсорбционная способность частиц почвы зависит от их величины, формы и химического состава, причём даже на одной частице мощность слоя влаги может быть различной в зависимости от формы поверхности. При этом часть паров конденсируется на вогнутых участках, в результате чего суммарное количество воды имеет двойную природу, складываясь из адсорбированной и капиллярно-конденсированной влаги (рис. 5). Гигроскопическая и максимально-гигроскопическая влага удаляются из почвы при нагреве до 100-105°C, растениям эти формы недоступны;

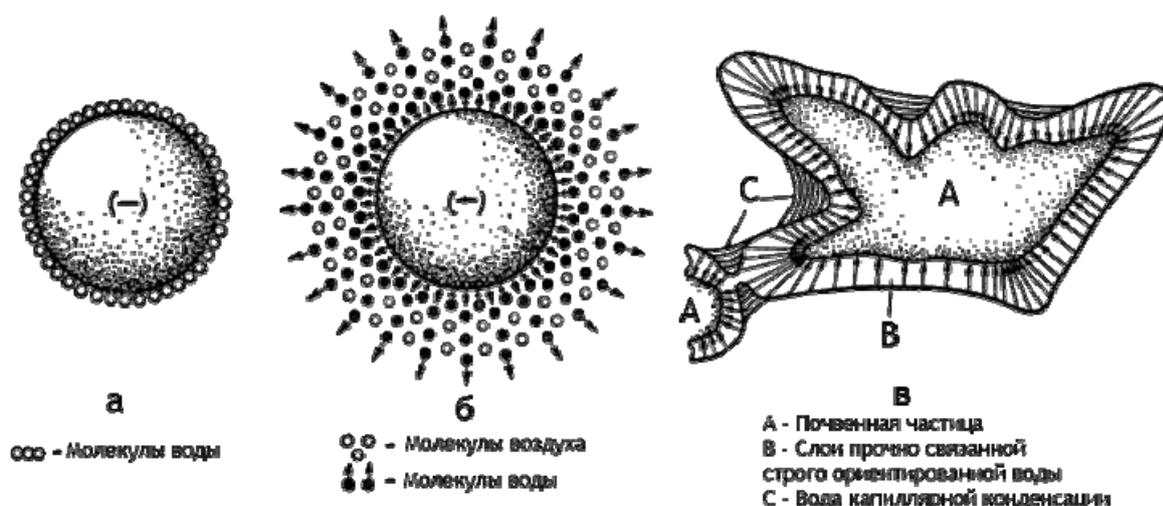


Рис. 5. Схема строения максимальной гигроскопической влаги по данным различных авторов:  
а – по Лебедеву, б – по Цункеру, в – по Качинскому

- *плёночная (молекулярная) влага* – дополнительная влага, адсорбируемая почвой из жидкой фазы поверх слоя максимально-гигроскопической. С частицами почвы связана слабее, чем последняя, причём рыхлость возрастает от внутренних слоёв ко внешним. По этой причине плёночная влага, хотя слабо, но усваивается растениями. Передвигается она под влиянием градиентов напора воды, температуры и влажности почвы, а также осмоса, её скорость же ограничивается десятками сантиметров в год;

- *капиллярная влага* – удерживается и передвигается по мелким порам в почве под действием капиллярных сил. В порах более 8 мм в диаметре сплошной вогнутый мениск не образуется, так как капиллярные силы не выражены. В порах же менее 3 мкм вода находится преимущественно в адсорбированном состоянии, а капиллярное движение сильно затруднено или вообще отсутствует. Соответственно, наибольшая интенсивность капиллярного движения влаги наблюдается в почвах со средним гранулометрическим составом (лёссовидные суглинки и т.п.); осуществляется же оно сообразно градиентам влажности, температуры и химического потенциала (осмоса): в зоны с меньшим увлажнением и менее нагретые. Выделяется три вида капиллярной влаги: подпёртая (когда капилляры нижней своей частью сообщаются с водоносным горизонтом – почвенной верховодкой или грунтовыми водами), подвешенная (когда капиллярная влага оторвана от водоносных горизонтов и удерживается равнодействующей силой менисков) и посаженная (образующаяся при движении воды при резкой смене гранулометрического состава и на границах с внутрипочвенными пустотами). Капиллярная влага бывает открытая и закрытая (замкнутая) для проникновения воздуха. Закрытая находится непосредственно под водоносными горизонтами, и капилляры оказываются

полностью заполнены водой, хотя и содержащей некоторое количество растворённого воздуха; вода же открытого типа чередуется в капиллярах с участками, заполненными воздухом и появляется в почве обычно через некоторое время после осадков или полива. Капиллярная влага легко доступна растениям и является одним из основных источников их водного питания; посредством её передвигается основная масса растворимых солей из нижних горизонтов;

- *внутриклеточная вода* содержится в отмерших неразложившихся частях растений. До полного разложения растительной массы такая вода растениям не доступна. Большой процент её имеется в слабо- и неразложившихся торфах, дернине и лесной подстилке.

Проникает вода в почву с поверхности под воздействием силы тяжести по крупным порам, параллельно рассасываясь в стороны под влиянием капиллярных явлений. Процесс восприятия сухой или слабоувлажнённой почвой воды называется впитыванием воды, измеряется коэффициентом впитывания.

Основы учения о типах водного режима были разработаны Г.Н. Высоцким. Для выделения типов учитываются следующие факторы: наличие или отсутствие в почве вечной мерзлоты, глубина промачивания почвогрунта до уровня грунтовых вод или только в пределах профиля, преобладание в толще почвогрунта восходящих или нисходящих токов воды. Сообразно с этим, выделяются следующие *типы водного режима*:

- *мерзлотный* – почве имеется вечная мерзлота, в тёплый период оттаивающая на небольшую глубину в пределах мерзлотного слоя, но с сохранением его значительной части. За счёт этого и атмосферных осадков над остаточным мерзлотным слоем формируется верховодка. Характерные почвы: арктические, тундровые, мерзлотные лугово-лесные.

- *сезонно-мерзлотный* – распространён в регионах, где максимум осадков приходится на летний период и они промачивают почву до уровня грунтовых вод (Амурская область, юг Хабаровского края и др.). Зимой при этом почва промерзает на глубину более трёх метров, полностью оттаивая лишь в июле-августе. До этого времени водный режим местности носит все черты мерзлотного типа.

- *промывной* – отмечается в почвах районов, где осадков выпадает больше, чем испаряется. Нисходящие токи воды преобладают над восходящими и почва промывается до уровня грунтовых вод. Грунтовые воды в данных условиях как правило залегают не глубже 2 м от поверхности. Характерные почвы: подзолистые.

- *периодически промывной* – в почвах территорий, где количество выпадающих осадков примерно равно испарению, причём во влажные годы будет наблюдаться больше количество осадков и, соответственно,

промывной режим, а в сухие преобладание испарения и непромывной водный режим. Характерные почвы: серые лесные.

- *эрозионно-промывной* – на участках, подверженных водной эрозии.

- *непромывной* – отмечается в почвенно-климатических зонах, где расходная статья водного баланса преобладает над приходной, водооборотом охвачен лишь почвенный профиль, грунтовые воды залегают глубоко, нисходящие токи преобладают над восходящими (так как главный расход воды приходится не на физическое, а на транспирационное испарение). Характерные почвы: чернозёмы.

- *выпотной* – при сумме осадков значительно меньше испарения. При этом испаряется не только влага, выпавшая в виде осадков, но часть высокостоящих грунтовых вод, в результате чего грунтовые воды поднимаются по капиллярам, достигая верхних горизонтов почвенного профиля. Так как в данных условиях грунтовые воды чаще всего минерализованы, то вместе с влагой по капиллярам переносятся растворённые соли. Характерные почвы: солончаки, солонцы.

- *застойный* – распространён на заболоченных участках. Все поры почвы оказываются заполненными водой, испарению препятствует специфическая растительность (сфагновые мхи и др.). Характерные почвы: болотные.

- *намывной* – при ежегодном продолжительном затоплении территории во время разлива рек. Характерные почвы: аллювиальные (пойменные).

В задачу орошения входит определение необходимого количества воды, требуемого для проведения оросительных работ с максимальной эффективностью. Для этого учитывают как местные климатические условия, так и вид орошаемых растений и требуемые ему условия для максимального произрастания и количества воды в разные периоды роста. Следует знать фазы развития той или иной культуры и обеспечивать требуемые условия для каждой из фаз. Можно выделить следующие фазы роста: прорастание, кущение, цветение и созревание. Наиболее водозатратной для злаковых культур является фаза кущения, тогда как, например, для хлопчатника – фаза цветения.

Различают поливную норму – количество воды, требуемое сельскохозяйственной культуре на один полив, и оросительную норму – весь объём воды на период орошения. Коэффициентом водопотребления называют количество воды, израсходованное растениями, на единицу урожая.

*Оросительная норма* – это количество воды, которое необходимо подать на гектарную площадь посева за весь период вегетации культуры в дополнение к атмосферным осадкам и для получения запланированного урожая.

$$M_{\text{орос}} = UK - 10A\alpha - M_{\text{п}} - M_{\text{гр}}, \quad (1)$$

где  $M$  – оросительная норма, м<sup>3</sup>/га;

$U$  – плановая урожайность, ц/га;

- $K$  – коэффициент водопотребления, м<sup>3</sup> на 1 ц урожая;  
 $10$  – коэффициент перевода мм в м<sup>3</sup>/га;  
 $A$  – сумма осадков за вегетационный период (от посева до уборки), мм;  
 $\alpha$  – доля полезно используемых осадков;  
 $M_{п}$  – запас доступной растениям влаги в корнеобитаемом слое ко дню посева, м<sup>3</sup>/га;  
 $M_{гр}$  – количество воды, используемой 1 га посева культуры из грунтовых вод, м<sup>3</sup>.

Культура севооборота	У	К	10A $\alpha$	M <sub>п</sub>	M <sub>гр</sub>	M <sub>орос</sub>
Яровая пшеница	4	800	432	1100	0	1668
Яровая пшеница	4	800	432	1100	0	1668
Люцерна	10	400	587,3	1100	0	2312,7
Люцерна	10	400	587,3	1100	0	2312,7
Озимая пшеница	4	800	441	1100	0	1659
Кукуруза на силос	55	60	431,2	1100	0	1656,1

Яровая пшеница: 26.05 – 23.07

$$20: 30 = 0,7 \cdot 4 = 2,8$$

$$33: 30 = 1,1 \cdot 23 = 25,3$$

$$A = 2,8 + (56 \cdot 0,6) + 25,3 = 6,17$$

$$\alpha = 0,7$$

$$10A\alpha = 432$$

$$M_{орос} = 4 \cdot 800 - 432 - 1100 - 0 = 1668$$

Люцерна: 10.04 – 15.09

$$20: 30 = 0,7 \cdot 20 = 14$$

$$34: 30 = 1,1 \cdot 15 = 16,5$$

$$A = 14 + (89 \cdot 0,6) + 16,5 = 83,9$$

$$\alpha = 0,7$$

$$10A\alpha = 587,3$$

$$M_{орос} = 10 \cdot 400 - 587,3 - 1100 - 0 = 2312,7$$

Озимая пшеница: 10.04 – 16.07

$$20: 30 = 0,7 \cdot 20 = 14$$

$$33: 30 = 1,1 \cdot 14 = 15,4$$

$$A = 14 + (56 \cdot 0,6) + 15,4 = 63$$

$$\alpha = 0,7$$

$$10A\alpha = 441$$

$$M_{орос} = 4 \cdot 800 - 441 - 1100 - 0 = 1659$$

Кукуруза: 8.05 – 15.08

$$20: 30 = 0,7 \cdot 22 = 15,4$$

$$33: 30 = 1,1 \cdot 15 = 16,5$$

$$A = 15,4 + (49,5 \cdot 0,6) + 16,5 = 61,6$$

$$\alpha = 0,7$$

$$10A\alpha = 431,2$$

$$M_{\text{орос}} = 55 \cdot 60 - 431,2 - 1100 - 0 = 1768,8$$

*Поливная норма* – количество воды, которое необходимо подать на гектарную площадь посева за один полив, (м<sup>3</sup>/га).

$$m = 100Hv(R - r), \quad (2)$$

где  $m$  – поливная норма, м<sup>3</sup>/га;

100 – коэффициент перехода от весовых процентов к м<sup>3</sup>/га;

$H$  – расчетная глубина активного слоя, т.е. глубина проникновения основной массы корней данной культуры, м;

$v$  – плотность расчетного слоя почвы, т/м<sup>3</sup>;

$R$  – наименьшая влагоемкость расчетного слоя почвы, выраженная в процентах от массы абсолютно сухой почвы;

$r$  – влажность почвы перед проведением полива в процентах от массы абсолютно сухой почвы.

Культура севооборота	$H$	$v$	$R$	$r$	Предполивная влажность % от НВ	Поливная норма м <sup>3</sup> /га
Яровая пшеница	0,6	1,4	30,5	23	75,4	630
Яровая пшеница	0,6	1,4	30,5	23	75,4	630
Люцерна	0,7	1,4	29,9	23,2	77,6	657
Люцерна	0,7	1,4	29,9	23,2	77,6	657
Озимая пшеница	0,6	1,4	30,5	23	75,4	630
Кукуруза на силос	0,7	1,4	29,9	23,2	77,6	657

Предполивная норма

$$30,5 - 100 \%$$

$$23 - x \%$$

$$X = 75,4$$

$$29,9 - 100 \%$$

$$23,2 - x \%$$

$$X = 77,6 \%$$

Яровая пшеница:

$$m = 100 \cdot 0,6 \cdot 1,4 (30,5 - 23) = 630.$$

Люцерна:

$$m = 100 \cdot 0,6 \cdot 1,4(29,9 - 23,2) = 657.$$

Озимая пшеница:

$$m = 100 \cdot 0,6 \cdot 1,4 (30,5 - 23) = 630.$$

Кукуруза:

$$m = 100 \cdot 0,6 \cdot 1,4(29,9 - 23,2) = 657.$$

Влагозарядковый полив – полив в вегетационное время, с целью создания запасов влаги в глубоких горизонтах для использования ее растениями в течении вегетации. Влагозарядковые поливы проводятся под культуры с глубокопроникающей корневой системой нормой 700-1000 м<sup>3</sup>/га. Под овощные культуры влагозарядка не проводится.

$$m_{\text{в}} = 100Hv(R - r) - 10A\alpha + n, \quad (3)$$

где  $m_{\text{в}}$  – норма влагозарядки, м<sup>3</sup>/га;

100 – коэффициент перехода от весовых процентов к м<sup>3</sup>/га;

$H$  – расчетная глубина влагозарядки, м;

$v$  – плотность расчетного слоя почвы, т/м<sup>3</sup>;

$R$  – наименьшая влагоемкость, %;

$r$  – влажность почвы перед проведением влагозарядки в процентах от массы абсолютно сухой почвы;

$A$  – среднегодовое количество атмосферных осадков от момента осенней влагозарядки до наступления теплых дней, мм;

$\alpha$  – коэффициент использования осадков за осенне-зимний период;

$n$  – потери влаги за осенний период до наступления холодных дней, м<sup>3</sup>/га.

Культура севооборота	$H$	$v$	$R$	$r$	$A$	$\alpha$	$n$	Норма влагозарядки
Яровая пшеница	1	1,3	28,1	18,3	176	0,5	250	644
Люцерна	1,2	1,3	27,2	18,7	192,5	0,5	500	864
Люцерна	1,2	1,3	27,2	18,7	192,5	0,5	500	864
Яровая пшеница	1	1,3	28,1	18,3	176	0,5	250	644
Озимая пшеница	1	1,3	27,2	18,7	192,5	0,5	500	643
Кукуруза на силос	1,2	1,3	28,1	18,3	176	0,5	250	644

Яровая пшеница:

$$m_{\text{в}} = 100 \cdot 1 \cdot 1,3(28,1 - 18,3) - 10 \cdot 176 \cdot 0,5 + 250 = 644.$$

Люцерна:

$$m_b = 1326 - 962,5 + 500 = 863,5.$$

Озимая пшеница;

$$m_b = 1105 - 962,5 + 500 = 643.$$

Кукуруза:

$$m_b = 1529 - 880 + 250 = 899.$$

*Полная влагоемкость* – это такое состояние увлажнения почвы, когда все поры заполнены водой или наибольшее количество воды в почве, которое она может в себя вместить.

*Наименьшая влагоемкость* – наибольшее количество воды, которое длительное время удерживается в почве в подвешенном состоянии. Она является верхним порогом полива, выше которого поливать не следует.

*Влажность завядания* – это такое состояние увлажнения почвы, когда происходит разрыв воды в капиллярах. При таком увлажнении растения не могут потреблять воду, и она является мертвым запасом воды в почве.

Мертвый запас воды в почве равен полуторной норме максимальной гигроскопичности (1,5 МГ).

*Максимальная гигроскопичность* – это наибольшее количество воды, которое может поглотить почва из атмосферы при насыщении водяными парами до 90–100 %. Необходим для определения мертвого запаса воды в почве.

Основным источником доступной воды является капиллярная форма, которая передвигается в любом направлении.

Капиллярная вода – подвешенная, подпертая.

Гравитационная вода – содержится в почве в крупных некапиллярных промежутках почвы между отдельными агрегатами почвы. Основная масса гравитационной воды под действием силы тяжести уходит из горизонта залегания корневой системы и повышает уровень грунтовых вод. Эта вода недоступна для растений. Часть этой формы воды переходит в капиллярную форму и является доступной для растений от 20–25 %.

Грунтовая вода – если она залегает от поверхности почвы ближе трех метров (доступная вода) может оказывать на урожайность культур двойное влияние: если пресная – положительное, засолена – снижает урожайность, отрицательное действие на производительность.

Такие виды воды как физически-связанная, химически связанная, парообразная и пленочная не доступны для растений и составляет мертвый запас воды в почве. Частично доступная – рыхлосвязанная, пленочная вода.

Виды поливов:

– вегетационный полив;

– влагозарядковый полив;

- предпосевной полив;
- послепосевной полив;

$$D = (1 - \epsilon/d) \cdot 100, \quad (4)$$

где  $D$  – порозность почвы, %;  
 $\epsilon$  – плотность почвы, т/ м<sup>3</sup>;  
 $d$  – плотность твердой фазы, г/см<sup>3</sup>;

$$Q = D/\epsilon, \quad (5)$$

где  $Q$  – полная влагоемкость;

$$M = 100H\epsilon r;$$

здесь  $H$  – глубина расчетного слоя, м;  
 $\epsilon$  – плотность почвы, т/ м<sup>3</sup>;  
 $r$  – влажность, % от абсолютно сухой почвы;

$$A = M/10, \quad (6)$$

где  $A$  – количество влаги, мм;

$$M = 100H\epsilon(R_{\text{пос}} - R_3);$$

здесь  $H$  – глубина расчетного слоя, м;  
 $\epsilon$  – плотность почвы, т/ м<sup>3</sup>;  
 $R_{\text{пос}}$  – влажность расчетного слоя почвы ко времени посева, % от абсолютно сухой почвы;  
 $R_3$  – влажность завядания расчетного слоя почвы, % от абсолютно сухой почвы.

Состояние увлажнения почвы	Влажность, % от абсолютно сухой почвы	Запас влаги м <sup>3</sup> /га	Запас влаги, мм	Влажность почвы, % от НВ
1. Полная влагоемкость	38,5	5005	500,5	149
2. Наименьшая влагоемкость	25,9	3367	336,7	100
3. Влажность завядания	11,2	1456	145,6	43
4. Максимальная гигроскопичность	6,2	806	80,6	24

$$D = (1 - 1,3/2,6) \cdot 100 = 50 \%$$

$$Q = 50/1,3 = 38,5$$

$$1. M = 100H\epsilon r = 100 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 38,5 = 5005$$

$$2. M = 100H\epsilon r = 100 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 25,9 = 3367$$

$$3. M = 100H\epsilon r = 100 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 11,2 = 1456$$

$$4. M = 100H\epsilon r = 100 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 6,2 = 806$$

$$M = 100H\epsilon(R_{\text{пос}} - R_3) = 100 \cdot 1 \cdot 1,3(25,9 - 11,2) = 1911$$

$$367,7 - 100 \%$$

500,5 – x  
 x – 149  
 500,5 – 149 %  
 145,6 – x  
 x – 43  
 500,5 – 149 %  
 80,6 – x  
 x – 24

**Качество поливной воды** и надлежащее ирригационное управление являются важным фактором в достижении высокого урожая.

Качество поливной воды может повлиять и на урожайность и на физическое состояние почвы, если даже будучи все другие условия оптимальными и благоприятными. Кроме того, различные культуры (особенно зерновые) требуют разное качество поливной воды. Поэтому тестирование поливной воды до выбора места выращивания зерновых культур является важным фактором.

Качество некоторых водных источников может значительно измениться со временем или во время определенных периодов (как в сухой период или в сезон дождей) поэтому целесообразно произвести несколько лабораторных исследований в различные периоды времени.

При этом нужно учитывать различие между поверхностными и грунтовыми водами, потому что разные источники воды представляют разные опасности (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Сравнение угроз загрязнения поверхностных и грунтовых вод

Тест	Чего ожидать	
	Поверхностные воды	Грунтовые воды
Химические	Низкая концентрация солей	Средне-высокая концентрация солей
Биологических загрязнений	Высокий вероятность обнаружения	Низкий вероятность обнаружения
Физические загрязнения	Высокий вероятность обнаружения	Низкий вероятность обнаружения

Основные элементы, которые могут засорить капельницы путем осаждения и отложением осадков являются кальций, магний, железо, марганец и карбонат кальция, которое является наиболее распространенным. Вода, которая содержит высокий уровень таких элементов, а так же уровень рН выше 7,0, более подвержена к химическому засорению капельниц.

Добавление удобрений в поливную воду (фертигация) также может привести к засорению капельниц за счет химического взаимодействия и высокой концентрации минеральных солей, превышающих пределы их растворимости. Поэтому, перед добавлением маточного раствора рекомендуется произвести тест на растворимость для конкретных элементов или воспользоваться таблицей растворимости.

Осажденные минералы способствуют образованию отложений, которые могут накапливаться в излучателях капельниц и засорять его. Как мы упоминали выше, pH питательного раствора будет определять вероятность осаждения, в зависимости от состава питательного раствора и от концентрации элементов в растворе.

Добавления кислоты в поливную воду для уменьшения pH, может предотвратить химическое засорение капельниц. Какие виды кислот, и в каких соотношениях мы должны добавлять и как это сделать? По определению, любое применение кислоты к поливной воде осуществляется с помощью фертигации.

Нагнетание кислоты к поливной воде должно происходить равномерно и непрерывно, насколько это возможно, на протяжении всей продолжительности орошения. Каким образом это можно осуществить?

Для этого существует специальный насос дозатор – Mix-Rite кислотный, однако, не каждый фермер у себя на вооружении имеет такого рода оборудования. В таком случае как вариант можно использовать Mix-Rite обычный или инжектор Ventury применяя очень низкую концентрацию.

Наиболее распространенные кислоты для сельскохозяйственного использования это – серная, ортофосфорная и азотная кислота.

Эти кислоты вносят существенные питательные вещества, как сера, фосфор и нитрат. Поэтому количество вносимого питательного вещества с кислотой нужно учитывать в программе питания урожая.

Следует отметить, что количество воды влияет на количество того или иного питательного вещества вносимого с кислотой.

$$\text{Концентрация} \cdot \text{Объем} = \text{Сумма}. \quad (7)$$

Физические параметры – два основных параметра, которые определяют степень физического загрязнения, это мутность и общее содержание взвешенных твердых частиц. Наиболее распространенные причины физического засорения капельных излучателей – это мелкие частицы песка, которые обычно находятся на поверхности воды, также другие взвешенные частицы.

При определенных условиях размеры взвешенных частиц могут формировать большие комки, которые могут привести к засорению. Мутность часто используется в качестве оценки содержания взвешенных твердых частиц, но не является точным индикатором потенциала засорения воды.

