

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт медицины, экологии и физической культуры

Экологический факультет

Кафедра лесного хозяйства

Г.А. Сатаров

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**  
**по дисциплине**  
**«ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕЛИОРАЦИИ»**

*Учебно-методическое пособие*  
*для студентов экологического факультета по направлению*  
*подготовки 35.03.01 «Лесное дело» (уровень бакалавриата)*

**Ульяновск, 2019**

УДК 632. 1

ББК 43.43я73

С 21

Печатается по решению методической комиссии  
института медицины, экологии и физической культуры

Рецензент: заместитель директора по научной работе Ульяновского НИИСХ, доктор сельскохозяйственных наук С. Н. Никитин

Сатаров Г.А..

С 21. Лабораторный практикум по дисциплине «Гидротехнические мелиорации»: учебно-методическое пособие для студентов экологического факультета Ульяновского государственного университета, обучающихся по направлению подготовки 35.03.01. «Лесное дело» (уровень бакалавриата) / Г.А. Сатаров– Ульяновск: УлГУ, 2019 - 64 с.

Учебно-методическое пособие, предназначенное для изучения и самостоятельной подготовки по дисциплине «Гидротехническая мелиорация». Изложенная в учебно-методическом пособии информация, включена в фонд оценочных средств по данной дисциплине и может быть использована для изучения вопросов гидротехнической мелиорации на очном и заочном формах обучения экологического факультета.

Учебно-методическое пособие изложено на 64 стр., состоит из введения и девяти лабораторных работ, в общей сложности текст включает 8 таблиц, 18 рисунков и схем.

## ВВЕДЕНИЕ.

Одним из главных условий существования людей на земле является сохранение почв, улучшение их режима и свойств, повышение плодородия. Вместе с тем на земном шаре происходит систематическое абсолютное и относительное уменьшение площади почв, находящихся в сельскохозяйственном обороте.

Мелиорация (от лат. melio — улучшать) — это система мероприятий по улучшению свойств и режимов почв в благоприятных производственном и экологическом направлениях. Она обеспечивает создание важнейших условий для получения высоких и устойчивых урожаев, рациональное использование почв, совершенствует производство, качественно меняет условия и производительность труда.

Существует шесть основных видов мелиорации почв, применяемых при сельскохозяйственном, лесохозяйственном и ином использовании земельных территории: *агронимические, биологические, химические, культуртехнические, тепловые и гидротехнические.*

Под агрономическими мелиорациями следует понимать комплекс мероприятий, направленных на улучшение рельефа и физических свойств почв. Это может быть решено путем планировки поверхности, профилирования, грядования, гребневания, узкозагонной пахоты. К агрономическим мероприятиям следует отнести и приемы изменения физических свойств подпахотных горизонтов с помощью глубокого рыхления, кротования, чизелевания. К этой группе мероприятий следует отнести и плантажную глубокую пахоту, а также песчаную смешанную, покровную и песчаную смешанослойную культуры земледелия на торфяных почвах, щелевание.

При фитомелиорациях используют возможность улучшения свойств почв и их режимов путем применения адаптированной к конкретным условиям травянистой и древесной растительности. К фитомелиорациям относят залесение песков, создание лесных полос, использование транспирирующей способности деревьев для понижения уровня грунтовых вод, закрепление склонов, откосов, тальвегов посевами многолетних трав. Биологические особенности ряда растений могут быть использованы для рассоления поверхностных слоев профиля. Растения - сидераты улучшают структуру почвы, способствуют борьбе с их солонцеватостью.

Химические мелиорации направлены на изменение неблагоприятных химических и физических свойств почв и оросительных вод. Химические мелиорации включают внесение больших доз извести, а также гипса при борьбе с солонцеватостью или при профилактике этого явления в процессе промывок засоленных почв от избытка водорастворимых солей. Химические мелиорации могут быть связаны с необходимостью изменения свойств оросительных вод путем добавления гипса и др. соединений. К химическим мелиорациям следует отнести мероприятия по кислотанию почв содового засоления, усилению окислительной способности оросительных вод путем их предварительного насыщения кислородом и др.

Культуртехнические мелиорации — комплекс технических мероприятий, обеспечивающих приведение в благоприятное для возделывания культурных растений состояние поверхности и корнеобитаемых горизонтов. Это достигается путем уборки поверхностных и внутрипочвенных камней, удаления кустарника, пней, кочек, мелкокося, засыпки ям, разборки валов выкорчеванной древесины, извлечения погребенной древесины и др.

Тепловые мелиорации направлены на изменение теплового режима почв с помощью изменения цвета отражаемой поверхности и мероприятий по трансформации гранулометрического состава поверхностных горизонтов.

Однако, принятое деление позволяет более четко ориентироваться в сложной системе современных мероприятий, направленных на улучшение свойств и режима почв.

*Гидротехнические мелиорации обеспечивают подведение к мелиорированной территории поливных вод, необходимых для регулирования водного режима почв, аккумуляцию влаги в необходимом количестве и в нужное время, сброс избыточной гравитационной влаги за пределы рассматриваемой территории. Основная задача гидротехнической мелиорации - это регулирование водного режима почв, что достигается орошением, осушением, двусторонним регулированием водного режима почв, обводнением территории, строительством водохранилищ.*

Более 75% территории Российской Федерации находятся в зоне избыточного увлажнения, где осушительные мелиорации играют исключительную роль для рационального ведения лесохозяйственного производства. В результате этого территория России Федерации характеризуется значительной степенью заболоченности. Доля болот и прочих переувлажненных земель в лесном фонде в среднем превышает 20 %, в Поволжье - 10 – 15%, а во многих районах Западной Сибири – 40-50 %.