Другая причина засорений, применения фильтрации несоответствующей степени очистки и некачественная водоподготовка. Если вы для орошения используете поверхностные воды или выращиваемая вами культура чувствительна к болезням, которые передаются через воду, в таком случае в обязательном порядке нужно произвести лабораторный анализ воды.

Стандартные испытания оросительной воды, как правило, включают химические параметры.

Рекомендуемые химические анализы поверхностных и подземных вод приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Рекомендуемые химические анализы поверхностных и подземных вод

Элементы	Подземные воды	Поверхностные воды
Кальций (Ca)	✓	✓
Магний (Mg)	✓	✓
Сульфаты (SO <sub>4</sub> )	✓	✓
Бикарбонаты (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	✓	✓
Карбонаты (CO <sub>3</sub> )	✓	
Натрий (Na)	✓	✓
Железо (Fe)	✓	
Марганец (Mn)	✓	
Бор (B)	✓	
Фтор (F)	✓	
Нитрат (NO <sub>3</sub> )		✓
Фосфат (PO <sub>4</sub> )		✓
Хлориды (Cl)	✓	✓
Электропроводность	✓	✓
pH	✓	✓

Поверхностные воды несут больше биологическую и физическую опасность, в то время как грунтовые воды обычно характеризуются более высокой концентрации минералов, представляющих химическую опасность засорения.

В целях недопущения засорения капельных излучателей, необходимо руководствоваться следующим рекомендациям:

- Проведения обширного лабораторного анализа источника орошаемой воды на три вида причины засорения.
- Использования качественной системы фильтрации и отстаивания мутной воды.
- Проведения надлежащей дезинфекции с целью очистки воды от микроорганизмов.
- Предотвращения осаждения химических веществ в оросительной системе путем корректировки уровня pH, мониторинг растворимости удобрений и предотвращения химического взаимодействия между удобрениями.
- Проведения профилактики ирригационных линий и излучателей путем периодической промывки.

Табл. 4 можно использовать в качестве инструмента для оценки потенциального засорения капельных излучателей.

Т а б л и ц а 4

Показатели для оценки потенциального засорения капельных излучателей

Составляющая	Уровень опасности		
	Низкий	Умеренный	Высокий
pH	<7.0	7.0-8.0	>8.0
Железо (Fe) мг/л	<0.2	0.2-1.5	>1.5
Марганец (Mn) мг/л	<0.1	0.1-1.5	>1.5
Сероводород (H <sub>2</sub> S), мг/л	<0.2	0.2-2.0	>2.0
Общее количество растворенных твердых веществ (TDS), мг/л	<500	500-2000	>2000
Общее содержание взвешенных частиц (TSS), мг/л	<50	50-100	>100

### Контрольные вопросы

1. Что собой представляет водный режим почвы?
2. Какие бывают источники почвенной влаги?
3. Что такое верховодка?
4. Что собой представляет свободная (гравитационная) вода?
5. Что собой представляет парообразная влага?
6. Что собой представляет лёд?
7. Что собой представляет химически связанная (конституционная) влага?
8. Что собой представляет кристаллогидратная (кристаллизационная) влага?
9. Что собой представляет гигроскопическая влага?
10. Что собой представляет максимально-гигроскопическая влага?
11. Что собой представляет плёночная (молекулярная) влага?
12. Что собой представляет капиллярная влага?
13. Что собой представляет внутриклеточная вода?
14. Какие выделяют типы водного режима?
15. Что собой представляет оросительная норма?
16. Что собой представляет поливная норма?
17. Что собой представляет влагозарядковый полив?
18. Для чего необходимо определять качество поливной воды?
19. Каким рекомендациям необходимо руководствоваться в целях недопущения засорения капельных излучателей?

### Тема 3. ЛИМАННОЕ ОРОШЕНИЕ. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ВТОРИЧНОГО ЗАСОЛЕНИЯ И ПРОМЫВКА ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ. УДОБРИТЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

**Лиманное орошение** – глубокое одноразовое весеннее увлажнение почвы водами местного стока (талыми, паводковыми и др.), распределяемыми по орошаемой площади (лиману) системой дамб, перемычек и др. гидротехнических сооружений.

Цель лиманного орошения – создание в почве запасов воды, достаточных для повышения продуктивности естественных кормовых угодий и получения высоких урожаев с.-х. культур.

Основные районы лиманного орошения: Казахстан, Заволжье, Северный Кавказ, степные районы Западной и Восточной Сибири.

Лиманы могут быть естественные (различные по глубине, форме и площади понижения степи, затопляемые стоком талых вод в период весеннего снеготаяния) и искусственные (их устраивают с целью весенней влагозарядки почвы).

В зависимости от водоисточника различают типы естественных и искусственных лиманов:

- непосредственного заполнения талыми водами, стекающими с выше расположенных площадей;
- пойменные с использованием для увлажнения паводковых вод рек;
- с подачей воды из водохранилищ, оросительных и обводнительных каналов.

По способу регулирования воды лиманы делят на:

- ярусные (одно- и многоярусные);
- проточные;
- комбинированные.

По глубине затопления – на:

- мелководные 0,15–0,50 м;
- среднего слоя затопления 0,25–0,75;
- глубоководные 0,4–1,5 м.

В зависимости от рельефа местности применяют следующие виды лиманов:

- расположенные на склонах и наполняющиеся талой водой, стекающей с вышележащего водосбора;
- припрудовые, устраиваемые ниже пруда, наполняющиеся водой, сбрасываемой из пруда в период прохождения паводка. Такие лиманы можно применять в течение всего вегетационного периода;
- устраиваемые в поймах рек, наполняющиеся при весеннем паводке, проходящем через поймы этих рек.

Нормы орошения в лиманах в зависимости от возделываемых культур, зон и почв составляют 2000–5200 м<sup>3</sup>/га, продолжительность затопления лиманов под озимые зерновые 2–3 сут, люцерну 7–8, житняк 7–10 сут.

Для лиманного орошения необходимо устройство водоудерживающих и направляющих дамб и валов, подпорных плотин и перемычек, водоспускных сооружений в дамбах и плотинах, водосбросных и осушительных каналов.

На рис. 6 показан пример схемы ярусного мелководного лимана на склоне. Схема ярусного лимана в пойме реки приведена на рис. 7.

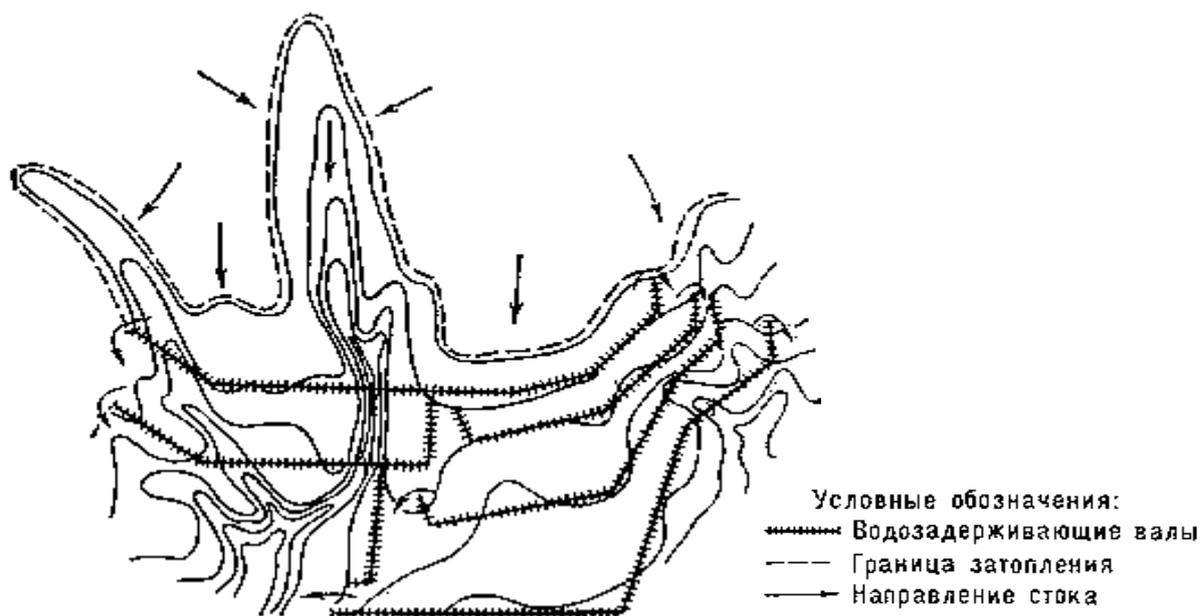


Рис. 6. Схема ярусного мелководного лимана на склоне

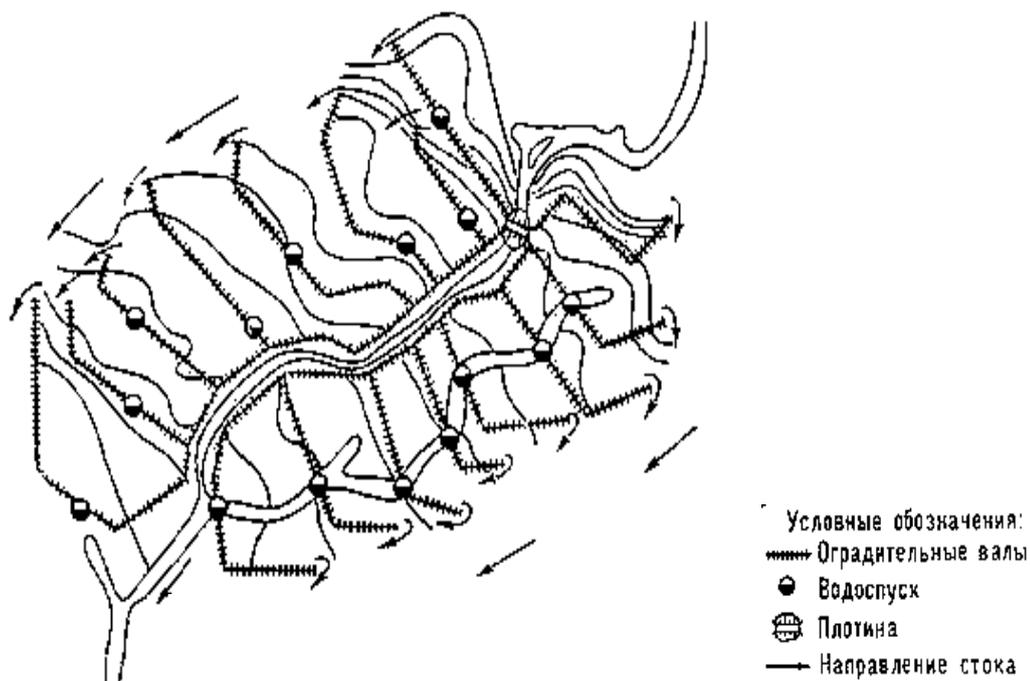


Рис. 7. Схема ярусного лимана в пойме реки

**Непосредственным источником вторичного засоления** являются находящиеся близко от поверхности солевые грунтовые воды и большое количество солей в подпочве. Причины возникновения вторичного засоления сложны и многообразны. Неблагоприятные климатические условия – чрезмерный нагрев почвы, сильные иссушающие ветры, большая сухость воздуха – способствуют возникновению подобного вида засоления.

При вторичном засолении большое значение имеют структурность почвы и степень ее капиллярности. Бесструктурная почва слабо удерживает воду. После полива около 70-80 % воды быстро испаряется, а соли остаются в верхних слоях почвы, и наоборот: почва с мелкокомковатой структурой прочно удерживает воду. При наличии хорошо выраженной структуры испарение воды идет лишь с верхнего (в несколько сантиметров) слоя почвы и количество испаряемой воды после полива составляет лишь около 20 %. Это резко снижает интенсивность накопления солей. Поднятие грунтовых вод на поверхность почвы может идти с большой скоростью с глубины 1,5-2 м и с значительно меньшей скоростью с глубины 3-4 м. Принято считать, что высота максимального капиллярного поднятия воды в почвах обычно не превышает 5-6 м.

Возникновению вторичного засоления почвы способствует неправильное использование воды при орошении. Избыточное увлажнение почвы и близкое залегание соленосных грунтовых вод приводит к созданию условий для вторичного засоления. Поливная вода в большем количестве, чем нужно для растений, просачиваясь вниз, достигает уровня соленой грунтовой воды и смыкается с ней. Грунтовая вода, поднимаясь к поверхности, испаряется, а соли, находящиеся в ней, выпадают в осадок и накапливаются в почве. Чем сильнее избыточное увлажнение почвы и чем выше уровень соленых грунтовых вод, тем больше предпосылок к возникновению вторичного засоления.

Возникновению вторичного засоления способствует и неправильно применяемая агротехника. В частности, плохо спланированное поле при близком залегании соленых грунтовых вод является одной из причин возникновения солончаковых пятен. На возвышениях и бугорках поля наблюдается резкое повышение испарения воды. В силу этого по капиллярам, как по фитилю, вместе с водой поднимаются и соли. По мере испарения воды соли выпадают в осадок и накапливаются в почве.

Сильное влияние на процесс соленакопления оказывает и несвоевременная обработка почвы. Так, например, задержка с рыхлением всего лишь на три дня приводит к потере почвенной влаги до 50 % и на место пресной воды в почву поступает снизу соленая.

**Промывка засоленных почв** – удаление избытка солей из пахотного и подпахотного горизонтов почвы промывными водами; основное средство борьбы с засолением орошаемых земель. *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 Са и Na.

Перед промывкой поверхность поля выравнивают, глубоко обрабатывают и разбивают валиками на чеки – участки 0,2-0,3 га и более; затем чеки затопляют водой. Промывные нормы (количество воды, необходимое для растворения и вытеснения солей из засоленной почвы) устанавливают в зависимости от степени засоления, состава солей (сульфаты, хлориды, карбонаты), водопроницаемости, уровня грунтовых вод. Промывку засоленных почв проводят обычно поздней осенью, когда испарение наименьшее и грунтовые воды имеют низкий уровень. Промывные воды отводят через рассоляющий дренаж.

Условия применения промывки почвы. 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.

Наибольшая эффективность промывного полива наблюдается при поливной норме, соответствующей 30...40 % наименьшей влагоемкости опресняемого слоя. Для метрового слоя на легких почвах поливания норма промывного полива 700...900 м<sup>3</sup>/га, на средних – 900...1100 м<sup>3</sup>/га и на тяжелых – 1100...1500 м<sup>3</sup>/га.

Промывку следует проводить на хорошо спланированном, 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 20 см. Оросительную сеть нарезают так, чтобы вода подавалась самостоятельно в каждый чек.

Промывку ведут массивами, а не разбросанно по территории. После окончания промывок и подсыхания почвы ее рыхлят, чтобы сократить испарение, и разравнивают валики.

Иногда после промывки остаются пятна остаточного засоления, которые снижают урожай сельскохозяйственных культур. Для обезвреживания этих пятен на них надо вносить гипс, кислые туки. На всей площади промывки необходимо создавать структуру почвы различными агротехническими приемами: посевом трав, внесением навоза, зеленого удобрения, перегноя и т.д.

Промывка почвы без искусственного дренажа возможна, если грунтовые воды имеют достаточный отток за пределы орошаемого массива. При залегании минерализованных грунтовых вод, не имеющих естественного

оттока, на глубине менее 2-3 м от поверхности необходим искусственный дренаж.

Промывку почвы обычно проводят в осенний период, когда грунтовые воды стоят довольно глубоко. Перед промывкой поле должно быть спланировано, вспахано и заборонено, тогда просачивание поливной воды в глубь почвы будет проходить медленнее и равномернее.

Необходимость промывного режима орошения, его интенсивность и сроки подачи дополнительного объема воды обосновывают, составляя и прогнозируя водно-солевой режим почв на достаточно большой период. Для составления прогноза водно-солевого режима используют уравнения водного и солевого баланса поверхностных и почвенных вод и уравнения влаго- и солепереноса в почвах.

**Промывная норма** – количество воды, которое должно быть подано на поле для удаления из почвы вредного для культурных растений избытка воднорастворимых солей.

Для расчета промывной нормы при промывке метрового слоя почвы пользуются эмпирической формулой В.Р. Волобуева:

$$M = 10000 \cdot a \cdot \lg(S_1 - S_2). \quad (8)$$

Промывная норма на глинистых почвах в 4 раза больше, чем на почвах легкого механического состава.

Промывная норма колеблется от 1500 до 12500 м<sup>3</sup>/га и более и складывается из объема воды, необходимого для насыщения слоя почвы Н до наименьшей влагоемкости, и из объема воды, необходимого для вымывания растворенных избыточных солей ( $S_1 - S_2$ ) в дренаж.

Засоленные земли промывают поливами, следующими друг за другом с интервалом не более восьми дней.

**Промывная норма нетто** – количество воды, необходимое для растворения и выноса водно-растворимых солей из расчетного слоя почвы, измеряется в метрах слоя воды или кубометрах на гектар (м<sup>3</sup>/га).

**Промывная норма брутто** равна промывной норме нетто, деленной на КПД оросительной сети  $\eta$ , плюс количество воды  $E_0$ , испарившейся с водной поверхности за время промывки, и минус атмосферные осадки  $O_c$  за этот же период.

Промывки засоленных почв *подразделяют на капитальные и текущие (эксплуатационные)*. Капитальные промывки проводят при среднем и сильном исходном засолении почв, эксплуатационные – при слабом засолении. Нормы капитальных и эксплуатационных промывок зависят от содержания и химизма водно-растворимых солей в почве, мощности промываемого слоя водно-физических и физико-химических свойств почв и грунтов, минерализации промывной воды и условий отвода промывной воды.

**Капитальными** называются промывки, проводимые для освоения сильнозасоленных земель при строительстве объектов нового орошения, а также неиспользуемых земель в хозяйствах с действующими оросительными системами. Эти промывки проводят по проектам при круглогодичном характере работ, применяя увеличенные промывные нормы более 10 тыс. м<sup>3</sup>/га для рассоления корнеобитаемого слоя почвы.

На староорошаемых землях капитальная промывка применяется при введении в сельскохозяйственный оборот сильнозасоленных земель. Так как проведение капитальных промывок требует усиленной дренированности территории, постоянный дренаж, рассчитанный из условия обеспечения требований эксплуатационного режима орошения культур, должен усиливаться временным.

При капитальных промывках основные требования предъявляются к глубине опресняемого слоя почв и подстилающих грунтов, рассоляемого до предела, при котором обеспечивается нормальное развитие сельхозкультур.

Норма капитальных промывок определяется исходя из условия рассоления корнеобитаемого слоя почв и подстилающих грунтов с учетом степени и типа засоления, водно-физических свойств почв, а также дренированности орошаемых земель.

При дефиците техники, воды и при неудовлетворительном состоянии дренажных систем такие промывки проводятся все реже и реже, а зачастую, не проводятся вовсе. В сложившихся условиях следует пересмотреть принципы коренных мелиораций, так как проблема засоления становится даже более актуальной, чем ранее, а вопросы реконструкции, дефицита воды и материально-технических средств становятся все более проблематичны.

Капитальные промывки проводят в вегетационный период, когда освобождаются водные и трудовые ресурсы и расходы воды на испарение минимальны. Для повышения эффективности рассоления почв промывную норму на поля подают отдельными тактами по 2-3 тыс. м<sup>3</sup>/га. Перерывы между тактами должны быть достаточными для полного впитывания промывной воды в почву.

Капитальные промывки засоленных почв проводят на фоне систематического горизонтального или вертикального дренажа. При глубоком залегании уровня грунтовых вод (> 10м) допускается проведение капитальных промывок без дренажа с удалением солей из корнеобитаемого слоя в грунты зоны аэрации.

При больших нормах на почвах с низкой фильтрационной способностью для уменьшения срока промывок и повышения эффективности использования промывной воды проводят глубокое рыхление почв.

**Текущая (эксплуатационная) промывка** засоленных почв – периодическое опреснение почвы с целью ликвидации сезонного засоления на недостаточно дренированных землях.

Основное назначение эксплуатационных промывок – освобождение корнеобитаемого слоя от солей (0-100 см) почвы до оптимальных пределов для севооборотных культур, возделываемых на орошаемых землях без проведения капиталоемких мероприятий. Профилактические и влагозарядковые поливы являются разновидностью эксплуатационных промывок от накопившихся за летний сезон солей.

Профилактические поливы, проводимые после рассоления толщи активного водо- и солеобмена ежегодно или периодически (через 2-3 года) обеспечивают сохранение стабильного солевого режима почвы в период вегетации.

**Классификация сточных вод.** Сточными называют загрязненные промышленными отходами и хозяйственно-бытовыми отбросами воды, удаляемые с территории предприятий и населенных пунктов гидравлическим способом через канализацию.

*По своему происхождению сточные воды делят на:*

- 1) хозяйственно-бытовые (из жилых домов, столовых, бань, прачечных и др.);
- 2) промышленные (с производственных предприятий);
- 3) смешанные, когда в общую канализацию поступают и хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды;
- 4) животноводческие, образуемые при гидравлическом удалении навоза, механизированной мойке животных, переработке молока и т. д.;
- 5) ливневые, поступающие в канализацию от дождей и таяния снега.

*Удобрительные свойства сточных вод.* Химический, механический и бактериологический состав сточных вод изменяется в зависимости от характера производства, норм водопотребления, количества атмосферных осадков, попадающих в канализацию, и других факторов. Они содержат значительное количество азотных, фосфорных, калийных и других полезных соединений. Взвешенные вещества и осадок являются ценным удобрением, однако основная часть удобрений содержится в растворенном виде. В сточных водах имеются также медь, хром, марганец, натрий. Но, в то же время, сточные воды содержат много яиц гельминтов (до 200 в 1 м<sup>3</sup>) и болезнетворных бактерий, вредных солей и других химических веществ.

Одним из наиболее эффективных способов очистки сточных вод и охраны водных ресурсов от загрязнения ими является почвенный метод, применяемый на сельскохозяйственных полях орошения.

*Земледельческими полями орошения* (ЗПО) называют участки орошения сельскохозяйственных культур сточными водами. Орошение сточными водами на ЗПО по сравнению с орошением чистой водой имеет следующие

особенности: прием сточных вод на очистку проводится ежедневно в течение всего года; глубина промачивания почвы (аэрируемый слой) должна обеспечивать надежную очистку и обезвреживание поступающих со сточной водой неразложившихся органических веществ и микроорганизмов; бактерии не должны попадать в грунтовые воды; почва должна промачиваться сточной водой; сброс сточных вод за пределы ЗПО не допускается, а проникновение их за пределы корнеобитаемого слоя должно быть ограничено.

Если земледельческие поля орошения работают только летом, строят дополнительно поля фильтрации для приема сточных вод в неполивной период.

### Контрольные вопросы

1. Что собой представляет лиманное орошение?
2. В чем состоит цель лиманного орошения?
3. Где применяется лиманное орошение?
4. Как классифицируются лиманы?
5. От чего зависят нормы орошения в лиманах?
6. Что необходимо устроить для лиманного орошения?
7. Что относится к источникам вторичного засоления?
8. Что собой представляет промывка засоленных почв?
9. Что собой представляет промывная норма?
10. Как подразделяют промывки засоленных почв?
11. Что собой представляют капитальные промывки?
12. Что собой представляет текущая (эксплуатационная) промывка?
13. Что собой представляют сточные воды?
14. Как классифицируют сточные воды?
15. Какие есть удобрительные свойства у сточных вод?
16. Что называют земледельческими полями орошения?

## Тема 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСУШИТЕЛЬНО-ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОСБОРНЫХ КАНАВ-ВАЛОВ

**Оросительная система** – земельная территория с расположенными на ней гидротехническими (водозаборные и водонапорные сооружения, каналы и трубопроводы и др.) и эксплуатационными (дороги, мосты и др.) сооружениями, обеспечивающими орошение.

Различают оросительные системы:

- регулярного орошения;
- лиманного орошения;
- оросительно-обводнительные.

В состав оросительной системы регулярного орошения входят:

- водоисточник;
- головное водозаборное сооружение (забирает воду из водоисточника и предохраняет оросительную сеть от наносов, шуги, мусора);
- оросительная сеть;
- сбросная сеть;
- коллекторно-дренажная сеть (понижает уровень грунтовых вод и отводит их за пределы орошаемой территории);
- гидротехнические сооружения;
- насосные станции;
- поливная техника;
- эксплуатационные сооружения – дороги, устройства для наблюдения за мелиоративным состоянием орошаемых земель, линии связи; лесные полосы и др.

Оросительные системы могут быть с самотёчным водозабором (вода поступает из водоисточника в каналы самотёком) и с механическим водоподъёмом (вода подается насосной станцией).

Отношение расхода воды, поданной на поле ( $G_{\text{нетто}}$ ), к количеству, забираемому из источника орошения ( $G_{\text{брутто}}$ ), называется *коэффициентом полезного действия оросительной системы (КПД)*.

При рациональном использовании водных ресурсов КПД оросительной системы для хозяйственных распределителей равен 0,8–0,9, для внутрихозяйственных распределителей 0,85–0,95, для временных оросителей 0,90–0,95, для закрытой сети 0,95–0,98.

Для повышения КПД оросительной системы за счёт уменьшения потерь воды на фильтрацию применяют противофильтрационные одежды (бетонирование и асфальтирование откосов дна, экраны из полиэтиленовой плёнки, полимербетона и глины), уплотнение, солонцевание, оглеение ложа канала.

КПД оросительной системы резко возрастает при применении оросительных трубопроводов.

По конструкции оросительные системы подразделяются на: *открытые*, которые имеют каналы в земляном русле (облицованные или необлицованные) или лотковые каналы, сооружаемые на различных по высоте опорах (рис. 8); *закрытые* оросительные системы, в которых каналы заменены трубопроводами, и *комбинированные* оросительные системы – сочетание открытых каналов и закрытых трубопроводов.

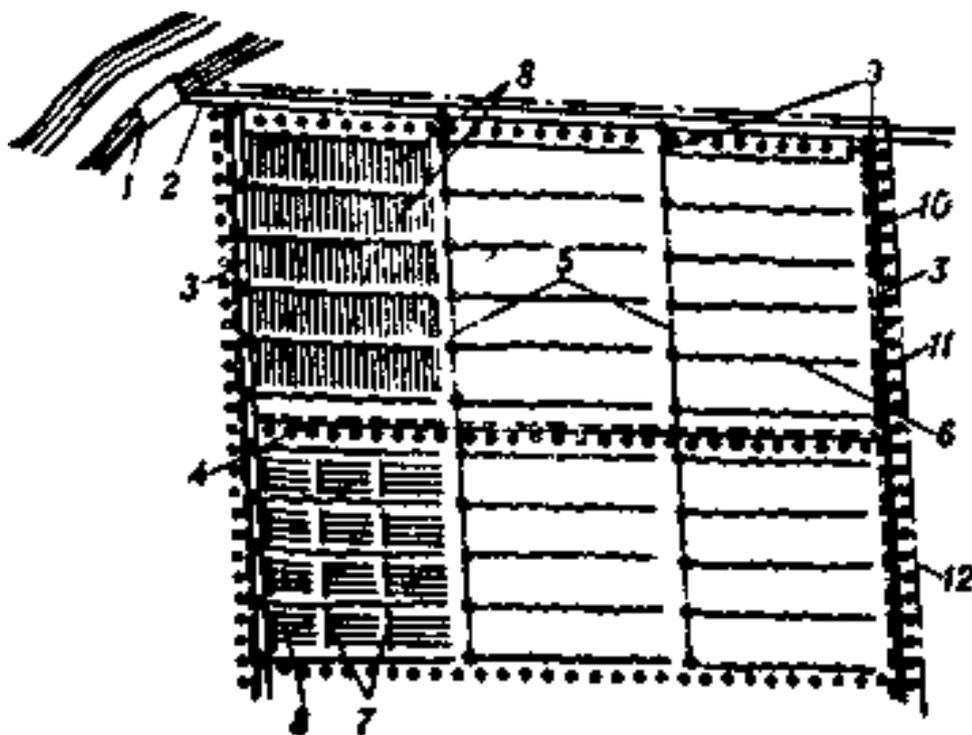


Рис. 8. Элементы открытой оросительной системы:  
1 – водозаборное сооружение; 2 – магистральный канал; 3 – распределительный и межхозяйственные каналы; 4 – хозяйственные каналы; 5 – участковые распределители; 6 – временные оросители; 7 – выводные борозды; 8 – поливные борозды; 9 – сооружения на сети; 10 – хозяйственные дорожки; 11 – защитные лесополосы; 12 – вспомогательные устройства

**Гидротехнические сооружения** – инженерные сооружения, предназначенные для полезного использования водных ресурсов или для предотвращения вредного воздействия вод на окружающую среду. Проектирование и строительство гидромелиоративных сооружений, как правило, ведётся по типовым проектам. Группа гидротехнических сооружений, объединённая условиями совместной работы и близким местоположением, называется *гидроузлом*. Комплекс гидроузлов, расположенных на значительном удалении один от другого, но решающих единую водохозяйственную задачу, образует *гидросистему*.

Различают гидротехнические сооружения:

1. **Общие**, предназначенные для использования в различных отраслях народного хозяйства:

– *водоподпорные* гидротехнические сооружения создают напор или разность уровней воды перед сооружением и за ним: плотины, перегораживающие речные русла и служащие для создания прудов и водохранилищ; дамбы (валы), отгораживающие пойменные участки речных долин и прибрежных территориях (полюдеры) в целях предотвращения их затопления и использования для посева сельскохозяйственных культур;

– к *водопрпускным* гидротехническим сооружениям, служащим для транспортировки воды, относят каналы, трубопроводы, туннели, лотки, водозаборы, водоприёмники, водосбросы, водоспуски, водовыпуски и др., в т.ч. на гидромелиоративных системах;

– *водозаборные сооружения* – водопрпускные гидротехнические сооружения, используемые для забора воды и подачи её в систему, защищают её от попадания наносов, мусора, льда, шуги;

– *регуляционные* (выправительные) гидротехнические сооружения предназначены для защиты русел рек и берегов от размывов, заиления наносами, повреждения льдом и др., например, струенаправляющие сооружения, берегоукрепительные и дноукрепительные сооружения.

2. **Специальные**, возводимые для определенной отрасли:

– *сооружения на гидромелиоративных системах* (оросительная и осушительная сеть, водомеры, вододелители, дренажные устройства и др.);

– *сооружения для водоснабжения* (насосные станции, водонапорные башни, водопровод, очистительные устройства и др.);

– *сооружения для рыбного хозяйства* (рыбозаградительные сооружения, рыбоуловители, рыбопрпускные и рыбоподъёмные сооружения и т.п.);

– *сооружения гидроэнергетические*, например, для сплава леса и др.

**Насосная станция** – комплекс гидротехнических сооружений, машин и механизмов для забора воды и подачи её на более высокие отметки.

*Насосные станции подразделяют на:*

– *мелиоративные*: оросительные (подают воду в оросительную сеть или к дождевальным машинам) и осушительные (отводят воду с осушаемой территории);

– *насосные станции водоснабжения*: первого (подают воду в очистные сельскохозяйственные сооружения или водопроводную сеть) и второго подъёма (качают воду в водопроводную сеть); канализационные (откачивают фекально-хозяйственные сбросные воды);

– насосные станции также применяются для питания водой судоходных каналов и могут быть *насосно-аккумулирующими*;

– различают насосные станции *с забором воды из поверхностных водоисточников и с забором подземных вод*;

– различают насосные станции *стационарные и передвижные*.

Основные элементы стационарной насосной станции: водозаборное сооружение на водоисточнике, подводящий водовод (открытый канал или трубопровод), отстойник для осаждения взвешенных частиц, здание с гидромеханическим и энергетическим оборудованием, напорный трубопровод. В мелиоративных насосных станциях напорный трубопровод посредством водовыпуска соединяется с каналом, в насосных станциях сельскохозяйственного водоснабжения – с водонапорной башней или водопроводной сетью, в канализационных – с очистными сооружениями или коллектором.

Производительность стационарных насосных станций достигает 500 м<sup>3</sup>/с. Передвижные насосные станции (сухопутные и плавучие) небольшой производительности (от 25 до 500 л/с) имеют в основном мелиоративное назначение.

**Поливная техника** – машины и оборудование для механизации поверхностного полива сельскохозяйственных культур.

Поливную технику подразделяют на *поливные передвижные агрегаты, подвижные трубопроводы, поливную арматуру*.

Например, поливной передвижной агрегат ППА-300 для подачи воды в затопляемые чеки и на поливные полосы состоит из насосной станции (навешивается сзади трактора), механизма намотки (монтируется спереди трактора, имеет барабан с гидроприводом) и поливного трубопровода (наматывается на барабан, снабжён водовыпускными отверстиями через каждые 20 м). Обеспечивает механизированную раскладку и сборку трубопровода, забор из канала, подачу и распределение воды.

Передвижной агрегат ППА-165 для полива по бороздам пропашных культур состоит из навешиваемой на трактор Т-28Х насосной станции ПНС-165 и прицепной тележки с барабаном и гидроприводом. Обеспечивает раскладку гибкого трубопровода поперёк поливных борозд, подачу в него воды из открытых водоисточников, сборку трубопровода после полива. Трубопровод снабжён отверстиями для подачи воды в борозды с шириной междурядий 60 – 90 см.

Унифицированный поливной передвижной агрегат ППА-165У отличается от агрегата ППА-165 тем, что барабан монтируется спереди трактора.

Поливные агрегаты могут работать с тракторами Т-40, МТЗ-50 и Т-54В.

Применение поливных агрегатов сокращает длину временной оросительной сети.

Подвижные трубопроводы (гибкие и жёсткие) используются вместо временной оросительной сети. Их собирают и укладывают вручную, трубоукладчиками (жёсткие трубопроводы) и намоточными устройствами (гибкие трубопроводы). При замене только выводной борозды приме-

няется поливной трубопровод с водовыпускными отверстиями; при замене временной сети (временного канала и выводной борозды) – поливные и транспортирующий (для подвода воды к поливным трубопроводам) трубопроводы.

Поливная арматура (трубки, поливные щитки, оголовки и сифоны) – приспособления для отвода воды из выводной борозды в поливную сеть. Позволяет нормировать подачу воды в борозды, облегчает труд поливальщика и повышает его производительность. Применяется также закрытый перфорированный трубопровод (пластмассовый, асбестоцементный, бетонный) с отверстиями диаметром 3–8 мм. Его укладывают поперёк борозд ниже пахотного горизонта. Вода, поступающая под напором в трубопровод через отверстия, пробивается на поверхность в каждое междурядье, благодаря чему осуществляется автоматизированное распределение воды по поливным бороздам.

На рис. 9 приведен пример мелиоративной системы, сочетающей в себе осушение и орошение.

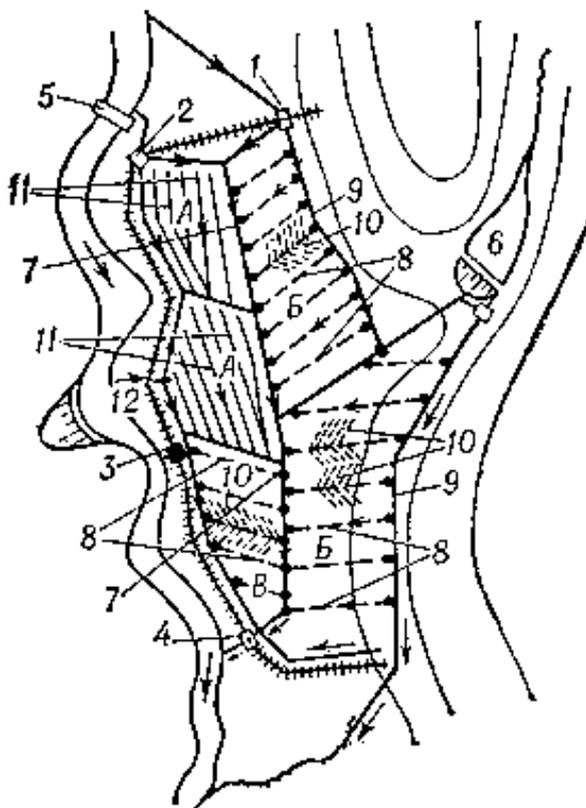


Рис. 9. Примерная схема осушительно-увлажнительной системы:

- А – луга, Б – кормовой севооборот, В – овощной севооборот;  
 1, 2 – отверстия в дамбе обвалования для регулирования затопления поймы паводковыми водами, 3 – оросительная насосная станция, 4 – осушительная насосная станция, 5 – шлюз на реке, 6 – водохранилище на притоке, 7 – магистральный осушительный канал, 8 – коллекторы, 9 – нагорные каналы (они же водоподводящие каналы для увлажнения), 10 – дренажи, 11 – открытые собиратели, 12 – дамба обвалования

Осушительно-увлажнительные системы с дождеванием состоят из осушительной сети и сети увлажнительных каналов и трубопроводов для подачи воды к дождевальным машинам.

Осушительно-увлажнительные системы, состоящие из закрытого дренажа (реже открытых каналов) и устройств для дождевания, наиболее совершенны для любых почв и при всех севооборотах независимо от рельефа местности. Применение этих систем способствует продуктивному использованию запасов влаги и позволяет оперативно управлять водно-воздушным режимом осушаемых земель. При дождевании почва увлажняется на небольшую глубину, что способствует лучшему усвоению растениями питательных веществ и вносимых удобрений.

Если регулирующая осушительная сеть выполнена в виде открытых осушителей, а проектное использование осушаемых земель – сенокос или пастбище, то допустимо применять при увлажнении дождеватели ДДН-70 или ДДН-100 (рис. 10).

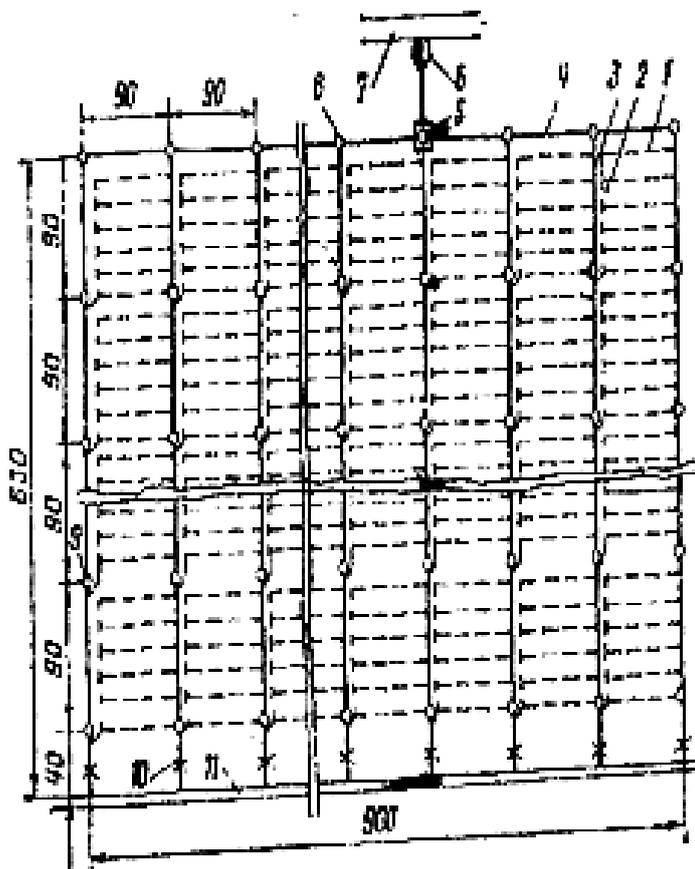


Рис. 10. Схема совмещенной осушительно-увлажнительной системы с использованием ДДН-70:

- 1 – дрена; 2 – вспомогательный коллектор; 3 – коллектор-распределитель; 4 – магистральный трубопровод-распределитель; 5 – распределительный колодец; 6 – насосная станция; 7 – водоисточник; 8 – водовыпуск; 9 – смотровой колодец; 10 – задвижка на коллекторе; 11 – магистральный осушительный канал.  
Размеры в метрах

При этом осушители могут служить водоисточниками, если при их проектировании учитывалась возможность увлажнения дождеванием.

В этих же случаях может быть использована схема увлажнения с дождевальным агрегатом ДДА-100М. Однако ДДА-100М чаще используют в сочетании с закрытым дренажем, этим способом увлажняют практически все системы севооборотов.

На осушаемой площади строят сеть временных или постоянных увлажнителей с расстоянием между ними 120 м и с уклоном дна 0,0003-0,002. Глубина увлажнителей – до 1 м, длина – в пределах 400-800 м, глубина наполнения – 0,3 м. Увлажнители не доводят до конца поливного участка на 7-10 м. Трассы увлажнителей не должны пересекать дрены закрытой осушительной сети. Вода в увлажнители поступает из закрытых или открытых распределителей или из осушительных каналов. Используют стационарные или передвижные насосные станции.

Примерная схема увлажнительной сети для агрегата ДДА-100М на фоне закрытого дренажа показана на рис. 11.

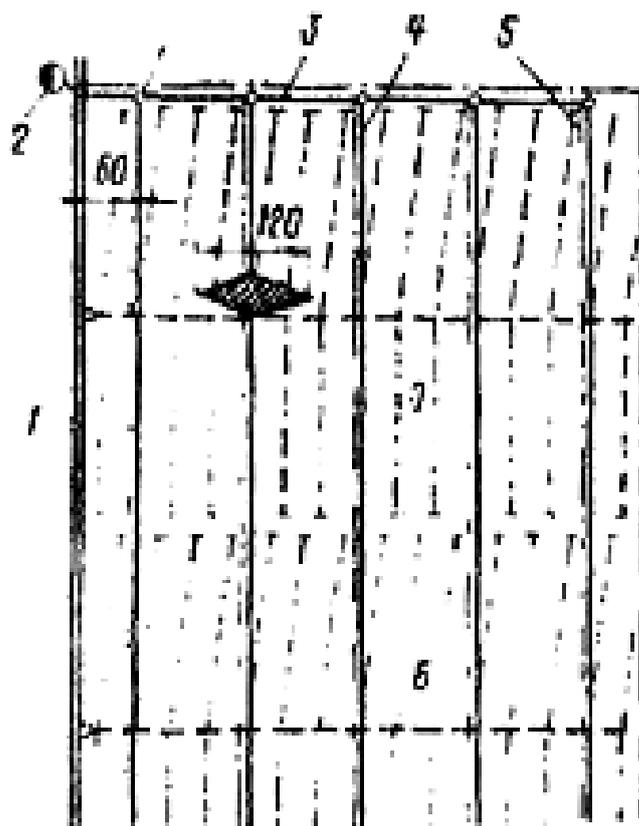


Рис. 11. Схема осушительно-увлажнительной системы с ДДА-100М и ДДА-100МА: 1 – водоисточник; 2 – насосная станция; 3 – распределительный трубопровод (канал); 4 – временный увлажнительный канал; 5 – полоса для движения агрегата; 6 – дренажный коллектор; 7 – дрены. Размеры в метрах

**Водосборные канавы-валы.** Основными гидротехническими мероприятиями по задержанию и регулированию поверхностного стока являются водозадерживающие и водоотводные валы и канавы, а также строительство прудов и водоемов.

Для предотвращения роста оврагов в их головной части строят водосбросные сооружения – быстротоки, перепады и консольные водосбросы-лотки, а в средней и нижней – запруды. Последние размещают по дну оврагов в различных сечениях с таким расчетом, чтобы повысить местный базис эрозии, предотвратить подмыв склонов оврагов, прекратить вынос продуктов эрозии в реки и водоемы.

*Водозадерживающие валы* задерживают поверхностный сток на водосборах, закрепляют вершины действующих оврагов с небольшими водосборами.

При крутизне склонов от 0,025 до 0,045 (2-3°) площадь водосбора должна быть не более 15 га; при крутизне от 0,045 до 0,11 (3-6°) – не более 5 га.

От этих значений могут быть отклонения с учетом рельефа, почвенно-геологических и других факторов, определяющих величину стока с водосборной площади оврага.

Водозадерживающие валы размещают параллельно горизонталям местности. Если нет возможности разместить водозадерживающие валы на неудобных землях, то первый от вершины оврага вал размещают на расстоянии, равном тройной глубине оврага в вершине. Валы рекомендуется устраивать высотой 0,8–1,5 м трапецеидальной формы, с шириной по верху 2,5 м и заложением откосов: сухого 1:1, мокрого 1:2. Валы следует засеивать травами.

*Водонаправляющими валами* перехватывают и направляют потоки воды на хорошо задернованные, облесенные склоны или к водозадерживающим валам, водосборным сооружениям. Чтобы не крепить водонаправляющие валы дерном или другими защитными материалами, их необходимо устраивать с наименьшими по условиям размыва уклонами.

*Распылителями стока* предупреждают концентрацию потоков в местах интенсивного роста промоин, а также на водоподводящих ложбинах.

Для устройства распылителей стока в нескольких местах по ложбине насыпают перемычки с пологими откосами (1:7, 1:10) и выпусками воды на склон. Таким образом ликвидируется скопление больших струй воды. На мелких ложбинах (глубиной до 0,5 м) насыпной валик должен быть высотой 0,3 м, на более глубоких – 0,4-0,6 м. Валики размещают примерно через 10–20–50 м в зависимости от уклона и противозерозионной устойчивости почв.

Участки, на которые отводится поток, должны быть задернены или заняты лесными культурами. При распылении стока в лесной полосе распылители могут сочетаться с водозадерживающими валами.

*Быстротоки, перепады* и другие гидротехнические сооружения устраиваются в тех случаях, когда земляные валы, мелководные лиманы и т.д. не обеспечивают задержание и сброс талых и ливневых вод (при больших уклонах и площадях водосборов). Они предусматриваются также в тех случаях, когда гидрогеологические условия не позволяют аккумулировать воду перед водозадерживающими валами (при наличии сильнопродачных, водонепроницаемых и суффозионных грунтов). Водосборные сооружения могут размещаться как в вершине закрепляемого оврага, так и на близлежащих участках с более устойчивым руслом и откосами. Стекающая со склонов вода подводится к сооружению системой водопроводящих валов.

Наиболее широкое распространение в практике получили лотки-быстротоки.

Перепады целесообразно применять для закрепления вершин оврагов донного типа и на оврагах, имеющих небольшие вершинные перепады.

При закреплении вершин оврагов водосбросными сооружениями необходимо применять меры по укреплению дна оврагов. Укреплению подлежит, прежде всего, верхняя часть оврага, на расстоянии 50-150 м от его вершины.

*Донные сооружения* предусматриваются с целью прекращения дальнейшего углубления (размыва) русла ложбин и оврагов и превращения их продольного профиля в систему горизонтальных площадок. К ним относятся различного рода запруды: каменные, бетонные, плетневые, фашинные и т.д.

Запруды чаще всего сочетаются с лесными насаждениями. Они предохраняют дно оврага от размыва, удерживают наносы, способствуют укреплению овражных откосов, устраняют их подмыв.

Задерживая наносы, запруды повышают и расширяют дно оврага, в связи с чем, создаются благоприятные условия для облесения.

Запруды могут быть из каменной наброски или сборного железобетона, а также плетневые, фашинные и другие, в зависимости от величины водосбора. Для задержания наносов между запрудами предусматриваются сплошные посадки по дну ивы и других пород.

Плетневые, хворостяные запруды целесообразно строить в оврагах с небольшими водосборными площадями и уклонами; высота хворостяных запруд не должна превышать 1 м, а плетневых – 0,5 м. В случае больших водосборных площадей, а также в оврагах, закрепляемых водосбросными сооружениями, целесообразно одну-две (а иногда и три) запруды сделать каменными или бетонными, а остальные – плетневыми, земляными.

Строительство прудов и водоемов является эффективным средством борьбы с водной эрозией почв и засухой.

*Нагорная канава* предназначена для перехвата воды, стекающей по косогору к дороге, и для отвода этой воды к ближайшим искусственным сооружениям, в резервы и пониженные места рельефа.

Нагорным канавам придают трапецеидальное поперечное сечение, размеры которого всегда приходится обосновывать гидравлическим расчетом. При расчете длинных канав учитывают увеличение бассейна вдоль канавы по мере удаления от водораздела. Поэтому сечение нагорных канав обычно подбирают по отдельным участкам по мере возрастания площади водосборных бассейнов. Соответственно и площади бассейнов разбивают на участки. По этим участкам определяют максимальные расчетные расходы воды.

Нагорные каналы трассируют на местности с таким уклоном, при котором вода не размывала бы грунт. Значения неразмывающих скоростей воды для различных грунтов приведено в табл. 5 и табл. 6.

Т а б л и ц а 5

Неразмывающие скорости потока для связных грунтов

Грунт	Разновидность грунта	$v_{нер}$ при глубине потока, м			
		0,4	1	2	3
Глины и суглинки	Малоплотные	0,35	0,4	0,45	0,50
	Средней плотности	0,70	0,85	0,95	1,10
	Плотные	1,0	1,2	1,4	1,5
	Очень плотные	1,4	1,7	1,9	2,1
Лессы	Средней плотности	0,6	0,7	0,8	0,85
	Плотные	0,8	0,9	1,2	1,3
	Очень плотные	1,1	1,3	1,5	1,7

Т а б л и ц а 6

Неразмывающие скорости потока для однородных несвязных грунтов

Средний размер частиц грунта, мм	Допускаемые неразмывающие скорости потока, м/с для однородных несвязанных грунтов при глубине потока			
	0,5 м	1 м	3 м	5 м
1	2	3	4	5
0,05	0,52	0,55	0,60	0,62
0,15	0,36	0,38	0,42	0,44
0,25	0,37	0,39	0,41	0,45
0,37	0,38	0,41	0,46	0,48
0,50	0,41	0,44	0,50	0,52
0,75	0,47	0,51	0,57	0,59
1,00	0,51	0,55	0,62	0,65
2,00	0,64	0,70	0,79	0,83
2,50	0,69	0,75	0,86	0,90

## Окончание табл. 6

1	2	3	4	5
3,00	0,73	0,80	0,91	0,96
5,00	0,87	0,96	1,10	1,17
10,00	1,10	1,23	1,42	1,51
15,00	1,26	1,42	1,65	1,76
20,00	1,37	1,55	1,84	1,96
25,00	1,46	1,65	1,93	2,12
30,00	1,56	1,76	2,10	2,26
40,00	1,68	1,93	2,32	2,50
75,00	2,01	2,35	2,89	3,14
100,00	2,15	2,54	3,14	3,46
150,00	2,35	2,84	3,62	3,96
200,00	2,47	3,03	3,92	4,31
300,00	2,90	3,32	4,40	4,94

Если нагорная канава меняет уклон, ее разбивают на участки с разными уклонами дна и рассчитывают отдельно. Минимальный уклон дна канавы должен быть не менее 5‰. Во избежание сплывов или оползания откосов выемки из-за переувлажнения грунта, которое может возникнуть в результате случайного засорения нагорной канавы, расстояние от наружной бровки выемки до канавы должно быть не менее 5 м (рис. 12). На косогорах круче 1:5 грунт из нагорных канав используют для устройства невысокого валика (банкета) между выемкой и канавой. Банкет повышает безопасность дороги от затопления при переполнении нагорной канавы.

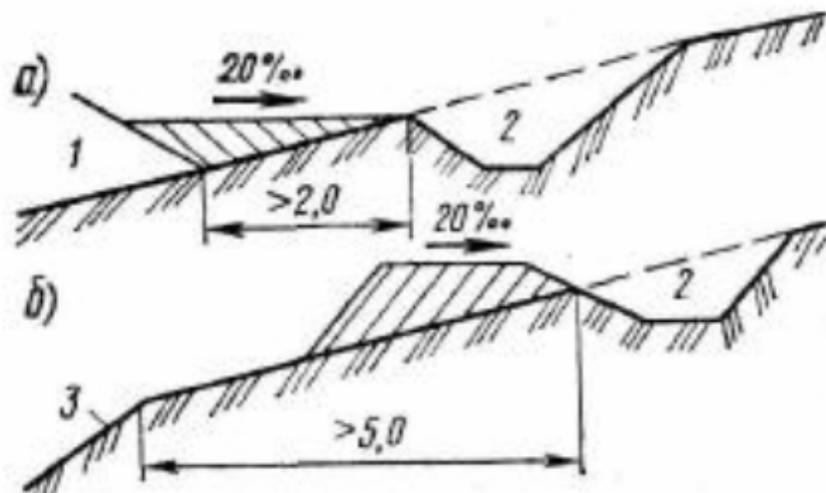


Рис. 12. Нагорные канавы:  
а – у насыпи; б – у выемки; 1 – насыпь; 2 – нагорная канава; 3 – откос выемки

В местах перехода дороги из выемки в насыпь канавы отводят с нагорной стороны в резерв, а с низовой выводят на поверхность грунта в сторону выемки. Соответственно и площади бассейнов разбивают на участки. По этим участкам определяют максимальные расчетные расходы воды.

Размеры поперечного сечения нагорной канавы назначаются в соответствии с расчетным максимальным расходом воды заданной вероятности превышения. Вероятность превышения расчетного максимального расхода воды – это вероятность его превышения еще большим по значению расходом воды. Ее назначают в зависимости от категории дороги и вида искусственного сооружения. В соответствии со СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» для водоотводных канав и кюветов вероятность превышения назначается по табл. 7.

Т а б л и ц а 7

Вероятность превышения расчетных расходов воды для нагорных канав

Категория дороги	Вероятность превышения, %
I, II	2
III	3
IV, V	4

Расчетный максимальный расход ливневого стока заданной вероятности превышения определяется по формуле

$$Q_p = 16,7 a_{\text{час}} K_t F \alpha \varphi, \quad (9)$$

где  $a_{\text{час}}$  – интенсивность ливня часовой продолжительности, мм/мин, зависящая от номера ливневого района и вероятности превышения;

$K_t$  – коэффициент перехода от интенсивности ливня часовой продолжительности к интенсивности ливня расчетной продолжительности;

$F$  – площадь водосборного бассейна, км<sup>2</sup>;

$\alpha$  – коэффициент потерь стока;

$\varphi$  – коэффициент редукции.

Сначала карандашом на карте наносят границы водосборного бассейна, с которого вода будет поступать в нагорную канаву. Границами бассейна являются водораздельные линии, а также участки существующих и проектируемых дорог. Далее определяют площадь  $F$  и длину водосборного бассейна  $L$ . Для этого разбивают выделенный бассейн на квадраты. На карте масштаба 1:10000 квадрат площадью 1 см<sup>2</sup> соответствует 0,01 км<sup>2</sup>. Длина бассейна определяется по тальвегу (линии наиболее низких

отметок) от самой верхней точки бассейна с отметкой  $H_{\max}$  до створа канавы (его отметку обозначим, как  $H_{\min}$ ).

Уклон тальвега определяется по формуле

$$i = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L}. \quad (10)$$

Далее по карте-схеме устанавливают номер ливневого района и по специальным таблицам определяют  $a_{\text{час}}$ ,  $K_t$  (табл. 8 и 9).

Т а б л и ц а 8

Интенсивность ливня часовой продолжительности

Район	$a_{\text{ч}}$ , мм/мин, при вероятности превышения, %							
	10	5	4	3	2	1	0,3	0.1
1	0,27	0,27	0,29	0,32	0,34	0,40	0,49	0,57
2	0,29	0,36	0,39	0,42	0,45	0,50	0,61	0,75
3	0,29	0,41	0,47	0,52	0,58	0,70	0,95	1,15
4	0,45	0,59	0,64	0,69	0,74	0,90	1,14	1,32
5	0,46	0,62	0,69	0,75	0,82	0,97	1,26	1,48
6	0,49	0,65	0,73	0,81	0,89	1,01	1,46	1,79
7	0,54	0,74	0,82	0,89	0,97	1,15	1,50	1,99
8	0,79	0,98	1,07	1,15	U24	1,41	1,78	2,07
9	0,81	1,02	1,11	1,20	1,28	1,48	1,83	2,14
10	0,82	1,11	1,23	1,35	1,46	1,74	2,25	2,65

Т а б л и ц а 9

Коэффициент перехода

$L$ , км	Значения $K_t$ при уклоне бассейна $i$									
	0,0001	0,001	0,01	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7		
0,15	4,21	Полный сток 5,24								
0,30	2,57								3,86	
0,50	1,84								2,76	3,93
0,75	1,41								2,08	2,97
1,0	1,16	1,71	2,53	3,74	4,18	4,50	4,90	5,18		
1,25	1,00	1,49	2,20	3,24	3,60	3,90	4,23	4,46		
1,50	0,88	1,30	1,93	2,82	3,15	3,40	3,70	3,90		
1,75	0,80	1,18	1,75	2,58	2,84	3,06	3,33	3,52		
2,0	0,73	1,07	1,59	2,35	2,64	2,85	3,09	3,27		
2,5	0,63	0,92	1,37	2,02	2,26	2,44	2,65	2,80		
3,0	0,56	0,82	1,21	1,79	2,0	2,16	2,34	2,49		

Учитывая задержку проникания воды в грунт при сильных ливнях, рекомендуется принимать коэффициент потерь стока  $\alpha = 1$ . Для суглинистых грунтов и  $F < 1 \text{ км}^2$  рекомендуется принимать  $\alpha = 0,62$ . Коэффициент редукции вычисляем по формуле:

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt[4]{10F}}. \quad (11)$$

При этом для  $F \leq 0,1 \text{ км}^2$   $\varphi = 1$ .

Гидравлический расчет канавы:

– строят план нагорной канавы на карте, определяют расчетные максимальные расходы воды по участкам.

– находят глубину наполнения канавы и скорость перетекания воды графоаналитическим способом.

– задают параметры поперечного сечения канавы: ширину канавы  $b$ , заложения откосов  $m_1$  и  $m_2$ .

– назначают глубину воды в канаве  $h$ , например, 0,1 м.

– определяют площадь живого сечения потока воды в канаве по формуле

$$\omega = bh + \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot h^2; \quad (12)$$

– находят смоченный периметр канавы по формуле

$$\chi = b + h \cdot \left( \sqrt{1 + m_1^2} + \sqrt{1 + m_2^2} \right); \quad (13)$$

– вычисляют гидравлический радиус:

$$R = \frac{\omega}{\chi}; \quad (14)$$

– определяют значение  $\omega R^{2/3}$ . Результаты расчетов сводят в табл. 10. Далее назначают новую глубину потока  $h=0,2$  м и повторяют расчеты.

Т а б л и ц а 10

Расчетная таблица

$h, \text{ м}$	$b, \text{ м}$	$m_1$	$m_2$	$\omega, \text{ м}^2$	$\chi, \text{ м}$	$R, \text{ м}$	$R^{2/3}$	$\omega R^{2/3}$
0,1	0,5	1,5	1,5	0,065	0,86	0,076		0,01
0,2								0,04
0,3								0,092
0,4								0,165
0,5								0,266

– строят график. Откладывают на оси абсцисс значение  $a$ , находят глубину наполнения канавы  $h_1$  и для него значение  $R^{2/3}$  (рис. 13).

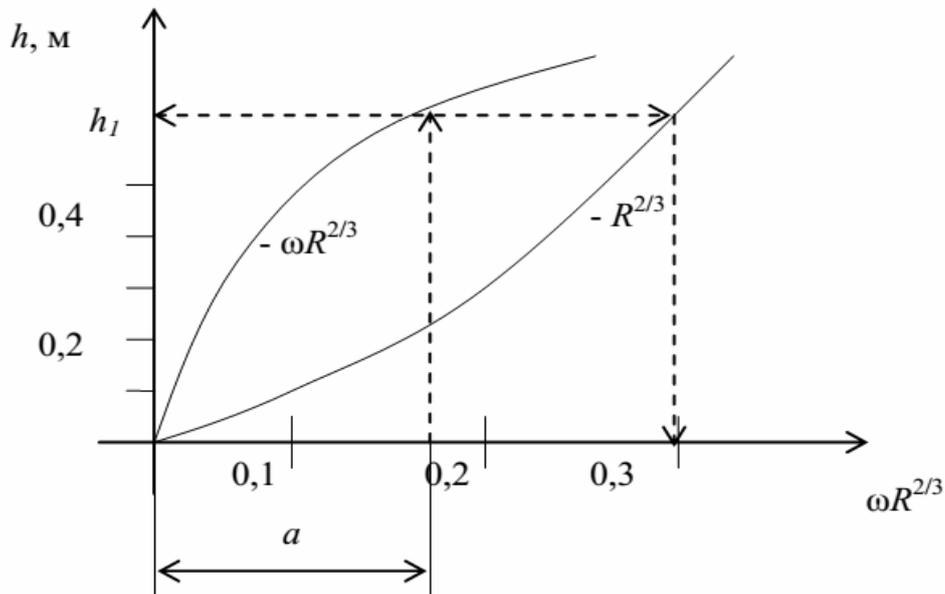


Рис. 13. Пример графика

– рассчитывают среднюю скорость потока при глубине  $h_1$  по формуле Шези-Маннинга:

$$v = \frac{R^{2/3}}{n} \cdot \sqrt{i}; \quad (15)$$

– вычисляют площадь живого сечения потока  $\omega$ , расход воды:

$$Q = \omega \cdot v; \quad (16)$$

и минимальную глубину канавы:

$$h_{\min} = h_1 + 0,2; \quad (17)$$

– на лист формата А1 выносят:

- план нагорной канавы с площадью водосборного бассейна в масштабе 1:50;
- продольный профиль нагорной канавы (рис. 14);
- поперечный профиль канавы.

На рис. 15 приведен участок дороги с нагорной канавой.



## Контрольные вопросы

1. Что собой представляет оросительная система?
2. Какие различают оросительные системы?
3. Что может входить в состав оросительной системы?
4. Что называют коэффициентом полезного действия оросительной системы?
5. Что собой представляют гидротехнические сооружения?
6. Какие различают гидротехнические сооружения?
7. Что собой представляет насосная станция?
8. Какие различают насосные станции?
9. Что относится к основным элементам стационарной насосной станции?
10. Что собой представляет поливная техника?
11. На какие виды подразделяют поливную технику?
12. Из каких элементов могут состоять осушительно-увлажнительные системы?
13. Как можно регулировать поверхностный сток?
14. Как при проектировании размещают водозадерживающие валы?
15. Как при проектировании размещают водонаправляющие валы?
16. Как при проектировании размещают распылители стока?
17. Как при проектировании размещают быстротоки, перепады?
18. Как при проектировании размещают донные сооружения?
19. Для чего сооружают нагорные каналы?
20. Как при проектировании размещают нагорные каналы?
21. Какие условия необходимо учитывать и что рассчитать при проектировании нагорной каналы?

## Тема 5. ОСУЩЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ

**Осушение** – устранение избытка воды с поверхности земли, из почв и грунтов. Оно проводится в сельском и лесном хозяйстве, при строительстве дорог, аэродромов, промышленных предприятий, при добыче полезных ископаемых, освоении территорий под города и сельские населенные пункты, для санитарного улучшения местности (противомалярийные мелиорации) и других целей. В сельском хозяйстве с помощью осушения достигается коренное улучшение переувлажненных земель с целью повышения их плодородия.

*Задача осушительных мелиораций* – преобразование болот и избыточно увлажненных земель в плодородные земли, обеспечивающие получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Основное воздействие осушительные мелиорации оказывают на водный режим почвы, устраняя в ней избытки влаги. При этом освободившиеся от воды почвенные поры заполняются воздухом, улучшается воздушный режим почвы, повышается в ней микробиологическая активность, усиливаются процессы окисления и разложения органического вещества. Все это ведет к улучшению питательного для растений режима почвы.

При удалении избытка влаги улучшается не только водно-воздушный режим почвы, но и повышается ее тепло- и температурная проводимость, в результате улучшается тепловой режим почвы.

Осушенные земли теплее переувлажненных в среднем на 1,5...3°C. На них раньше заканчиваются весной и позже наступают осенью заморозки, что удлиняет на 1...3 недели и более вегетационный период для сельскохозяйственных культур. На осушенных землях возможно возделывание более теплолюбивых культур. Осушенные почвы на 10...15 суток раньше успевают весной для обработки; осенью на них облегчаются условия для применения и высокоэффективного использования современной сельскохозяйственной техники.

Только за счет этого годовая выработка на один трактор повышается на 5...7%. Показатель проходимости и производительности тракторов и сельскохозяйственных машин в условиях интенсификации сельского хозяйства является одним из определяющих требований при осушительных мелиорациях.

**Современные осушительные мелиорации** обязательно дополняют техническими работами, повышающими эффективное плодородие почвы. В их состав входит: расчистка земель от древесно-кустарниковой растительности и погребенной древесины, корчевание пней, уборка и вывозка камней и мохового очеса, заравнивание ям, траншей и старых каналов, капитальная планировка поверхности, срезка и разделка кочек, первичная

обработка почвы, известкование и внесение заправочных доз органических и минеральных удобрений.

После осушения и проведения технических работ устраняется мелко-контурность угодий, создаются крупные поля (12...60 га и более) с однородным водным режимом и выравненным плодородием, позволяющие вести интенсивное сельскохозяйственное производство.

В состав сельскохозяйственных мелиораций входит также осушение болот для добычи торфа на удобрение и на подстилку скота, осушение территорий под сельские населенные пункты и хозяйственные постройки, защита сельскохозяйственных земель от наводнений, борьба с эрозией почв и осушение лесов.

**Сельскохозяйственные мелиорации** дополняются мероприятиями по охране природы и рациональному использованию мелиорированных земель. Высокая агротехника выращивания сельскохозяйственных культур с учетом специфических особенностей осушаемых земель – неременное условие получения на них высоких и устойчивых урожаев.

Одна из основных задач осушения заболоченных и переувлажненных земель – установление режима осушения.

*Режим осушения* – это совокупность элементов водного режима осушаемых земель, обеспечивающих оптимальное развитие сельскохозяйственных культур в любой по погодно-климатическим условиям год.

Водный режим осушенных земель определяется влажностью почвы в зоне распространения корневой системы и продолжительностью затопления почвы в весенний и летне-осенний периоды. Активно воздействуя на водный режим, осушение земель влияет на воздушный, тепловой и пищевой режимы почвы.

Многолетними исследованиями установлена оптимальная влажность корнеобитаемого слоя осушаемых почв, которая составляет для зерновых культур в среднем 55-70 %, для овощных и картофеля – 60-75 %, для корнеплодов – 55-65 %, для многолетних трав – 65-80 % от полной влагоемкости (ПВ).

Верхний предел оптимальной влажности почвы определяется минимальным содержанием воздуха в почве, а нижний – количеством легкодоступной для растений влаги.

Отклонение влажности в ту или иную сторону отрицательно сказывается на урожайности возделываемых культур.

Для нормального роста и развития сельскохозяйственных культур и обеспечения хорошего газообмена между почвой и атмосферой, содержание воздуха в почве должно быть: для овощных культур, картофеля, корнеплодов – 35-40 %, для зерновых культур – 20-30 %, для многолетних трав – 15-20 % от пористости.

Благоприятный воздушный режим обеспечивается, когда суммарное содержание кислорода и углекислоты в корнеобитаемом слое почвы составляет около 20-21 % от всего объема воздуха в ней.

Состав почвенного воздуха и его количество в почве сильно зависит от уровня залегания грунтовых вод. С понижением уровня грунтовых вод концентрация диоксида углерода уменьшается, а содержание кислорода увеличивается. Накопление диоксида углерода и снижение концентрации кислорода в почвенном воздухе при более высоком уровне залегания грунтовых вод указывают на ослабление процессов газообмена между почвой и атмосферой, ухудшении аэрации почв, что служит одной из причин снижения урожайности, особенно культур, требовательных к аэрации.

Уровень грунтовых вод, обеспечивающий наиболее благоприятный водно-воздушный режим почвы для той или иной культуры в течение вегетационного периода, называется *нормой осушения*. Нормы осушения для различных сельскохозяйственных культур, произрастающих на одинаковых почвах, а также для одинаковых культур, произрастающих на разных почвах, могут сильно отличаться. Пример такой разницы можно увидеть в табл. 11.

Т а б л и ц а 11

Нормы осушения для различных сельскохозяйственных культур

Культура	Средние нормы осушения для разных типов почв, см					
	Низинное болото	Пески	Суспесь	Суглинок средний	Суглинок тяжелый	Глина
Зерновые	70-80	45-55	50-65	65-80	70-80	70-75
Овощи, корне- и клубнеплоды	75-80	50-65	65-75	75-85	80-90	75-85

**Методы и способы осушения земель.** Под методом осушения подразумевают воздействия на водный режим почв с целью ликвидации их переувлажнения.

Применяют следующие *методы осушения*:

- Ускорение стока поверхностных и почвенных вод на объектах атмосферного питания на водоразделах и пологих склонах с тяжелыми почвами.
- Перехватывание поверхностных и грунтовых вод, поступающих на осушаемую территорию со стороны водосбора или со стороны реки (водоема).
- Понижение уровня грунтовых вод на участках, где переувлажнение или заболачивание – следствие высокого уровня грунтовых вод.
- Метод теплотельных мелиораций применяется в условиях многолетней мерзлоты, где переувлажнение связано с глубоким промерзанием покровных почвогрунтов.

- Метод двустороннего регулирования почвенной влаги связан с осушением и с увлажнением почвы.

Способы осушения – это технические и агротехнические приемы и средства, с помощью которых осуществляется тот или иной метод осушения. В зависимости от различных условий рекомендуются следующие способы осушения:

- Осушение одиночными каналами и закрытым горизонтальным дренажем в сочетании с агромелиоративными мероприятиями на слабо-водопроницаемых минеральных почвах.

- Осушение закрытым дренажем маломощных торфяников, подстилаемых слабо-водопроницаемыми грунтами и используемых под пашню.

- Торфяники мощные (более 1,5-2,0 м) предварительно осушаются открытыми каналами и кротовым дренажем, а затем после осадки торфа закладывается закрытый дренаж.

- Осушение торфяников открытыми каналами в сочетании с разреженным закрытым дренажем при использовании их под пашню и пастбища.

**Осушительная система и ее элементы.** Осушительная система – комплекс осушительных, увлажнительных, гидротехнических и других сооружений, обеспечивающих превращение торфяных болот и минеральных заболоченных земель в высокопродуктивные угодья и создающих благоприятные условия для получения гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур.

*В осушительные системы входят следующие звенья:*

1. Осушаемая территория.

2. Регулирующая сеть – открытые каналы или закрытые дрены и собиратели, выводные борозды, ложбины, поглощательные фильтры и другие устройства, предназначенные для регулирования водно-воздушного режима почвы в корнеобитаемом слое.

3. Проводящая сеть – магистральные каналы разного порядка, закрытые и открытые коллекторы, предназначенные для приема воды из регулирующей и оградительной сети и отвода ее в водоприемник.

4. Оградительная сеть – ловчие и нагорные каналы, различные дрены, дамбы и другие устройства, предохраняющие осушаемые земли от затопления поверхностными и подземными водами со стороны водоприемника.

5. Водоприемники, принимающие с осушаемой площади и проводящей сети избыточные воды. Водоприемниками могут быть реки, озера, балки и другие искусственные и естественные водоемы.

6. Гидротехнические сооружения – шлюзы-регуляторы, трубопереезды, перепады, быстротоки, насосные станции, дренажные устья, колодцы, позволяющие управлять работой осушительной сети.

7. Дорожная сеть для эксплуатации мелиорируемых земель.

**Осушение болот открытыми канавами** применяют в тех случаях, когда на вновь осваиваемых болотах нельзя заложить подземный дренаж (до надлежащей осадки болота и уплотнения торфяной залежи).

Открытая осушительная система состоит из проводящей и регулирующей сети канав. К первой относятся магистральные каналы, впадающие в водоприемники (реки, ручей и пр.), и транспортирующие собиратели, впадающие в магистральные каналы.

Назначение проводящей сети – принимать и отводить воду из регулирующей сети канав.

К регулирующей сети относятся канавы-осушители, которые отводят воду с осушаемой площади. Кроме того, в случае надобности устраивают еще нагорные канавы для перехвата поверхностно стекающих на болото вод с прилегающих возвышенностей, а также ловчие канавы для перехвата потока почвенно-грунтовых и грунтовых вод.

Расстояния между осушительными канавами (при средней рабочей глубине 80-90 см) определяются в основном климатическими условиями зоны, типом и видом болота и составом возделываемых культур. По мере продвижения на север эти расстояния постепенно уменьшаются.

Часто болота нуждаются не только в осушении, но и в двухстороннем регулировании водного режима. Болото, достаточно осушенное для весеннего периода, нередко оказывается переосушенным летом. Кроме того, сельскохозяйственные растения в различные периоды своего роста и развития требуют различных условий водного режима почвы.

Различают три способа двухстороннего регулирования водного режима торфяных почв:

- инфильтрацией воды из открытых каналов или канав;
- регулированием дренажного стока;
- дополнительным устройством кротовых дрен.

При двухстороннем регулировании водного режима на осушительной сети устанавливают по разработанному проекту систему шлюзов, с помощью которых вода в каналах и канавах или задерживается на определенном уровне, или спускается из них частично или полностью.

На глубоких болотах с хорошо и средне водопроницаемым торфом шлюзование не требует более частой сети канав, чем это нужно для осушения; на тех же болотах, но со слабо водопроницаемым торфом шлюзование эффективно лишь при кротовом дренаже.

Главный шлюз устанавливают в верхней части магистрального канала, более мелкие шлюзы – в устьях впадающих в него транспортирующих собирателей.

Однако, открытые осушительные системы на болотах нужно постепенно заменять более совершенными – закрытыми или комбинированными системами.

**Осушение болот дренажем.** При закрытом дренаже почти вся осушительная сеть (кроме магистральных каналов, а иногда и части собирателей-коллекторов первого порядка) находится под землей. В связи с этим недостатки, которые свойственны открытой осушительной сети, почти полностью отпадают.

Подземный дренаж обеспечивает более быстрое и равномерное регулирование водного режима почвы на всей площади осушенных полос, чем открытая осушительная сеть.

Кротовый дренаж дает положительные результаты при осушении беспнистых болот со слабо и среднеразложившимися торфами и в настоящее время применяется в некоторых районах нечерноземной полосы.

Технологический процесс прокладки кротовых дрен сводится к следующему: рабочий орган (нож, пила или фреза) разрезает грунт по вертикали на всю глубину дренирования; дреноер, то есть металлический цилиндр с заостренным передним концом, установленный на конце ножа, раздвигает грунт и образует в торфе ход, похожий на кротовину; уширитель,двигающийся за дреноером, расширяет дренаж до требуемых размеров.

На болотах применяют дреноеры с уширителями, делающие дренаж диаметром до 20-25 см; такой размер дрены нужен потому, что торф вследствие своей упругости вновь расширяется и уменьшает полость в 1,5-2 раза, а иногда и больше.

Глубина закладки кротовых дрен на торфяниках 0,8-1 м, расстояния между дренами 10-30 м, длина дрен от 200 до 400 м.

Кротовые дренажи выводят либо в открытые каналы, укрепляя устья бетонными, гончарными или деревянными трубами, либо в закрытые собиратели.

Срок службы кротового дренажа в слабо и средне разложившемся беспнистом торфе в среднем от 3 до 5 лет, в отдельных случаях больше.

На пнистых торфяниках может применяться кротовощелевой дренаж, который закладывают дренажно-дисковой машиной ДДМ-5 или дренажно-винтовой ДВМ.

Расстояния между дренами и глубина их закладки зависят от водопроницаемости торфа, характера водного питания болота, количества выпадающих атмосферных осадков, испарения и необходимой глубины понижения уровня грунтовой воды для возделываемых сельскохозяйственных культур.

Большие расстояния между дренами следует принимать на слабо и средне разложившемся торфе, так как он более водопроницаем. Для северных областей междренья принимают меньшие, а для других областей – большие.

**Комбинированное осушение**, то есть применение открытых каналов в сочетании с закрытыми дренами (коллекторы открытые, а осушители

закрытые), позволяет осушать участки таких размеров, которые могут полностью отвечать требованиям механизации полевых работ и пастбищного использования болотных земель.

Осушение более редкими открытыми или закрытыми канавами в сочетании с кротовыми дренами – в настоящее время довольно распространенный способ осушения болот.

Кротовый дренаж, закладывают на беспнистых, а кротово-щелевой – на пнистых торфяниках, имеющих мощность не менее 1 м. Устойчивость этих дрен зависит от вида и степени разложения торфа (могут закладываться только при слабой и средней степени разложения), а также от правильного их устройства (выбор диаметра, уклона и выводов в коллекторы).

Низинные и переходные болота с хорошо разложившимся торфом, неустойчивым для кротового дренажа, могут осушаться комбинированным дренажем с помощью различных видов трубчатых дрен – дощатых, гончарных, пластмассовых и др.

Осушение болот грунтово-наборного питания, расположенных главным образом в притеррасных частях пойм, имеет свои особенности. Здесь большое значение приобретает система глубоких ловчих открытых канав или дрен, расположенная в зоне выклинивания почвенно-грунтовых и грунтовых вод. При грунтово-напорном питании, кроме регулирования водоприемника, требуется дополнительная осушительная сеть.

На осушенных низинных болотах иногда применяется так называемое аэрационное кротование по способу Тюленева-Рудича. Это усиливает осушительное действие сети канав, а кроме того, улучшает тепловой и питательный режимы почв.

## Контрольные вопросы

1. Что собой представляет осушение земель?
2. Какое значение имеет осушение для сельского хозяйства?
3. В чем суть режима осушения?
4. В чем суть нормы осушения?
5. Что понимается под методом осушения?
6. Какие выделяют методы осушения?
7. Что понимается под способом осушения?
8. Какие выделяют способы осушения?
9. Что собой представляет осушительная система?
10. Из каких элементов может состоять осушительная система?
11. Что собой представляет осушение болот открытыми каналами?
12. Что собой представляет осушение болот дренажем?
13. Что собой представляет комбинированное осушение болот?

## Тема 6. АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ. БОРЬБА С ЭРОЗИЕЙ ПОЧВЫ

**Агролесомелиорация** (от греч. Agros – поле и лат. Melioratio – улучшение). *Агролесомелиорация* – это система мероприятий по борьбе с эрозией почвы, засухой и суховеями. Она включает создание защитных лесных насаждений на оврагах, балках, рекультивируемых и других землях, а также агротехнические, гидротехнические и организационно-хозяйственные мероприятия.

Также агролесомелиорация – это:

– совокупность лесохозяйственных мероприятий, направленных на улучшение почвенно-гидрологических и климатических условий местности, делающих её более благоприятной для ведения сельского хозяйства. Основана на создании полезащитных лесных полос, облесении оврагов, крутых склонов и песков;

– научная дисциплина, разрабатывающая теоретические основы размещения и конструирования агролесомелиоративных насаждений, методы их выращивания, организационные формы, технику и технологию агролесомелиоративных работ. Основные разделы:

- степное массивное и полосное полезащитное лесоразведение;
- эрозия почвы и борьба с ней;
- закрепление и освоение песков;
- лесоразведение на мелиорированных (орошаемых, осушаемых) землях;
- горное лесоразведение;
- лесоразведение на пастбищах.

К этому типу мелиорации земель относятся следующие виды мелиорации земель:

– *противоэрозионная* – защита земель от эрозии путем создания лесных насаждений на оврагах, балках, песках, берегах рек и других территориях;

– *полезащитная* – защита земель от воздействия неблагоприятных явлений природного, антропогенного и техногенного происхождения путем создания защитных лесных насаждений по границам земель сельскохозяйственного назначения;

– *пастбищезащитная* – предотвращение деградации земель пастбищ путем создания защитных лесных насаждений.

Особый вид агролесомелиорации – биодренаж.

Агролесомелиорация играет огромную роль в борьбе с опустыниванием. В арсенале агро-мелиорации – степное лесоразведение, выращивание поле – и почвозащитных лесных полос, закрепление песков (в т.ч. хими-

ческими веществами), улучшение пастбищ, облесение сильно деградированных земель.

Противоположный пример (учет второго следствия) дает агролесомелиорация степных и пустынных пространств, особенно вторичного антропогенного происхождения. Восстановление лесов приводит к значительному улучшению водного режима, повышению влажности воздуха, уменьшению скорости ветра и другим положительным явлениям, увеличивающим продуктивность земель.

Агролесомелиорация является наиболее адаптированной к естественным условиям экосистем из всех видов мелиорации. Она способствует улучшению микроклимата и снегораспределения, преодолению эрозии и дефляции, улучшению водного режима ландшафтов и др.

Одно из главных условий, которое обеспечивает высокую эффективность лесомелиорации, является создание многоярусной древесной растительности, при которой слой спада на почве соответствует оптимальным условиям развития педофауны и других представителей животного мира. Такие условия складываются в лесных насаждениях, если они имеют достаточные размеры. Кроме того, многоярусная древесно-кустарниковая растительность способствует ослаблению действия других последствий преобразования и реабилитации перечисленных преобразуемых компонентов экосистем.

*Основной элемент агролесомелиорации* – лесные полосы, которые характеризуются следующими показателями:

- конструкцией – продуваемые, ажурные и непродуваемые (плотные);
- формой – простые одноярусные и сложные – двух- и трехъярусные;
- способом посадки или посева – рядовой, гнездовой, шахматный и др.;
- происхождением – искусственные и естественные, семенные и порослевые;
- возрастом;
- высотой;
- степенью сомкнутости крон;
- шириной;
- рядностью.

***Полезационные лесные полосы.*** Лесозащитные полосы размещают по возможности во взаимно перпендикулярных направлениях так, чтобы ограниченные ими земельные участки имели прямоугольную форму.

Основные лесные полосы располагают поперек господствующих эрозионно опасных и суховейных ветров.

Расстояние между основными лесными полосами не должно превышать более чем в 30 раз рабочую высоту взрослых деревьев.

Расстояние между вспомогательными полосами принимают до 2000 м. На легких почвах во избежание эрозии это расстояние уменьшают.

В зависимости от размещения полос, площадь пашни, окаймленная ими, может составлять 20-120 га.

Конструкция лесополос влияет на снижение скорости ветра, а следовательно, на условия эрозии почвы, снегонакопления и испарения влаги. Наиболее эффективны продуваемые и ажурные лесополосы.

Полезащитные лесные полосы закладывают в 3-4 ряда шириной до 15 м. Внутри полей севооборота допускается применение двухрядных полос.

Лесные насаждения бывают чистыми и смешанными.

*Чистые лесополосы* состоят из одной главной породы. При использовании медленно растущих пород для ускорения проявления полеззащитных свойств лесополосы в опушечный ряд вводят быстрорастущую породу.

*Смешанные насаждения* из светолюбивых и теневыносливых древесных пород применяют в степных районах. Их размещают в крайних рядах, а в трехрядных полосах – через одно дерево главной породы.

**Лесонасаждения на орошаемых полях.** Защитные лесные насаждения на орошаемых землях помимо основного назначения (борьба с эрозией) выполняют следующие функции:

- уменьшают продуктивное испарение и обеспечивают экономию поливной воды;
- улучшают равномерность и качество полива, особенно при дождевании;
- снижают воздействие пыльных бурь и защищают каналы от заноса песком и мелкоземом;
- задерживают снег и способствуют влагонакоплению в почве;
- защищают посевы от вымерзания, выдувания и от атмосферной засухи;
- дренируют земли и ослабляют процессы вторичного засоления почв;
- укрепляют берега каналов и уменьшают зарастаемость их русл растительностью;
- улучшают условия выпаса животных;
- служат кормовой базой для выращивания тутового шелкопряда и др.

Основными лесомелиоративными противоэрозионными мероприятиями являются:

- создание водорегулирующих лесополос в малолесных районах;
- создание водоохраных лесных насаждений вокруг прудов и водоемов;
- сплошные противоэрозионные лесопосадки на сильноэродированных крутосклонных и бросовых землях, непригодных для использования в сельском хозяйстве.

**Эрозия** (от лат. Erosio – разъедание) – разрушение горных пород и почв поверхностными водными потоками и ветром, включающее в себя отрыв и вынос обломков материала и сопровождающееся их отложением.

Часто под эрозией понимают любую разрушительную деятельность геологических сил, таких, как морской прибой, ледники, гравитация; в таком случае эрозия выступает синонимом денудации. Для них, однако, существуют и специальные термины: абразия (волновая эрозия), экзарация (ледниковая эрозия), гравитационные процессы, солифлюкция и т.д. Такой же термин (дефляция) используется параллельно с понятием ветровая эрозия.

По скорости развития эрозию *делят на нормальную и ускоренную*. Нормальная имеет место всегда при наличии сколько-либо выраженного стока, протекает медленнее почвообразования и не приводит к заметным изменениям уровня и формы земной поверхности. Ускоренная идет быстрее почвообразования, приводит к деградации почв и сопровождается заметным изменением рельефа.

По причинам *выделяют естественную и антропогенную эрозию*. Следует отметить, что антропогенная эрозия не всегда является ускоренной, и наоборот.

Ветровая эрозия (дефляция) – это разрушающее действие ветра: развевание песков, лёссов, вспаханных почв, возбуждение пыльных бурь, шлифовка скал, камней, строений, механизмов несомыми твердыми частицами, поднятыми силой ветра. Разделяется на два типа:

- повседневная;
- пыльные бури.

Под поверхностной эрозией понимают равномерный смыв материала со склонов, приводящий к их выполаживанию. С некоторой долей абстракции представляют, что этот процесс осуществляется сплошным движущимся слоем воды, однако в действительности его производит сеть мелких временных водных потоков. Поверхностная эрозия приводит к образованию смытых и намывных почв, а в более крупных масштабах – делювиальных отложений.

В отличие от поверхностной, линейная эрозия происходит на небольших участках поверхности и приводит к расчленению земной поверхности и образованию различных эрозионных форм (промоин, оврагов, балок, долин). Сюда же относят и речную эрозию, производимую постоянными потоками воды. Смытый материал отлагается обычно в виде конусов выноса и формирует пролювиальные отложения.

Виды линейной эрозии:

– глубинная (донная) – разрушение дна русла водотока. Донная эрозия направлена от устья вверх по течению и происходит до достижения дном уровня базиса эрозии.

- боковая – разрушение берегов.

В каждом постоянном и временном водотоке (реке, овраге) всегда можно обнаружить обе формы эрозии, но на первых этапах развития преобладает глубинная, а в последующие этапы — боковая.

Основной причиной эрозии является механическое воздействие на горные породы воды и переносимых ею обломков, ранее разрушенных пород. При наличии в воде обломков эрозия резко усиливается. Чем больше скорость течения, тем более крупные обломки переносятся, и тем интенсивнее идут эрозионные процессы.

Оценить устойчивость почвы или грунта к действию водного потока можно по критическим скоростям:

Неразмывающая скорость — максимальная скорость потока, при которой не происходит отрыва и перемещения частиц.

Размывающая скорость — минимальная скорость потока, при которой начинается непрекращающийся отрыв частиц.

Для почв и полидисперсных грунтов понятие неразмывающей скорости не имеет физического смысла, поскольку даже при самых низких скоростях происходит вынос наиболее мелких частиц. При турбулентном потоке отрыв частиц происходит при максимальных пульсационных скоростях, поэтому увеличение амплитуды колебания скорости потока вызывает уменьшение критических скоростей для данного грунта.

**Борьба с ветровой эрозией.** Ветровая эрозия — одно из наиболее значимых факторов, отрицательно влияющих на качество полей. Самыми незащищенными в этом плане являются гладкие, рыхлые с мелкими гранулами почвы. Ветер, дующий на высоте 30 см со скоростью 6 м/час, заставляет почву двигаться. Любые меры направленные на снижение скорости ветра над поверхностью почвы, позитивно скажутся на ее состоянии.

*Пожнивные остатки* — самый простой и надежный способ снижения ветровой эрозии. Растительный материал улавливает движущиеся частицы почвы и ограничивает их лавинообразный эффект.

Минимальная технология обработки почвы, при которой на поверхности остаются пожнивные остатки, снижает ветровую эрозию и предотвращает измельчение почвы до пылеобразного состояния. Стоячие растительные остатки более эффективны при замедлении скорости ветра по сравнению с лежащими.

Определяющий фактор — почвы и полевые условия. Почвы с грубой структурой нуждаются в большем количестве растительных остатков, чем с тонкой структурой. В грубых структурах содержится много кальция и карбоната, но мало ила, глины и органического вещества. Все это приводит к образованию склонных к эрозии фракций и хрупких комков. Устойчивые комки помогают снизить эрозию. При обработке почвы следует стремиться к формированию больших комков.

Неровная почва, полученная в результате обработки, является весьма эффективной для снижения ветровой эрозии. Гребни и впадины поглощают и меняют направление воздействия части ветровой энергии, а также улавливают летающие частицы почвы. Гребни высотой 10, 16-20, 32 см наиболее эффективны для защиты почвы.

При сберегающем земледелии для минимизации ветровой эрозии на почве должно находиться адекватное количество растительных остатков. Такие проблемы чаще всего создаются при засухе или выращивании культуры, после которой на поверхности имеется мало остатков.

Чтобы приостановить развитие ветровой эрозии, защитить почву и растущие культурные растения при засухе или незначительном количестве растительных остатков, используется *обработка поля для создания гребней, комков на поверхности*. Для эффективного противостояния эрозии она должна проводиться до начала ее развития, когда земля еще влажная.

Оборудование, больше всего подходящее для борьбы с ветровой эрозией, зависит от текстуры почвы, ее влажности и плотности. На земле со средним гранулометрическим составом двухотвальная борона или большие рыхлительные лапы формируют гребни и выбрасывают комки на поверхность. При меньшей скорости движения агрегата получится больше комков. А при высокой – больше гребней.

Самое эффективное время для создания комков – после дождя, когда верхний 5-сантиметровый слой будет влажным.

Следующий способ защиты почвы от ветровой эрозии – *навоз*, оставшийся от крупного рогатого скота.

Также применяется *орошение* для повышения влажности земли, облегчения ее обработки и создания искусственных преград для ветра.

***Защита от водной эрозии.*** Развитие водной эрозии почв на сельскохозяйственных угодьях обуславливается нарушением устойчивого водного режима в процессе эксплуатации земли. Устранить условия, способствующие проявлению эрозии почв, можно путем ослабления концентрации водных потоков и замедления поверхностного стока путем: увеличения поглотительной и инфильтрационной способности почвы, задержания осадков на месте выпадения, отвода или безопасного сброса необходимого количества воды в гидрографическую сеть.

Для успешной борьбы с водной эрозией почв на землях, занятых в сельскохозяйственном производстве, необходима комплексная система мероприятий, позволяющих использовать воды поверхностного стока для увлажнения полей и прекращения развития эрозионных процессов.

Эффективная защита почв от водной эрозии возможна при плановом и систематическом внедрении комплекса противоэрозионных мероприятий, разработанного с учетом конкретных природно-экономических условий каждого района или хозяйства.

Важнейшие элементы системы мероприятий по защите почв от водной эрозии:

- правильная организация территории, создающая предпосылки для эффективного применения средств борьбы с эрозией;
- противоэрозионная агротехника, обеспечивающая повседневную защиту почв и повышение их плодородия;
- лесомелиоративные мероприятия по борьбе с эрозией почв;
- гидротехнические сооружения, предотвращающие размыв почвы.

Борьбу с эрозией почв начинают с подробного изучения физико-географических условий и экономики конкретного района или хозяйства. В зависимости от рельефа, почвенного покрова и особенностей хозяйственного использования различные угодья в разной степени подвержены разрушительному действию воды. Исходя из местных особенностей, составляют почвенно-эрозионный план, на котором выделяют семь категорий земель, в разной степени подверженных воздействию водной эрозии.

В первую категорию входят лучшие пахотные площади, где процессы эрозии не развиты совсем.

Ко второй категории относят приводораздельные части склонов с хорошими и средними пахотными землями, со слабо выраженной ложбинностью. Почвы этой категории несмытые или очень слабо смытые и могут использоваться под сельскохозяйственные культуры. Сравнительно большой сток в отдельные годы здесь дают талые воды, ливневые осадки – слабый, а от обычных дождей сток отсутствует. Эти земли нуждаются только в профилактических противоэрозионных мероприятиях.

В третью категорию включают хорошие пахотные земли, занимающие средние и частично верхние части склонов. Эти площади подвержены сильной эрозии, и поэтому выращивание здесь сельскохозяйственных культур возможно с применением интенсивных противоэрозионных мероприятий. Главным агентом в развитии эрозии на землях третьей категории являются талые воды. Ливневые осадки причиняют вред преимущественно на угодьях, занятых пропашными культурами, дождевой сток имеет место сравнительно редко. Земли третьей категории выделяют в особый почвозащитный севооборот с сокращением пропашных культур и с большим участием многолетних трав.

Земли четвертой категории водной эрозии подвержены очень сильно. В земледелии они могут использоваться ограниченно, так как требуют ведения почвозащитного кормового лугопастбищного севооборота, где один-два года возделывают сельскохозяйственные культуры, а затем на 5-10 лет землю занимают под многолетние травы. Почвы здесь средне-, большей частью сильносмытые.

В пятую категорию включают непригодные для обработки земли, заброшенные из-за сильного разрушения эрозией. Эти площади используют как сенокосы, а при строгом нормировании выпаса – как пастбища.

К шестой категории относят земли, которые могут быть использованы только для лесоразведения: средние и сильно эродированные балки и балочные ответвления, расчлененные частыми промоинами, берега речных долин, оползневые участки, овраги всех типов.

В седьмую категорию включают неудобные земли, которые не могут быть использованы в сельском хозяйстве: обнажения, обрывы, скалы.

Выделения категорий земли по степени подверженности эрозии почв дает возможность наиболее рационально и комплексно внедрять почвозащитные мероприятия на всех земельных угодьях.

Простым и доступным агротехническим мероприятием по борьбе с водной эрозией является обработка почвы поперек склона. Она создает своеобразный микрорельеф пашни, в результате чего гребни, бороздки, рядки сельскохозяйственных культур препятствуют поверхностному стоку, способствуют проникновению воды в почву и повышают запасы влаги в пахотном горизонте, предотвращают смыв.

Часто в пределах одного поля, пересеченного ложбинами и балками, встречаются участки различной крутизны и экспозиции склонов. При таком сложном рельефе поля необходимо правильно наметить направление вспашки, культивации и посева, с тем чтобы микрорельеф максимально способствовал предотвращению стока и смыва. Однако с увеличением крутизны склона только обработки почвы поперек склона для предотвращения развития эрозионных процессов становится недостаточно.

Важным средством регулирования поверхностного стока является углубленная пахота, которая способствует лучшему впитыванию почвой влаги, уменьшает поверхностный сток и тем самым ослабляет разрушительное действие водной эрозии. Вместе с тем на глубокоовспаханном поле растения более длительный период могут переносить засуху и мокрую погоду, глубоко пускать корни и создавать прочный защитный покров, быть устойчивее к колебаниям температуры.

Но сплошная глубокая пахота значительно дороже обычной, поэтому для борьбы с водной эрозией разработаны методы полосного глубокого рыхления почвы, которое значительно уменьшает развитие процессов смыва и повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

Большую роль в задержании талых и ливневых вод может сыграть щелевание – нарезка поперек склонов щелей глубиной 40-50 см с расстоянием между ними 70-180 см в зависимости от крутизны склона. Этот прием не препятствует механизированной обработке и уходу за посевами, а на выгонах и пастбищах не уничтожает естественную растительность, защищающую почву.

Повышению накопления влаги, регулированию стока, предотвращению смыва способствует кротование почвы. Для этой цели на корпусах плуга ставят специальные кротователи, которые на глубине 35-40 см создают кротовины диаметром 6-8 см через 70-140 см. Кротование значительно

улучшает водопроницаемость, воздушный и водный режим почвы, предотвращает развитие смыва.

Значительную роль в борьбе с эрозией почвы играют удобрения. Применение органических и минеральных удобрений в сочетании с другими агротехническими приемами оказывает большое влияние на почвообразовательные и биохимические процессы. Удобренная почва способствует лучшему развитию посеянных растений, а они надежнее защищают почву от эрозии.

Очень существенно снижают лесополосы испарение в жаркие месяцы года; установлено их положительное влияние на засоление почв, на снижение смыва их потоками воды. Последнее особенно важно для степных районов. Почва под лесом промерзает меньше, чем в открытом поле, примерно на 20 сантиметров. Соответственно более чем в 10 раз уменьшается здесь и сток весенней воды. Значит, меньше и смыв почвы.

После леса лучший защитник почв от эрозии – луг. Одним из первых экспериментально изучил процесс ветровой эрозии Г. Высоцкий. В 1894 году он установил влияние состояния поверхности почвы на скорость ветра вблизи ее. Травы успешно защищают почву не только от ветра, но и от размывающего действия воды.

Облесение склонов и их залужение – основные способы борьбы с водной эрозией и овражным расчленением земли. Обычно наиболее крутые склоны засеиваются многолетними травами.

## Контрольные вопросы

1. Что собой представляет агролесомелиорация?
2. Какое значение имеет агролесомелиорация для сельского хозяйства и окружающей среды?
3. Какие выделяют виды агролесомелиорации?
4. Какими показателями характеризуются основные элементы агролесомелиорации?
5. Какими бывают лесные полосы?
6. Как размещают лесозащитные полосы?
7. Какие выполняют функции защитные лесные насаждения на орошаемых землях?
8. Что относится к основным лесомелиоративным противозерозионным мероприятиям?
9. Что собой представляет эрозия почв?
10. Какая бывает эрозия почв?
11. Какие можно выделить способы защиты от ветровой эрозии?
12. Какие выделяют категории земель, в разной степени подверженных воздействию водной эрозии?
13. Какие можно выделить способы защиты от водной эрозии?

## Тема 7. КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ

**Культуртехническая мелиорация** включает в себя комплекс работ по расчистке земель от древесной и травянистой растительности, кочек, пней, мха, камней и иных предметов, рыхление, пескование, глинование, землевание, плантаж и первичную обработку почвы и иные культуртехнические работы.

Заращение сельскохозяйственных угодий кустарником приводит к систематическому уменьшению их площади и является крайне нежелательным.

На полях, засоренных камнем, понижается качество обработки почвы и посевов, а уборку сельскохозяйственных культур приходится вести на повышенном срезе стеблей. Камни, оказавшиеся на поверхности земли, вызывают поломки и повышенный износ рабочих органов сельскохозяйственных машин и тракторов.

Для рационального использования земель, нуждающихся в культуртехническом улучшении, необходимо провести исследования.

На их основании составляют культуртехнические карты, в которых выделяют контуры технологических особенностей поверхности:

- степень залесенности и закустаренности;
- видовой состав древесно-кустарниковой растительности;
- высоту и диаметр деревьев и кустарников;
- возраст пней (свежие или сгнившие);
- степень засоренности валунами и их средние размеры;
- почвенный покров, наличие кочек и их высоту и т. п.

На основании культуртехнических карт составляют проекты проведения работ, их технологию и сметную стоимость.

К основным культуртехническим работам относят следующие:

- освобождение земель от древесно-кустарниковой растительности, древесины, камней и др.;
- уничтожение кочек и мха;
- уборку камней;
- планировку и первичную обработку почв;
- глубокое рыхление почвенного грунта, включая разравнивание земельных куч и валов, засыпку ям и рвов.

Культуртехнические работы проводят в течение года.

*Сначала расчищают земли от древесной растительности.* Наибольший объем работ приходится на удаление древесно-кустарниковой растительности и пней. Расчистку земель от древесной растительности начинают с выбора всей деловой ее части. Затем мелкоколесье и кустарники срезают кусторезами, а оставшиеся пни и корни удаляют корчевальными машинами, после чего древесную массу вычесывают корчевальными

боронами или измельчают и перемешивают с почвой машинами для фрезерования кустарника. При удалении древесно-кустарниковой растительности неизбежен вынос гумусового слоя почвы, который компенсируется повышенными дозами органических удобрений.

Затем корчуют кустарники и пни с помощью специальных корчевателей-погрузчиков, навешиваемых на гусеничные тракторы. Корчевание кустарников и пней, а затем сгребание их в валы очень удобно осуществлять зимой, так как механическая эрозия замороженной почвы при этом минимальная. Весной и летом сжигают собранные валы, корчуют крупные камни-валуны, пашут мелиорируемые земли, убирают мелкие и средние камни, проводят планировку земли.

Камни удаляются с поверхности почвы и скрытые на глубине до 0,30 м. Уборка камней производится в два этапа – крупные и средние валуны удаляют корчевателями одновременно или сразу же после вывоза мелкоколосья и кустарника. Затем камнеуборочными машинами (УПК-0.6, МКП-1.5) убирают камни, извлеченные при обработке почвы.

По завершении расчистки земель от древесно-кустарниковой растительности и валунов или после осушения болот необходимо сначала создать пахотный слой почвы, а затем его окультурить.

В разнообразных условиях эффективны различные приемы первичной обработки почв. Обработка болотных целинных почв и выбор почвообрабатывающих орудий зависит от типа и влажности почвы, мощности перегнойного пласта и состояния дернины, степени и характера засоренности участка.

Для разделки сильно закоряченных и задерненных почв на осушенных болотах применяют фрезерование – обработку почвы с помощью навесного фрезерного барабана, обеспечивающего интенсивное рыхление и тщательное перемешивание грунта. Рабочий орган навесного фрезерного барабана – фреза с ножами вращается по направлению движения трактора, на который это почвообрабатывающее орудие навешивается. Фреза срезает клиновидную почвенную стружку, разрыхляет ее и бросает на решетку кожуха. Так фреза за один проход рыхлит пласт почвы.

Удаление кочек высотой 0,1-0,15 м производят тяжелыми дисковыми боронами за несколько проходов или фрезами. Более высокие кочки срезают бульдозерами или разделяют машинами типа МПГ-1.7, МТП-42. В зимнее время кочки удаляют при глубине промерзания почвы не более 0,1 м и высоте снега до 0,15 м.

Выравнивание поверхности почвы включает капитальную планировку и выравнивание микрорельефа. Осуществляют эти работы бульдозерами, скреперами, грейдерами, планировщиками и аналогичными машинами.

*Окультуривание осушаемых земель* – важнейшее условие получения высоких урожаев и повышения продуктивности мелиорируемых земель.

Комплекс окультуривания и повышения плодородия включает следующие основные мероприятия: систему обработки почвы мелиоративной направленности, подбор наиболее продуктивных культур и введение севооборотов, систему удобрений, известкование и гипсование, добавление минерального грунта к торфяным почвам.

Для скорейшего окультуривания торфоболотных почв в качестве предварительных культур возделывают пропашные на протяжении 2-3 лет. На почвах, где после культуртехнических работ остаются камни, корневые остатки, в первый год рекомендуется высевать однолетние и многолетние травы, на второй – озимые и картофель, на третий – пропашные. На низинных болотах в первый год освоения можно сеять овес, озимую рожь, на второй год – пропашные.

*Планировка орошаемых земель* – выравнивание поверхности орошаемой территории в горизонтальной плоскости или с приданием ей нужного уклона, а также устранение небольших неровностей путем перемещения грунтов с бугров в низины.

Основной целью планировки земель в сельском хозяйстве является устранение неровности поверхности поля, которая затрудняет проведение поливных и механизированных агротехнических мероприятий. Ровная поверхность поля обеспечивает эффективное использование оросительных вод, их равномерное распределение по полю и увлажнение почвы, способствует равномерному росту посевов за счет заделки семян на одинаковую глубину при посеве и, следовательно, дальнейшему равномерному росту растений и получению высокого урожая.

Степень выравнивания поверхности поля зависит от способа и техники полива, орошаемых культур, рельефных и почвенно-грунтовых условий.

Орошаемая культура в некоторой степени предопределяет технику полива. Например, рис поливают затоплением; пропашные культуры, овощные и плодовые – по бороздам и дождеванием; культуры узкорядного сева (зерновые, травы) – по полосам и дождеванием.

В соответствии с техникой полива предъявляют требования и к планировке поверхности земли. Для орошения риса затоплением поверхность чеков планируют под горизонтальную плоскость.

Планировку под полив пропашных культур, культур сплошного сева, садов и виноградников выполняют под так называемую топографическую поверхность с наибольшим приближением проектной поверхности к существующей и допуском изменения уклонов на каждом пикете при плавных сопряжениях.

Планировка под наклонные плоскости допускается на участках с малыми уклонами (до 0,002) и при условии, что объем работ и дальность перевозок грунта не увеличиваются больше чем на 10 % по сравнению с планированием под топографическую поверхность.

На спланированной поверхности должны быть только положительные уклоны в направлении полива до 0,02 (как исключение, до 0,03) и до 0,002 в поперечном направлении. Поперечный уклон должен быть только одного направления и может равняться нулю. Безуклонные участки в продольном направлении допускаются длиной не более 20-40 м для площадей, поливаемых по бороздам и полосам, и не ограничены для площадей, поливаемых дождеванием.

Наилучшие условия для равномерного увлажнения почвы при поливах по бороздам и полосам создаются на поверхности с уклонами, постепенно уменьшающимися в продольном, и без уклонов в поперечном направлении.

Во время планировки на части площади срезают верхний, наиболее плодородный слой почвы. Чем больше глубина срезки почвы, тем ниже ее плодородие.

На сероземах в Средней Азии естественное плодородие восстанавливается на второй-третий год после планировки, а если внести органические и минеральные удобрения на места срезов до 60 см, то урожайность хлопчатника в первый же год почти полностью восстанавливается.

На черноземах, каштановых, светло-каштановых и других почвах плодородие на срезах восстанавливается очень медленно. Поэтому величину срезов следует назначать осторожно.

Для почв с неглубоким залеганием галечниковых горизонтов мощность верхнего мелкоземлистого слоя после планировки принимают больше 40 см. Если этот слой меньше 40 см, то планировка недопустима и полив ведут дождеванием.

Планировку выполняют обычным способом и с сохранением верхнего слоя почвы.

При планировке обычным способом, являющимся основным, грунт с повышенных мест (срезок) срезают сплошным слоем и перемещают в пониженные места (насыпи).

Способ планировки с сохранением верхнего слоя почвы имеет четыре разновидности: кулисный; по полосам с двукратным перемещением верхнего слоя почвы; по полосам с однократным перемещением верхнего слоя; буртованием.

### **Виды планировок орошаемых земель:**

1. *Капитальная планировка* производится в период освоения при сооружении новых оросительных систем с использованием тяжелых планировщиков, скреперов, грейдеров, бульдозеров и повторяется через несколько лет по мере нарушения поверхности почвы. При планировке земель с повышенных участков поверхности срезаются и засыпаются в пониженные. В процессе планировки в необходимых случаях создаются небольшие уклоны (для гравитационных методов полива: по бороздам,

полосам и др.). Капитальная планировка приводит к нарушению почвенного покрова и понижению плодородия почв на срезках.

Сплошная планировка методом срезок и засыпок имеет ограничения, нормы срезок определяются мощностью плодородного гумусового слоя. Как правило, не допускается срезка гумусового горизонта более чем на половину мощности этого слоя. При малой мощности гумусового горизонта и больших различиях в физических, биохимических и др. свойствах верхнего пахотного и подпахотного горизонтов проводятся особые виды планировок: кулисная, с предварительной срезкой и буртованием гумусового горизонта, затем выравниванием поверхности и потом равномерным распределением ранее срезанной почвенной массы по поверхности.

С освоением новых земель со сложным рельефом и большим перепадом высоких и низких поверхностей при планировках затрагивается значительная мощность почвенного профиля, нередко срезается не только гумусовый, но и нижерасположенные горизонты. Для таких почв, как сероземы на лессах, такая планировка не имеет катастрофических последствий: лесс имеет хорошие физические и другие свойства и легко окультурируется. Со временем плодородие на срезках и насыпках выравнивается.

В других случаях, когда при планировках обнажались каменистые или другие бесплодные слои, использование таким образом спланированных земель под орошение становилось невозможным, в результате земли забрасывали или проводили дорогостоящие работы по рекультивации почвенного покрова. Поэтому проведению капитальных планировок должны предшествовать специальные изыскания и составление проектов.

*Капитальную планировку выполняют в следующем порядке:*

- 1) подготовка поверхности поливного участка;
- 2) производство геодезических работ;
- 3) проектирование планировочных работ;
- 4) строительная разбивка;
- 5) производство планировочных работ.

В состав работ по подготовке поверхности поливного участка входят:

- очистка площади участка от камыша, сорняков, пожнивных остатков, кустарника, пней и камней;
- вспашка и боронование поверхности участков со сложным микрорельефом, с последующими проходами (1-2) длиннобазового планировщика;
- сглаживание поверхности участков старопахотных земель 1-2 проходами тяжелого грейдера или длиннобазового планировщика без предварительной вспашки и боронования.

В зависимости от рельефа, условий командования и способа полива различают капитальную планировку под топографическую (криволинейную) поверхность или наклонную плоскость (для поливов по бороздам и

полосам) и под горизонтальную плоскость – для поливов затоплением (на рисовых системах).

Для уменьшения объема планировочных работ проектирование ведут с наибольшим приближением к существующему рельефу, т.е. под топографическую поверхность.

Планировку под наклонную плоскость осуществляют при сложных почвенно-мелиоративных условиях (необходимость промывок земель и др.). Поверхность рисовых чеков при поливе затоплением планируют под горизонтальную плоскость.

Объем капитальных планировочных работ колеблется в больших пределах – от 50 до 600 м<sup>3</sup> на 1 га и более – и зависит от микрорельефа планируемых земель.

За неделимую проектную площадку принимают поливной участок (15-40 га), ограниченный постоянными каналами оросительной сети. Проектирование внутрихозяйственной оросительной сети, как правило, совмещают с проектом планировочных работ с тем, чтобы нарезку оросителей проводить по спланированной поверхности.

Проектирование ведется на основе высотно-плановой съемки в масштабе 1:2000 с опорной геодезической сетью в виде квадратов размером 200×200 и сети 100×100 м, стороны которых соответственно параллельны и перпендикулярны направлению полива.

С помощью опорной сети разбивают заполняющую сеть квадратов размером 20×20 или 40×40 м, нивелируют ее, нанося на план горизонтали с сечением рельефа через 0,25 м. Такой план служит основой для составления рабочих чертежей капитальной планировки. Рабочие чертежи на планировочные работы составляют в виде продольных профилей или топографических планов.

Рабочий чертеж планировки поливного участка, составленный по профилям, состоит из базисной линии, провешенной, как правило, перпендикулярно основному направлению полива, с разбивкой на базисе пикетажа через 20 м. Базис располагают за верхней границей поливного участка или у основания приканальной дамбы внутрихозяйственного распределителя, в 10 м от нее или на гребне дамбы.

Перпендикулярно базису, по направлению поливов, через каждые 20 м назначают параллельные створы, на которых разбивают пикетаж через 20 м; масштаб створов 1:2000. Затем по створам в каждой точке выписывают отметки поверхности земли, на основе которых вычерчивают совмещенные с планом продольные профили с вертикальным масштабом 1:100 или 1:50. На продольные профили наносят линии проектной поверхности планируемого участка с учетом сбалансирования объема срезов и подсыпок на каждой полосе или смежным полосам, не допуская уступов поперек полос, а тем более обратных уклонов.

Объем срезок и подсыпок балансируют так, чтобы объем срезок на 10-15 % был больше объема подсыпок, так как верхний срезаемый слой почвы более рыхлый, чем подпочва, отметки поверхности срезок после вспашки поля повышаются, а подсыпки оседают.

2. *Эксплуатационная (текущая) планировка* – это ежегодная легкая обработка поверхности земли, предусматривающая выравнивание относительно небольших неровностей. Ее иногда называют и сезонной планировкой. При проведении вспашки образуются большие комья земли, которые нужно измельчить, а также выровнять неровности поля. Текущая планировка проводится длиннобазовыми планировщиками или молотками с легким выравнивающим эффектом.

Недостатком планировочных работ, проводящихся длиннобазовыми или короткобазовыми планировщиками, являются возникающие неровности на поверхности поля, которые превышают длину базы машин.

Эксплуатационной (текущей) планировкой устраняют мелкие неровности поверхности почвы, возникающие при обработке почвы в результате проходов машины, остатков временной оросительной и осушительной сети. Поэтому на орошаемых полях даже после капитальной планировки необходимо ежегодно проводить эксплуатационную планировку. Выравнивать поле необходимо перед посевом, культивацией, после вспашки на зябь и в других необходимых случаях. На планировке после вспашки поля наиболее эффективно применять длиннобазовые планировщики, грейдеры и выравниватели.

Эксплуатационная (текущая) планировка выполняется как агротехническое мероприятие перед посевами сельхозкультур с целью сохранения рельефа, созданного при капитальной планировке.

Эксплуатационную планировку поверхности полей проводят регулярно перед посевом сельхозкультур, используя различные планировочные орудия и один раз в 2-3 года – длиннобазовыми планировщиками.

При эксплуатационной планировке поверхности полей ликвидируются мелкие впадины и возвышения, разъемные борозды, свальные гребни и другие неровности. Поверхность разрыхленного на глубине 5-7 см поля выравнивают за 1-2 прохода машины (первый проход под углом к направлению пахоты).

Эксплуатационную планировку ежегодно проводят для устранения мелких неровностей поля. При эксплуатационной планировке производят вспашку и выравнивание поверхности орошаемого поля. Осенью ее проводят после вспашки поля под зябь, весной – перед посевом.

Затраты на культуртехнические мелиорации обычно окупаются за 1-2 года.

### **Разработка комплексной системы мер борьбы с сорняками.**

К биологическим особенностям сорняков относят:

- высокую семенную продуктивность;
- различные способы распространения;
- высокую сохранность семян в почве;
- наличие периода биологического покоя;
- способность размножаться вегетативным путем.

*Сурепка обыкновенная* – *Barbarea vulgaris*. Относится к семейству капустных. Распространена повсеместно, предпочитает увлажненные места, рыхлые плодородные почвы. Является обременительным сорняком и засоряет посевы озимых, многолетних трав, пастбища. Высококонкурентна за счет быстрого роста в высоту в начале весны. Может развиваться как двулетник, а на плодородных почвах как корнеотпрысковый сорняк.

Корень стержневой. Стебель прямой, ветвистый, голый, высотой 30...80 см. Листья очередные, прикорневые, с продолговатыми долями верхние стеблевые продолговатые или обратнойцевидные, сидячие. Цветки желтые, в пирамидальной метелке. Плод выпукло-четырехгранный многосемянный стручок. Семена овально-сплюснутые, серовато-бурые. Масса 1000 семян 0,5...0,75 г.

*Василек синий* – *Centaurea cyanus*. Относится к семейству астровых. Типично полевое растение, имеет яровые и озимые формы, причем последние преобладают. Сильно засоряет озимые, многолетние травы, яровые и пропашные культуры. Наиболее обилен, вредоносен и трудно искореним в озимых.

Корневая система стержневая. Стебель прямой или ветвистый, высотой 25...100 см. Верхние листья линейные, цельные, средние – цельные или с зубчиками ланцетной формы, нижние – рассеченные. Стебель и листья с паутинистым опушением. Цветет с июня до осени, цветки синие, собраны в корзинки. Плод – семянка с непадающим хохолком овально-обратнойцевидной формы. На хорошо развитых растениях образуется до 7 тыс. семян. Минимальная температура прорастания 3... 5 °С. Прорастают семена с глубины до 5 см.

Василек синий чувствителен к широко применяемым послевсходовым гербицидам группы 2,4Д, диалену, ковбою, кроссу, фенфизу, базаграну и др.

*Конопля сорнополевая* – *Cannabis ruderalis* Janisch. Относится к семейству коноплевых. По внешнему виду похожа на культурную коноплю, являясь ее специализированным сорняком. Распространена в центральных и южных районах европейской части России, в Сибири, на Урале, Кавказе. Распространение часто носит очаговый характер. Предпочитает плодородные почвы, засоряет коноплю посевную, гречиху, просо, широко произрастает по обочинам дорог, насыпям, полосам отчуждения, залежам, балкам и в других местах. Используют в медицине, а также при защите растений как отпугивающее средство против тли, блошек, жуков, клопов.

Корневая система стержневая, ветвистая. Стебли прямостоячие, ребристые, ветвистые, хорошо облиственные, высотой до 1,5 м. Листья супротивные, рассеченные на 5...9 сегментов, зубчатые. Растение двудомное. Мужские соцветия метельчатые, кистевидные, расположены на вершине стебля, женские – одноцветковые, собранные в пазухах верхних листьев. Плод – яйцевидный, овальный, сдавленный орешек, желтовато- или зеленовато-серый, пятнистый. Длина орешков до 4 мм, ширина до 3 мм. Масса 1000 орешков 12...25 г. Семядоли длиной до 10 мм, шириной до 5 мм, обратнойцевидные, сидячие, покрыты мелкими волосками.

Для борьбы с коноплей сорной рекомендуют своевременную и качественную обработку почвы; в паровых полях весной после массового прорастания семян проводят вспашку.

*Осот огородный* – *Sonchus oleraceus* L. Относится к семейству астровых. Распространен повсеместно. Засоряет овощные, пропашные, луга, сады, огороды. Как рудеральное растение встречается около жилья, по дорогам, мусорным местам. Предпочитает плодородные увлажненные почвы. Обладая мощной надземной частью, является конкурентом культурных растений. Экономический порог вредоносности не превышает 3 шт/м<sup>2</sup>.

Корневая система стержневая, сильноразвитая. Стебель прямой, голый, полый, часто ветвится от основания, высотой до 1 м и более. Верхние листья стоячие, мягкие, крупные, перисторассеченные, острозубчатые, с крупной треугольной конечной долей, нижние – суженные, на черешках, стеблеобъемлющие. Цветки желтые, язычковые, в корзинках. Плод – овально-удлиненная коричневато-бурая, коричневая или светло-желтая семянка с белыми летучками. Длина 2,5...3,5 мм, ширина 1,2...3, толщина до 0,3 мм. Масса 1000 семян до 0,5 г.

Всходы появляются с поверхности почвы и с глубины не более 3 см. Минимальная температура прорастания семян 2...4 °С, оптимальная 22...24 °С. Семядоли длиной 5...8 мм, шириной 3...5 мм, эллиптические или обратнойцевидные. Наряду с осотом огородным часто встречается схожий с ним осот шероховатый (колючий).

*Лапчатка серебристая* – *Potentilla argentea*. Относится к семейству розовых. Распространена повсеместно. Засоряет многолетние травы, овощные культуры, луга, пастбища. Предпочитает освещенные местообитания, влагообеспеченные плодородные почвы. Наряду с лапчаткой серебристой встречаются лапчатка гусиная, двувильчатая, неблестящая, низкая, прямостоячая, средняя и др. Размножается семенами и вегетативно. Используется в медицине.

Корневая система стержневая, разветвленная. Стебель восходящий, покрыт серебристо-войлочными волосками, высотой до 50 см. Листья очередные, пальчатые, пятираздельные, только верхние тройчатые. Нижние листья на коротких черешках, верхние сидячие. Все листья снизу по-

крыты войлочным опушением, сверху ярко-зеленые, голые. Цветки собраны на верху стебля в щитовидную метелку, желтые. Цветет с июня по сентябрь. Плод – яйцевидная и почковидная семянка, темно-серая или светло-коричневая. Длина до 1 мм, ширина 0,5...0,75, толщина 0,25...0,5 мм. Масса 1000 семян около 0,1 г. Плодовитость одного растения от 28 до 500 тыс. семян. Свежесозревшие семена имеют низкую (0,75...20 %) всхожесть, прорастают с поверхности почвы и с глубины не более 2 см.

*Одуванчик лекарственный* – *Taraxacum officinale*. Относится к семейству астровых. Злостный повсеместно распространенный сорняк, обладает высокой конкурентной способностью по отношению к культурным и сорным растениям. Наиболее сильно засоряет луга, пастбища, многолетние травы, сады, огороды и участки несельскохозяйственного пользования.

Корень короткоутолщенный, проникает в глубь почвы до 50 см. Стебель в виде полых в самой верхней части опушенных стрелок, высотой 15...30 см, заканчивается крупной корзинкой. Листья в прикорневой розетке обратноланцетные, струговидно-надрезанные, сверху голые, снизу опушенные. Цветки язычковые, внутренние трубчатые, золотисто-желтые. Плод – клиновидная сдавленно-четырехгранная семянка. Масса 1000 семян 0,5...0,75 г.

Основные меры борьбы – подрезка корневой системы на глубину 10...15 см. Чем раньше ее проводят, тем она эффективнее. При подрезке корней в мае гибель сорняка составляет 94 %, в июне – 77, в июле – 44, в августе – 0 %. Подкашивание во время массового цветения уменьшает образование семян. Устойчив к большинству гербицидов. На ранних стадиях роста и развития подавляется 2,4-Д, диаленом, МЦПА, мекопропом-П, базаграном.

*Оценку засоренности посевов* проводят для ознакомления с условиями засоренности, определения степени засоренности сорной растительностью. После этого оформляют карту засоренности, где указывают наиболее вредоносные морфологические группы. Затем для каждого конкретного поля принимаются решения о применении гербицидов, выбираются препараты.

Самая большая засоренность в посевах: у овса – многолетние двудольные и малолетние двудольные, у пшеницы также как и у предшественника, у озимой ржи так же как у овса, у зернобобовых – малолетние двудольные и однодольные, у ячменя резко выражены многолетние двудольные и средне многолетние однодольные.

Практика земледелия показывает, что применение отдельных мер борьбы с сорняками не дает желательного эффекта. Поэтому необходим системный подход к снижению количества сорной растительности.

Далее в табл. 12 приведен пример системы мероприятий по борьбе с сорняками в полях севооборота.

Т а б л и ц а 12

## Система мероприятий по борьбе с сорняками в полях севооборота

Культура: Овес

Тип и степень засоренности: малол. двудольные – 3, многол. двудольные – 5

Наименование работ	Норма внесения, глубина обр. и т.д.	Срок проведения	Состав агрегата	Ожидаемый эффект
Ранневесеннее боронование	1-2 см	3.дек.апреля	ДТ-75 БЗСС-1,0	Задержка влаги
Предпосевное боронование	5-6 см	3.дек.апреля	Т-4А БЗСТ-1	Рыхление, уничтожение сорняков
Посев	5-6 см	3.дек.апреля	Т-4А СЗ-3,6	На заданную глубину
Прикатывание		Сразу за посевом	ДТ-75 3-КВГ-1,4	Уплотнение почвы
Боронование до всходов	1-2 см	Через 4-5 дней после посева	ДТ-75 БЗСС-1,0	Рыхление корки
Боронование по всходам.	1-2 см	1 дек.мая	ДТ-75 БЗСС-1,0	Рыхление и уничтожение сорняков
Уборка		2-3 дек. Августа.	ДОН-1500 ЖВН-6	Без потерь.
Лущение	10-12 см	1 дек. сентября	ДТ-75 ЛДГ-10	Подрезка истощение сорняков.
Зяблевая вспашка	В разброс	3 дек. сентября	К-701 ПЛН-9	Рыхление, перемешивание, заделка удобрений.

Культура: Пшеница

Тип и степень засоренности: малол. двудольные – 3, многол. двудольные – 4

Наименование работ	Норма внесения, глубина обр. и т.д.	Срок проведения	Состав агрегата	Ожидаемый эффект
Внесение орг. удобрения	В разброс	3 дек. сентября	МТЗ РОУ-5	Обогащение почвы питательными веществами.
Лущение	10-12 см	Сразу по удобрениям	ДТ-75 ЛДГ-10	Подрезка истощение сорняков. заделка удобрений
Ранневесеннее боронование	1-2 см	3.дек.апреля	ДТ-75 БЗСС-1,0	Задержка влаги.
Предпосевное боронование	5-6 см	1 дек. мая	Т-4А БЗСТ-1	Рыхление, уничтожение сорняков
Посев	5-6 см	1 дек. мая	Т-4А СЗ-3,6	На заданную глубину
Прикатывание		Сразу за посевом	ДТ-75 3-КВГ-1,4	Уплотнение почвы
Боронование до всходов	1-2 см	Через 4-5 дн. после посева	ДТ-75 БЗСС-1,0	Рыхление корки
Боронование по всходам.	1-2 см	2 дек.мая	ДТ-75 БЗСС-1,0	Рыхление и уничтожение сорняков
Обработка гербицидами	Кросс.ВГР (92+47 г/л)	2 дек. Июня.	МТЗ ОПШ-5	Уничтожение сорняков

Продолжение табл. 12

Культура:Озимая рожь

Тип и степень засоренности: малол. двудольные – 3, многол. двудольные – 5

Наименование работ	Норма внесения, глубина обр. и т.д.	Срок проведения	Состав агрегата	Ожидаемый эффект
Посев	7-8 см	23-28 августа	Т-4А СЗ-3,6	На заданную глубину
Прикатывание		Сразу за посевом	ДТ-75 З-КВГ-1,4	Уплотнение почвы
Боронование до всходов	1-2 см	Через 4-5 дней после посева	ДТ-75 БЗСС-1,0	Рыхление корки
Внесение мин. удобрений в разброс по мёрзлой корке.	поверхностно	2 дек.апреля	ДТ-75 РУМ-5	Обогащение почвы питательными веществами
Внесение гербицидов	Пума – супер (100г/л)	3дек. апреля	МТЗ ОПШ-5	Уничтожение сорняков.
Весение боронование	1-2 см	3.дек.апреля	ДТ-75 БЗСС-1,0	Рыхление корки

Культура:Зернобобовые – горох

Тип и степень засоренности: малол. двудольные – 3, малол. однодольные – 3

Наименование работ	Норма внесения, глубина обр. и т.д.	Срок проведения	Состав агрегата	Ожидаемый эффект
Вспашка	22...25см	13 -15 сентября	ДТ – 75 ПЛН – 4 – 35	Рыхление пахотного горизонта и заделка семян сорных растений
Боронование	5...6см (в два следа)	23 – 24 апреля	ДТ – 75 БЗСТ – 1	Уничтожение сорняков
Культиваци (предпосев)	6...8см	1 – 2 мая	К – 701 КПС – 4	Подрезание сорняков
Посев с одновр. Внесением удобр.	5...6см	5 – 6 мая	ДТ – 75 СЗ – 3,6	Заделка в почву семян и удобрений
Прикатывание	5...6см	после посева	МТЗ–82 ЗККШ–6	Улучш. контакта семян с почвой
Боронование	3...4см	10 – 11 мая	ДТ – 75 БЗС – 1	Уничтожение малолетних сорняков
Опрыскивание	Базагран, 48 % (2-3 л/га)	В фазе 5-6 листьев	МТЗ – 82 ОП – 2000 – 1	Против двудольных

Культура: Ячмень

Тип и степень засоренности: многол. двудольные – 5, многол. однодольные – 3

Наименование работ	Норма внесения, глубина обр. и т.д.	Срок проведения	Состав агрегата	Ожидаемый эффект
Лущение	10-12 см	10-12 см	ДТ-75 ЛДГ-10	Подрезка истощение сорняков. Заделка удобрений
Вспашка	23 -28 сентября	20...23см	ДТ – 75 ПЛН – 4 – 35	Рыхление пахотного горизонта и заделка семян сорных растений
Ранневесеннее боронование	1-2 см	3.дек.апреля	ДТ-75 БЗСС-1,0	Задержка влаги
Предпосевное боронование	5-6 см	1 дек. мая	Т-4А БЗСТ-1	Рыхление. Уничтожение сорняков
Посев	5-6 см	1 дек. мая	Т-4А СЗ-3,6	На заданную глубину
Прикатывание		Сразу за посевом	ДТ-75 3-КВГ-1,4	Уплотнение почвы
Боронование до всходов	1-2 см	Через 4-5 дней после посева	ДТ-75 БЗСС-1,0	Рыхление корки
Боронование по всходам	1-2 см	2 дек.мая	ДТ-75 БЗСС-1,0	Рыхление и уничтожение сорняков
Обработка гербицидами	Лонтрим, ВК (360 г\л)	В фазу кущения	МТЗ ОПШ-5	Уничтожение сорняков

### Контрольные вопросы

1. Что собой представляет культуртехническая мелиорация земель?
2. Какие виды работ входят в состав культуртехнической мелиорации?
3. Что отражают в культуртехнических картах?
4. Каким образом осуществляется освобождение земель от древесно-кустарниковой растительности, древесины, камней?
5. Каким образом осуществляется освобождение земель от кочек и мха?
6. Каким образом осуществляется освобождение земель камней?
7. Каким образом осуществляется планировка земель?
8. Каким образом осуществляется первичная обработка почв?
9. Что относится к биологическим особенностям сорняков?
10. Каковы меры борьбы с сорняками?

## Тема 8. ХИМИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ

**Химическая мелиорация** – система мер химического воздействия на почву для улучшения её свойств и повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

При химической мелиорации из корнеобитаемого слоя почвы удаляются вредные для сельскохозяйственных растений соли, в кислых почвах уменьшается содержание водорода и алюминия, в солонцах – натрия, присутствие которых в почвенном поглощающем комплексе ухудшает химические, физико-химические и биологические свойства почвы и снижает почвенное плодородие.

### ***Виды или способы химической мелиорации:***

- *известкование почв* (в основном в нечернозёмной зоне) – внесение известковых удобрений для замены в почвенном поглощающем комплексе ионов водорода и алюминия ионами кальция, что устраняет кислотность почвы;

- *гипсование почв* (солонцов и солонцовых почв) – внесение гипса, кальций которого заменяет в почве натрий, для снижения щёлочности;

- *кислование почв* (с щелочной и нейтральной реакцией) – подкисление почв, предназначенных для выращивания некоторых растений (например, чая) при внесении серы, дисульфата натрия и др.

К химической мелиорации относят также внесение органических и минеральных удобрений в больших дозах, приводящее к коренному улучшению питательного режима мелиорируемых почв, например песчаных.

К химической мелиорации приходится прибегать в тех случаях, когда необходимо быстро изменить их неблагоприятные для растений свойства, повысить плодородие. Для этого в почву вносят химические соединения, улучшающие или изменяющие её свойства. В сельском хозяйстве наиболее часто применяют известкование кислых почв и гипсование, а иногда кислование щелочных.

Химическую мелиорацию целесообразно применять и для улучшения свойств солонцовых почв. Солонцовые почвы отличаются крайне неблагоприятными для растений свойствами, обусловленными присутствием в почвенном поглощающем комплексе (ППК) этих почв значительных количеств ионов натрия. Именно повышенное содержание в почве ионов натрия вызывает процесс осолонцевания почв, в результате чего образуются солонцы, обладающие плохими водно-физическими свойствами. Эти почвы отличаются высокой вязкостью, липкостью, сильным набуханием во влажном состоянии и способностью к уплотнению при иссушении, а также слабой физиологической доступностью влаги.

***Известкование кислых почв.*** Около половины всех пригодных для обработки земель в России расположено в нечерноземной зоне. Атмосфер-

ных осадков здесь выпадает достаточно, а временами и слишком много. Но урожаи на подзолистых и дерново-подзолистых почвах, преобладающих в этой зоне, невелики. Причина их низкого плодородия – недостаток питательных веществ, плохая структура и кислая реакция многих из них. Кислотность почвы вызывают органические и отчасти минеральные кислоты и водородный ион, находящийся на поверхности самых мелких, коллоидных частиц почвы.

Большинство сельскохозяйственных культур плохо растут на сильнокислых почвах и дают низкие урожаи.

*Особенно чувствительны к почвенной кислотности:*

- свекла;
- капуста;
- горчица;
- клевер;
- люцерна;
- эспарцет;
- донник;
- лук;
- чеснок;
- смородина.

*Несколько менее, но также чувствительны к повышенной кислотности:*

- пшеница;
- ячмень;
- кукуруза;
- фасоль;
- горох;
- брюква;
- турнепс;
- капуста цветная;
- огурцы;
- из плодовых – яблоня, слива, вишня;
- из трав – костер, лисохвост.

*Слабо чувствительны к кислой реакции:*

- овес;
- рожь;
- гречиха;
- тимофеевка.

Есть культуры, которые легко переносят повышенную кислотность и не нуждаются обычно в известковании почв. Некоторые из них повышают урожайность при неполном известковании, когда сильная кислотность сменяется слабой. Это лен, подсолнечник, морковь, петрушка, репа, редька.

Для нейтрализации почвенной кислотности в почву вносят:

- молотый известняк (известковую муку) или мел;
- жженую известь;
- туф;
- сланцевую или торфяную золу.

Но некоторые растения, например картофель, заболевают при избытке извести. В таких случаях лучше использовать молотый доломит, мергель, в которых помимо углекислого кальция содержится углекислый магний. Кальций и магний нужны и как удобрения.

В повышении плодородия кислых почв известкованию принадлежит одно из первых мест. Оно устраняет кислотность, переводит некоторые ядовитые соединения, например алюминия, в нерастворимую, а потому безвредную для растений форму и, наоборот, способствует растворимости некоторых других веществ, в том числе фосфатов (связывая подвижные алюминий и железо), и тем самым повышает доступность их для растений. Одновременно улучшаются условия жизни полезных микроорганизмов, их активность возрастает. В почве накапливаются гумусовые вещества, улучшающие ее структуру. Почва становится более водо- и воздухопроницаемой, ее легче обрабатывать.

В зависимости от степени кислотности почвы, количества в ней гумуса и глинистых частиц необходимо вносить в почву разное количество извести. Например, на глинистых почвах необходимо вносить примерно в полтора раза больше извести, чем на легкосуглинистых и супесчаных.

В известкованные почвы нужно обязательно вносить минеральные и органические удобрения. Только при этом условии можно получить наибольший эффект от устранения кислотности почв. Лучшие результаты дает внесение извести вместе с органическими и минеральными удобрениями. Известь повышает эффективность минеральных и органических удобрений на 25-50 %. Например, урожай ячменя и многолетних трав при внесении 20 т навоза и 6 т извести на гектар равен урожаю, который бывает при внесении 40 т навоза. Даже внесение половинных доз извести значительно повышает урожай. На известкованных почвах урожай озимой пшеницы повышается в среднем на 3-6 ц с гектара, яровой пшеницы, ячменя и ржи – на 2-5 ц, клевера на сено – на 10-15 ц, кормовых корнеплодов – на 60 ц.

Чем кислее почва, тем большие прибавки урожая дает внесение извести. Но одно известкование очень бедных почв может не дать положительного результата, так как известь понижает растворимость некоторых других веществ, например калия и микроэлементов. Поэтому на бедных почвах часто приходится при известковании вносить микроэлементы: бор, на некоторых почвах марганец, серу, молибден. Микроэлементы повышают не только урожайность растений, но и устойчивость их

против различных заболеваний. Известь, внесенная в почву, постепенно вымывается просачивающейся водой в более глубокие слои. Поэтому известкование необходимо повторять через каждые 7-10 лет.

#### ***Гипсование и кислование почв.***

Почвы степной зоны – черноземы, каштановые и другие обладают высоким естественным плодородием. Они характеризуются нейтральной реакцией и в химической мелиорации не нуждаются. Однако среди них встречаются почвы щелочные. Это, прежде всего, солонцы. Солонцы неплодородны, на них плохо развиваются даже дикорастущие растения. Сухие солонцы очень плотны и при обработке разбиваются на крупные глыбы. Вода на солонцах застаивается. Обрабатывать такие почвы очень трудно и часто бесполезно: урожая с них не получишь. Солонцы нередко встречаются небольшими пятнами среди других, более плодородных почв, занимая от 10 до 50 % всей площади. Это сильно осложняет использование хороших почв.

Неблагоприятные свойства солонца вызываются присутствием иона натрия на поверхности коллоидных частиц почвы. В присутствии натрия коллоидные частицы ведут себя иначе, чем с другими ионами, в результате чего эти почвы переходят в бесструктурное состояние.

Удалить из солонца натрий можно, только промыв его раствором какой-либо соли, например кальция. Ион кальция вытеснит натрий. После этого неблагоприятные свойства солонца исчезнут. Однако вносить в почву для вытеснения обменного натрия углекислый кальций, как делается при известковании, бесполезно. В солонцах он остается недействительным. Вносить надо более легко растворимую сернокислую соль кальция – тонко размолотый гипс или фосфогипс, в котором кроме гипса содержится 2-3 % фосфорного ангидрида. Обычно приходится вносить от 5 до 25 т сырого (водного) гипса на один гектар солонцов. Гипс рассыпают по поверхности почв, а затем запахивают.

Вместо гипса можно вносить хлористый кальций, его доставляют в виде концентрированного раствора с химических заводов, где он скапливается как отход при производстве соды. Хлористый кальций химически активнее гипса, но он плох тем, что связанный с ним ион хлора ядовит для растений. После мелиорации хлористым кальцием почвы нуждаются в более ускоренной промывке, что возможно только при искусственном орошении. После промывки солонцы становятся хорошими, плодородными почвами.

Солонцы, которые содержат углекислый кальций начиная с самого верхнего слоя, можно улучшать, внося в почву кислые промышленные отходы, лучше всего отходы от производства технической серной кислоты. Этот прием называется кислованием солонцов.

Кислование применяют также на почвах, засоленных содой. Эту самую токсичную из встречающихся в почвах солей не удастся удалить промывками. Приходится предварительно разрушить соду – соединить ион натрия с серноокислым ионом – и после этого промыть почву.

Например, расчет потребности в гербицидах для севооборота или для хозяйства ведут в следующей последовательности.

1. На основе соответствующих справочников, рекомендаций зональных научных учреждений и другой информации устанавливают оптимальную для конкретных условий норму выбранного гербицида.

2. Затем рассчитывают норму расхода препарата на всю площадь посева, подлежащую обработке данным гербицидом:

$$N = D_{\text{т}} \cdot S, \quad (18)$$

где  $N$  – общее количество препарата (гербицида) для опрыскивания посевов культуры, кг;

$S$  – площадь посева культуры, га;

$D_{\text{т}}$  – норма препарата (гербицида), кг/га.

3. Полученные данные заносят в таблицу (табл. 13).

Т а б л и ц а 13

Расчет потребности в гербицидах для севооборота

Название гербицида	Название культуры	Опрыскиваемая площадь	Норма расхода препарата кг\га (л\га).	Требуется препарата на площадь поля, кг (л)	Всего требуется препарата, кг (л)
Раундап	Пар	125	4	500	500
Банвел	Яр.пшеница	125	0,25	31,25	31,25
Кросс	Горох	125	0,13	16,25	16,25
Диален супер	Яр.пшеница	125	0,6	75	75
Кросс	Ячмень	125	0,13	16,25	16,25

Таким образом, химическая мелиорация – важная часть той огромной работы по коренному улучшению земель, которая должна осуществляться наравне с другими типами и видами мелиорации. На юге должно проводиться орошение и устранение засоления и щелочности почв, на севере – осушение переувлажненных земель и вестись борьба с вредной кислотностью почв.

### Контрольные вопросы

1. Что собой представляет химическая мелиорация земель?
2. Какое значение имеет химическая мелиорация для сельского хозяйства?

3. Как можно повысить эффективность химической мелиорации?
4. Что собой представляет известкование кислых почв?
5. Какие культуры особенно чувствительны к почвенной кислотности?
6. Какие культуры чувствительны к почвенной кислотности?
7. Какие культуры менее чувствительны к почвенной кислотности?
8. Какие культуры слабо чувствительны к почвенной кислотности?
9. Что вносят в почву для нейтрализации почвенной кислотности?
10. Что собой представляют солонцы?
11. Как можно бороться с солонцами?
12. Когда применяется кислование почв?
13. Как можно рассчитать потребность в гербицидах для севооборота?

## Тема 9. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

**Рекультивация** (лат. re – приставка, обозначающая возобновление или повторность действия; cultivo – обрабатываю, возделываю) – комплекс работ по экологическому и экономическому восстановлению земель и водоёмов, плодородие которых в результате человеческой деятельности существенно снизилось.

Рекультивация нарушенных земель осуществляется для восстановления их для сельскохозяйственных, лесохозяйственных, водохозяйственных, строительных, рекреационных, природоохранных и санитарно-оздоровительных целей.

Рекультивация для сельскохозяйственных, лесохозяйственных и других целей, требующих восстановления плодородия почв, осуществляется последовательно в два этапа: технический и биологический.

*Технический этап* предусматривает планировку, формирование откосов, снятие и нанесение плодородного слоя почвы, устройство гидротехнических и мелиоративных сооружений, захоронение токсичных вскрышных пород, а также проведение других работ, создающих необходимые условия для дальнейшего использования рекультивированных земель по целевому назначению или для проведения мероприятий по восстановлению плодородия почв (биологический этап).

Сроки проведения технического этапа рекультивации определяются органами, предоставившими землю и давшими разрешение на проведение работ, связанных с нарушением почвенного покрова, на основе соответствующих проектных материалов и календарных планов.

При проведении военных учений, геологоразведочных, поисковых, изыскательских и других работ, не связанных с изъятием земель, сроки рекультивации определяются по согласованию с собственниками земли, землевладельцами, землепользователями, арендаторами.

*Биологический этап* включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на улучшение агрофизических, агрохимических, биохимических и других свойств почвы.

Рекультивации подлежат земли, нарушенные при:

- разработке месторождений полезных ископаемых открытым или подземным способом, а также добыче торфа;
- прокладке трубопроводов, проведении строительных, мелиоративных, лесозаготовительных, геологоразведочных, испытательных, эксплуатационных, проектно-изыскательских и иных работ, связанных с нарушением почвенного покрова;
- ликвидации промышленных, военных, гражданских и иных объектов и сооружений;

– складировании и захоронении промышленных, бытовых и других отходов;

– строительстве, эксплуатации и консервации подземных объектов и коммуникаций (шахтные выработки, хранилища, метрополитен, канализационные сооружения и др.);

– ликвидации последствий загрязнения земель, если по условиям их восстановления требуется снятие верхнего плодородного слоя почвы;

– проведении войсковых учений за пределами специально отведенных для этих целей полигонов.

Условия приведения нарушенных земель в состояние, пригодное для последующего использования, а также порядок снятия, хранения и дальнейшего применения плодородного слоя почвы, устанавливаются органами, предоставляющими земельные участки в пользование и дающими разрешение на проведение работ, связанных с нарушением почвенного покрова, на основе проектов рекультивации, получивших положительное заключение государственной экологической экспертизы.

Перечень материалов, представляемых при обращении за разрешением на проведение внутрихозяйственных работ, связанных с нарушением почвенного покрова:

1. Заявление, в котором указывается:

а) вид работ, способ и сроки разработки, объем добычи и для каких целей;

б) площадь нарушаемых земель по видам угодий и почвенным разностям, глубина разработки;

в) финансовые и технические возможности для снятия плодородного слоя почвы (при необходимости, нижележащих потенциально плодородных пород) и последующей рекультивации земель, данные о привлекаемых для этих целей подрядных организациях;

г) площадь, мощность и объем снимаемого плодородного слоя почвы, место и срок его хранения, дальнейшее использование;

д) дата окончания технического этапа рекультивации, срок восстановления плодородия рекультивируемых земель и их дальнейшее использование, перечень мероприятий по улучшению рекультивированных земель (биологический этап рекультивации);

е) наличие в границах землепользования ранее нарушенных земель, а также территорий с особыми условиями использования (санитарные и охранные зоны, земли природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения и пр.).

2. Чертеж (план) землепользования с нанесенными границами мест добычи общераспространенных полезных ископаемых или проведения других работ, складирования плодородного слоя почвы и, при необходимости, потенциально плодородных пород.

3. Схема (проект) рекультивации нарушенных земель.
4. Документ, подтверждающий оплату рассмотрения заявления.
5. Согласования с заинтересованными государственными органами и организациями, а также другие материалы, определенные органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и местного самоуправления.

*Основания для разработки проекта рекультивации земель:*

1. Основные положения о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы. 1995
2. ГОСТ 17.5.1.01-83 (2002) Рекультивация земель. Термины и определения.
3. ГОСТ 17.5.3.04-83 (1986) Общие требования к рекультивации земель.
4. ГОСТ 17.5.3.05-84 (2002) Рекультивация земель. Общие требования к землеванию.
5. ГОСТ 17.5.1.02-85 Классификация нарушенных земель для рекультивации.
6. ГОСТ 17.5.1.03-86 (2002) Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель.
7. ГОСТ 17.5.3.06-85 (2002) Охрана природы. Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при проведении земляных работ.
8. ГОСТ 17.4.3.02-85 (2003) Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
9. ГОСТ 17.5.3.06-85 Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
10. ВСН 179-85 Инструкция по рекультивации земель при строительстве трубопроводов.
11. РД 39-00147105-006-97 Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов.
12. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов твердых бытовых отходов. 1996.
13. ТСН 30-308-2002 Проектирование, строительство и рекультивация полигонов твердых бытовых отходов в Московской области.
14. РД 34.02.202-95 Рекомендации по рекультивации отработанных золошлакоотвалов тепловых электростанций.
15. РД 07-35-93 Методические указания по организации и осуществлению контроля за горнотехнической рекультивацией земель, нарушенных горными разработками.

16. ВРД 39-1.13-058-2002 Применение бентонитовых составов в рекультивации техногенных песчаных субстратов на северных месторождениях.

17. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. 1995.

18. ГОСТ 17.5.4.01-84 (2002) Охрана природы. Рекультивация земель. Метод определения рН водной вытяжки вскрышных и вмещающих пород.

19. ГОСТ 17.5.4.02-84 (2002) Охрана природы. Рекультивация земель. Метод измерения и расчета суммы токсичных солей во вскрышных и вмещающих породах.

20. ГОСТ 17.5.1.06-84 (2002) Охрана природы. Земли. Классификация малопродуктивных угодий для землевания.

21. ГОСТ 17.5.3.01-78 (2002) Охрана природы. Земли. Состав и размер зеленых зон городов.

22. Метод расчета убытков землепользователей и потерь сельскохозяйственного производства (оленоводства) и сопутствующих промыслов при изъятии, самовольном захвате и порче земельных угодий.

*Затраты на рекультивацию земель включают в себя расходы на:*

– осуществление проектно-изыскательских работ, в том числе почвенных и других полевых обследований, лабораторных анализов, картографирование;

– проведение государственной экологической экспертизы проекта рекультивации;

– работы по снятию, транспортировке и складированию (при необходимости) плодородного слоя почвы;

– работы по селективной выемке и складированию потенциально плодородных пород;

– планировку (выравнивание) поверхности, выполаживание, террасирование откосов отвалов (терриконов) и бортов карьеров, засыпку и планировку шахтных провалов, если эти работы технологически невыполнимы в процессе разработки месторождений полезных ископаемых и не предусмотрены проектом горных работ;

– химическую мелиорацию токсичных пород;

– приобретение (при необходимости) плодородного слоя почвы;

– нанесение на рекультивируемые земли потенциально плодородных пород и плодородного слоя почвы;

– ликвидацию послеусадочных явлений;

– засыпку нагорных и водоотводных канав;

– ликвидацию промышленных площадок, транспортных коммуникаций, электрических сетей и других объектов, надобность в которых миновала;

– очистку рекультивируемой территории от производственных отходов, в том числе строительного мусора, с последующим их захоронением или складированием в установленном месте;

– устройство в соответствии с проектом рекультивации дренажной и водоотводящей сети, необходимой для последующего использования рекультивированных земель;

– приобретение и посадку саженцев;

– подготовку дна (ложа) и обустройство карьерных и других выемок при создании в них водоемов;

– восстановление плодородия рекультивированных земель, передаваемых в сельскохозяйственное, лесохозяйственное и иное использование (стоимость семян, удобрений и мелиорантов, внесение удобрений и мелиорантов и др.);

– деятельность рабочих комиссий по приемке-передаче рекультивированных земель (транспортные затраты, оплата работы экспертов, проведение полевых обследований, лабораторных анализов и др.);

– другие работы, предусмотренные проектом рекультивации, в зависимости от характера нарушения земель и дальнейшего использования рекультивированных участков.

Нормы снятия плодородного слоя почвы, потенциально плодородных слоев и пород (лесс, лессовидные и покровные суглинки и др.) устанавливаются при проектировании в зависимости от уровня плодородия нарушаемых почв с учетом заявок и соответствующих гарантий со стороны потребителей на использование потенциально плодородных слоев и пород.

Снятый верхний плодородный слой почвы используется для рекультивации нарушенных земель или улучшения малопродуктивных угодий. Использование плодородного слоя почвы для целей, не связанных с сельским и лесным хозяйством, допускается только в исключительных случаях, при экономической нецелесообразности или отсутствии возможностей его использования для улучшения земель сельскохозяйственного назначения и лесного фонда.

Для озеленения и благоустройства территорий населенных пунктов и других целей, не связанных с сельским и лесным хозяйством, преимущественно используются соответствующие санитарно-гигиеническим и экологическим требованиям потенциально плодородные слои и породы, а также плодородный слой почвы, снимаемый в черте населенных пунктов при проведении строительных и иных работ.

*Рекультивация земель включает в себя:*

- осуществление проектно-изыскательских работ, в том числе почвенных и других полевых обследований, лабораторных анализов, картографирование;

- проведение государственной экологической экспертизы проекта рекультивации;
- работы по снятию, транспортировке и складированию (при необходимости) плодородного слоя почвы;
- работы по селективной выемке и складированию потенциально плодородных пород;
- планировку (выравнивание) поверхности, выколачивание, террасирование откосов отвалов (терриконов) и бортов карьеров, засыпку и планировку шахтных провалов, если эти работы технологически невыполнимы в процессе разработки месторождений полезных ископаемых и не предусмотрены проектом горных работ;
- химическую мелиорацию токсичных пород;
- приобретение (при необходимости) плодородного слоя почвы;
- нанесение на рекультивируемые земли потенциально плодородных пород и плодородного слоя почвы;
- ликвидацию послеусадочных явлений;
- засыпку нагорных и водоотводных канав;
- ликвидацию промышленных площадок, транспортных коммуникаций, электрических сетей и других объектов, надобность в которых миновала;
- очистку рекультивируемой территории от производственных отходов, в том числе строительного мусора, с последующим их захоронением или складированием в установленном месте;
- устройство в соответствии с проектом рекультивации дренажной и водоотводящей сети, необходимой для последующего использования рекультивированных земель;
- приобретение и посадку саженцев;
- подготовку дна (ложа) и обустройство карьерных и других выемок при создании в них водоемов;
- восстановление плодородия рекультивированных земель, передаваемых в сельскохозяйственное, лесохозяйственное и иное использование (стоимость семян, удобрений и мелиорантов, внесение удобрений и мелиорантов и др.);
- деятельность рабочих комиссий по приемке-передаче рекультивированных земель (транспортные затраты, оплата работы экспертов, проведение полевых обследований, лабораторных анализов и др.);
- другие работы, предусмотренные проектом рекультивации, в зависимости от характера нарушения земель и дальнейшего использования рекультивированных участков.

Приемка-передача рекультивированных земель осуществляется в месячный срок после поступления в Постоянную Комиссию письменного

извещения о завершении работ по рекультивации, к которому прилагаются следующие материалы:

а) копии разрешений на проведение работ, связанных с нарушением почвенного покрова, а также документов, удостоверяющих право пользования землей и недрами;

б) выкопировка с плана землепользования с нанесенными границами рекультивированных участков;

в) проект рекультивации, заключение по нему государственной экологической экспертизы;

г) данные почвенных, инженерно-геологических, гидрогеологических и других необходимых обследований до проведения работ, связанных с нарушением почвенного покрова, и после рекультивации нарушенных земель;

д) схема расположения наблюдательных скважин и других постов наблюдения за возможной трансформацией почвенно-грунтовой толщи рекультивированных участков (гидрогеологический, инженерно-геологический мониторинг) в случае их создания;

е) проектная документация (рабочие чертежи) на мелиоративные, противозерозионные, гидротехнические и другие объекты, лесомелиоративные, агротехнические и иные мероприятия, предусмотренные проектом рекультивации, или акты об их приемке (проведении испытаний);

ж) материалы проверок выполнения работ по рекультивации осуществленных контрольно-инспекционными органами или специалистами проектных организаций в порядке авторского надзора, а также информация о принятых мерах по устранению выявленных нарушений;

з) сведения о снятии, хранении, использовании, передаче плодородного слоя, подтвержденные соответствующими документами;

и) отчеты о рекультивации нарушенных земель по форме N 2-гп (рекультивация) за весь период проведения работ, связанных с нарушением почвенного покрова, на сдаваемом участке (рис.16).

При приемке рекультивированных земельных участков рабочая комиссия проверяет:

а) соответствие выполненных работ утвержденному проекту рекультивации;

б) качество планировочных работ;

в) мощность и равномерность нанесения плодородного слоя почвы;

г) наличие и объем неиспользованного плодородного слоя почвы, а также условия его хранения;

д) полноту выполнения требований экологических, агротехнических, санитарно-гигиенических, строительных и других нормативов, стандартов и правил в зависимости от вида нарушения почвенного покрова и дальнейшего целевого использования рекультивированных земель;

Отчет о рекультивации земель, снятии и использовании  
плодородного слоя почвы за 19\_\_ г.  
Раздел I

NN строк	Наименование показателей	Всего	в том числе		
			при разработке месторождений полезных ископаемых, их переработке и проведе- нии геологоразведочных работ	при торфо- разработках	при строительстве
1	2	3	4	5	6
01	Наличие нарушенных земель на 01.01.199_г. всего				
02	в том числе отра- ботано				
03	За отчетный 199_г. Нарушено земель - всего				
04	в том числе отра- ботано				
05	Рекультивировано земель - всего				
06	в том числе под:				
07	пашню				
08	другие сельско- хозяйственные				
09	угодья лесные насаждения водоемы и другие цели				
10	Наличие нарушенных земель на 01.01. 199_г. всего (строки 01+03+05)				
11	в том числе отра- ботано (строки 02+04+05)				

Раздел II

NN строк	Наименование показателей	Всего
1	2	3
12	Наличие заскладированного плодородного слоя почвы на 01.01.199_г. тыс.куб.м – всего	
13	За отчетный 199_г.	
14	Снято плодородного слоя почвы: гектаров	
15	тыс.куб.м	
16	Использовано плодородного слоя почвы тыс.куб.м	
17	в том числе на:	
18	рекультивацию земель	
19	улучшение малопродуктивных угодий	
20	другие цели	
	Улучшено малопродуктивных угодий снятым плодородным слоем почвы, гектаров	
	Наличие заскладированного плодородного слоя почвы на 01.01.199_г. тыс.куб.м – всего (строки 12+14+15)	

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 199\_\_ г. Руководитель \_\_\_\_\_

Фамилия и N телефона исполнителя \_\_\_\_\_

Рис. 16. Отчет о рекультивации нарушенных земель по форме N 2-тп

е) качество выполненных мелиоративных, противоэрозионных и других мероприятий, определенных проектом или условиями рекультивации земель (договором);

ж) наличие на рекультивированном участке строительных и других отходов;

з) наличие и оборудование пунктов мониторинга рекультивированных земель, если их создание было определено проектом или условиями рекультивации нарушенных земель.

Объект считается принятым после утверждения Председателем (заместителем) Постоянной Комиссии акта приемки-сдачи рекультивированных земель.

### Контрольные вопросы

1. Что собой представляет рекультивация земель?
2. Какие земли подлежат рекультивации?
3. Из каких этапов состоит рекультивация земель?
4. Что собой представляет технический этап рекультивации?
5. Что собой представляет биологический этап рекультивации?
6. Что включает в себя процесс рекультивации земель?
7. Что входит в перечень материалов, представляемых при обращении за разрешением на проведение внутрихозяйственных работ, связанных с нарушением почвенного покрова?
8. На каком основании может осуществляться разработки проекта рекультивации земель?
9. Из чего состоят затраты на рекультивацию земель?
10. Какие материалы прилагаются к письменному извещению о завершении работ по рекультивации при приемке-передаче рекультивированных земель?
11. Что при приемке рекультивированных земельных участков проверяет рабочая комиссия?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 30.12.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2016) [Текст].
2. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 09.03.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 20.03.2016) [Текст].
3. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ред. от 30.12.2015) [Текст].
4. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 29.12.2015) «Об охране окружающей среды» [Текст].
5. Федеральный закон от 10.01.1996 N 4-ФЗ (ред. от 31.12.2014) «О мелиорации земель» [Текст].
6. Постановление Правительства РФ от 23.02.1994 N 140 «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы» [Текст].
7. Приказ Минприроды РФ N 525, Роскомзема N 67 от 22.12.1995 «Об утверждении Основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 29.07.1996 N 1136) [Текст].
8. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 22 октября 2012 г. N 558 «Об утверждении Административного регламента Министерства сельского хозяйства Российской Федерации по предоставлению государственной услуги по предоставлению сведений, полученных в ходе осуществления учета мелиорированных земель» [Текст].
9. Агроклиматические ресурсы Пензенской области [Текст]. – Л.: Гидрометиздат, 1970. – 120 с.
10. Агроклиматический справочник по Пензенской области [Текст]. – М.: Агропромиздат, 1970.
11. Восстановление нарушенных земель [Текст] / П.Н.Гришин [и др.]. – Саратов: СГАУ, 2001. – 236 с.
12. Гавриленко Т.В. – URL: <http://road-project.okis.ru> 2014-05-30.
13. Ерхов, Н.С. Мелиорация земель [Текст]: учебник для студентов вузов по специальности «Землеустройство» / Н.С. Ерхов, Н.И. Ильин, В.С. Мисенев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 319 с.
14. Ерхов, Н.С. Сельскохозяйственные мелиорации и водоснабжение [Текст] / Н.С. Ерхов [и др.]. – М.: Колос, 1983.
15. Ерхов, Н.С. Практикум по сельскохозяйственной мелиорации и водоснабжению [Текст] / Н.С. Ерхов [и др.]. – М.: Колос, 1984.
16. Защитное лесоразведение [Текст] / под ред. Е.С. Павловского. – Агропромиздат, 1986. – 263 с.

17. Инструктивные указания по проектированию и выращиванию защитных лесных насаждений на землях сельскохозяйственных предприятий [Текст]. – М.: Колос, 1979. – 46 с.

18. Инструктивные указания по проектированию и выращиванию защитных лесных насаждений на землях сельскохозяйственных предприятий [Текст]. – М.: Колос, 1981. – 335 с.

19. Колесниченко, М.В. Лесомелиорация с основами лесоводства [Текст] / М.В. Колесниченко. – М.: Колос, 1981. – 333 с.

20. Колпаков, В.В. Сельскохозяйственные мелиорации [Текст]: учебник для вузов / В.В. Колпаков, И.П. Сухарев. – М.: Колос, 1981. – 328 с.

21. Колпаков, В.В. Сельскохозяйственные мелиорации [Текст] / В.В. Колпаков, И.П. Сухарев. – М.: Колос, 1988.

22. Кузник, И.А. Противоэрозионный комплекс в Поволжье [Текст] / И.А. Кузник, Н.Г. Воронин, Э.П. Дик. – Саратов, 1968. – 90 с.

23. Лагун, Т.Д. Практикум по мелиорации и рекультивации земель [Текст] / Т.Д., Лагун М.Т. Ковалев. – Горки, 2000.

24. Марков, Е.С. Практикум по сельскохозяйственным гидротехническим мелиорациям [Текст] / Е.С. Марков [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1986.

25. Маслов, Б.С. Справочник по мелиорации [Текст] / Б.С. Маслов [и др.]. – М.: Росагропромиздат, 1989.

26. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение [Текст]: справочник / под ред. Б.Б.Шумакова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 415 с.

27. Павловский, Е.С. Защитное лесоразведение в СССР [Текст] / Е.С. Павловский. – М.: Агропромиздат, 1986. – 263 с.

28. Плюснин, И.И. Мелиоративное почвоведение [Текст] / И.И. Плюснин, А.И. Голованов. – М.: Колос, 1983. – 318 с.

29. Практикум по мелиорации и рекультивации земель [Текст]: учеб. пособие / сост. Н.С.Ерхов, Л.П. Козочкина, Т.П. Порядина. – М.: Изд-во ГУЗ, 2000.

30. Проездов, П.Н. Противоэрозионные гидротехнические сооружения [Текст] / П.Н. Проездов. – Саратов. СГАУ, 2001. – 210 с.

31. Проектирование орошаемого участка [Текст]: метод. указания к составлению курсовой работы по мелиоративному земледелию для студентов СХИ / сост. А.П.Кубанцев, Л.А. Серова. – Саратов, СГАУ, 2001. – 84 с.

32. Справочник агролесомелиоратора [Текст] / под ред. Г.Я. Маттиса. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 248 с.

33. Тараканов, О.В. Мелиорация и рекультивация земель [Текст]: учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений / О.В. Тараканов, Н.В. Корягина, А.Н. Поршакова. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 148 с.

34. Черемисинов, А.Ю. Рекультивация нарушенных земель [Текст]: учеб. пособие / А.Ю. Черемисинов, А.И. Ревенков, С.П. Бурлаков. – М.: 2000. – 80 с.

## ГЛОССАРИЙ

**Биологический этап рекультивации земель (биологическая рекультивация земель)** – этап рекультивации земель, включающий мероприятия по восстановлению их плодородия, осуществляемые после технической рекультивации.

**Водохозяйственное направление рекультивации земель** – создание в понижениях техногенного рельефа водоемов различного назначения.

**Вскрышные породы (вскрыша)** – горные породы, покрывающие и вмещающие полезное ископаемое, подлежащие выемке и перемещению в процессе открытых горных работ.

**Государственные мелиоративные системы** – мелиоративные системы, находящиеся в государственной собственности и обеспечивающие межрегиональное и (или) межхозяйственное водораспределение и противопаводковую защиту, а также противоэрозионные и пастбищезащитные лесные насаждения, которые необходимы для обеспечения государственных нужд.

**Землевание** – комплекс работ по снятию, транспортировке и нанесению плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород на малопродуктивные угодья с целью их улучшения.

**Инвентаризация нарушенных земель** – выявление в натуре, учет и картографирование нарушенных земель с определением их площадей и качественного состояния.

**Лесохозяйственное направление рекультивации земель** – создание на нарушенных землях лесных насаждений различного типа.

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

**Мелиорируемые земли** – земли, недостаточное плодородие которых улучшается с помощью осуществления мелиоративных мероприятий.

**Мелиорированные земли** – земли, на которых проведены мелиоративные мероприятия.

**Мелиоративные мероприятия** – проектирование, строительство, эксплуатация и реконструкция мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений, обводнение пастбищ, создание систем защитных лесных насаждений, проведение культуртехнических работ, работ по улучшению химических и физических свойств почв, научное и производственно-техническое обеспечение указанных работ.

**Мелиоративные системы** – комплексы взаимосвязанных гидротехнических и других сооружений и устройств (каналы, коллекторы, трубопроводы, водохранилища, плотины, дамбы, насосные станции, водозаборы,

другие сооружения и устройства на мелиорированных землях), обеспечивающих создание оптимальных водного, воздушного, теплового и питательного режимов почв на мелиорированных землях.

**Мелиоративные системы индивидуального пользования** – мелиоративные системы, находящиеся в собственности гражданина (физического лица) или юридического лица либо переданные в установленном порядке в пользование гражданину (физическому лицу) или юридическому лицу, а также защитные лесные насаждения, необходимые указанным лицам только для их нужд.

**Мелиоративные системы общего пользования** – мелиоративные системы, находящиеся в общей собственности двух или нескольких лиц либо переданные в установленном порядке в пользование нескольким гражданам (физическим лицам) и (или) юридическим лицам, а также защитные лесные насаждения, необходимые для нужд указанных лиц.

**Направление рекультивации** – восстановление нарушенных земель для определенного целевого использования.

**Нарушенные земли** – земли, утратившие свою хозяйственную ценность или являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду в связи с нарушением почвенного покрова, гидрологического режима и образования техногенного рельефа в результате производственной деятельности.

**Объект рекультивации земель** – нарушенный земельный участок, подлежащий рекультивации.

**Отдельно расположенные гидротехнические сооружения** – инженерные сооружения и устройства, не входящие в мелиоративные системы, обеспечивающие регулирование, подъем, подачу, распределение воды потребителям, отвод вод с помощью мелиоративных систем, защиту почв от водной эрозии, противоселевую и противооползневую защиту.

**Плодородный слой почвы** – верхняя гумусированная часть почвенного профиля, обладающая благоприятными для роста растений химическими, физическими и агрохимическими свойствами.

**Потенциально-плодородный слой почв** – нижняя часть почвенного профиля, обладающая благоприятными для роста растений физическими, химическими и ограниченно агрохимическими свойствами.

**Потенциально-плодородные породы** – горные породы, по параметрам свойств совпадающие с потенциально-плодородным слоем почв.

**Природоохранное направление рекультивации земель** – приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для использования в природоохранных целях.

**Рекультивация земель** – комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды.

**Рекреационное направление рекультивации земель** – создание на нарушенных землях объектов отдыха.

**Рекультивационный слой** – искусственно создаваемый при рекультивации земель слой с благоприятными для произрастания растений свойствами.

**Санитарно-гигиеническое направление рекультивации земель** – биологическая или техническая консервация нарушенных земель, оказывающих отрицательное воздействие на окружающую среду, рекультивация которых для использования в народном хозяйстве экономически не эффективна.

**Сельскохозяйственное направление рекультивации земель** – создание на нарушенных землях сельскохозяйственных угодий.

**Строительное направление рекультивации земель** – приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для промышленного, гражданского и прочего строительства.

**Техногенный рельеф** – рельеф, созданный в результате производственной деятельности.

**Технический этап рекультивации земель (техническая рекультивация земель)** – этап рекультивации земель, включающий их подготовку для последующего целевого использования в народном хозяйстве.

## О Г Л А В Л Е Н И Е

ВВЕДЕНИЕ .....	3
Тема 1. ВВЕДЕНИЕ В МЕЛИОРАЦИЮ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОРОШЕНИИ.....	10
Тема 2. ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИВНЫХ И ОРОСИТЕЛЬНОЙ НОРМ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОЛИВНОЙ ВОДЫ .....	20
Тема 3. ЛИМАННОЕ ОРОШЕНИЕ. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ВТОРИЧНОГО ЗАСОЛЕНИЯ И ПРОМЫВКА ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ. УДОБРИТЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ .....	36
Тема 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСУШИТЕЛЬНО-ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОСБОРНЫХ КАНАВ-ВАЛОВ .....	44
Тема 5. ОСУЩЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ .....	61
Тема 6. АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ. БОРЬБА С ЭРОЗИЕЙ ПОЧВЫ.....	68
Тема 7. КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ .....	77
Тема 8. ХИМИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ.....	90
Тема 9. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ .....	96
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	105
ГЛОССАРИЙ .....	107



Учебное издание

Маслова Любовь Александровна  
Улицкая Наталья Юрьевна

## МЕЛИОРАЦИЯ И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

Курс лекций по направлению подготовки 21.03.02  
«Землеустройство и кадастры»

В авторской редакции  
Верстка Н.А. Сазонова

---

Подписано в печать 4.08.16. Формат 60×84/16.  
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.  
Усл.печ.л. 6,51. Уч.-изд.л. 7,0. Тираж 80 экз.  
Заказ № 510.

---

Издательство ПГУАС.  
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.