В этих условиях повышение производительности лесов на сегодня должно оставаться одной из главных задач лесного хозяйства, их дальнейшее хозяйственное освоение и охрана от пожаров на таких землях, связанные в первую очередь со строительством лесохозяйственных дорог, невозможны без проведения осушительной гидротехнической мелиорации.

Для успешного решения задач, стоящих перед лесоосушительной мелиорацией, необходимо знать закономерности развития заболачивания в разнообразных условиях среды, типы болот и заболоченных лесов, их географическое распространение, строение, состав и химические свойства торфяных почв, лесорастительные свойства болотных почв.

В результате освоения дисциплины обучающийся студент должен:

***знать:***

- структуру водных объектов и закономерности их формирования и трансформации;
- особенности гидрологического режима рек, озер, водохранилищ, подземных вод, морей;
- механизмы протекания процессов в водных объектах суши;
- гидрологию суши, водные ресурсы территории и правильно их использовать;

***уметь:***

- оценить гидрологические особенности водных объектов, их трансформацию под влиянием антропогенных факторов, особенности их загрязнения;
- определять основные морфометрические характеристики водных объектов, оценки роли воды в формировании природных ландшафтов;
- оценивать водный баланс территории;

***владеть:***

- навыками проектирования мероприятий направленных на регулирование водного режима почв, осушение избыточно увлажненных земель, орошение земель с недостаточным увлажнением, борьбу с водной эрозией почвы;
- информацией о глобальном круговороте воды в природе и его изменения в связи с изменением климата;
- информацией о водоснабжении территории.

## Раздел 1. Гидрология, гидрометрия, гидравлика.

### Лабораторная работа №1.

#### Тема 1. Гидротехническая мелиорация земель.

*Цель работы:* изучить природно-климатические условия и рельеф местности, характеристику физических свойств заболоченных почв, а также агротехнические показатели осушаемых земель и водный режим осушаемых торфяных почв.

*Содержание:* Понятие и виды мелиорации, характеристика природно-климатических условий объекта лесного хозяйства зоны лесостепного Поволжья. Характеристика рельефа местности объекта и гидрологических условий. Возникновение болотных земель.

Более 75% территории Российской Федерации находятся в зоне избыточного увлажнения, где осушительные мелиорации играют исключительную роль для рационального ведения сельскохозяйственного и лесохозяйственного производства. В результате этого территория России характеризуется значительной степенью заболоченности. Доля болот и прочих переувлажненных земель в лесном фонде в среднем превышает 20 %, в Поволжье -10 – 15%, а во многих районах Западной Сибири – 40-50 %.

В этих условиях повышение производительности лесов на сегодня должно оставаться одной из главных задач лесного хозяйства, их дальнейшее хозяйственное освоение и охрана от пожаров на таких землях, связанные в первую очередь со строительством лесохозяйственных дорог, невозможны без проведения осушительной гидротехнической мелиорации.

Для успешного решения задач, стоящих перед лесосушительной мелиорацией, необходимо знать закономерности развития заболачивания в разнообразных условиях среды, типы болот и заболоченных лесов, их географическое распространение, строение, состав и химические свойства торфяных почв, лесорастительные свойства болотных почв.

#### 1. Заболоченные и болотные почвы, как объекты мелиорации.

Почвенный покров зоны избыточного увлажнения можно подразделить на две важные и весьма самостоятельные в мелиоративном отношении группы: автоморфные и гидроморфные почвы.

Автоморфные почвы не испытывают длительного застоя влаги в горизонтах почвенного профиля и не несут устойчивых признаков гидроморфизма.

К автоморфным относятся зональные типы почв умеренного пояса:

выщелоченные черноземы, серые лесные, бурые, дерново-карбонатные, а также бурые почвы высоких широт, отличающиеся хорошей дренированностью, пойменные дерновые зернистые и слоистые неоглеенные почвы. Эти почвы успешно могут быть использованы в сельском и особенно в лесном хозяйстве без устройства дренажа, а для улучшения их водного режима достаточно применения агротехнических и агро мелиоративных мероприятий и орошения.

Обширная группа гидроморфных почв, т.е. почв, формирование которых сопровождается застоем влаги и появлением в профиле отчетливых признаков гидроморфизма, распадается на две группы: *минеральные и органогенные*.

Минеральные гидроморфные почвы несут устойчивые признаки гидроморфизма в виде холодной окраски горизонтов, возникающей при оглеении. Эти почвы характеризуются периодическим или постоянным насыщением влагой отдельных горизонтов и формируется в условиях нормального или повышенного увлажнения в результате поступления вод различного происхождения.

Из большой группы минеральных гидроморфных почв следует выделить заболоченные почвы, которые являются объектом гидромелиорации.

Заболоченными называют такие минеральные гидроморфные почвы, в которых анаэробный период, обусловленный застоем влаги, столь продолжителен, что затрудняет

или исключает рост и развитие сельскохозяйственных культур, этому заболоченные почвы непригодны для сельскохозяйственного использования без проведения мероприятий по удалению избыточной влаги. К заболоченным почвам с максимальной мощностью торфа относят почвы, у которых органогенный горизонт до осушения не превышает 30 см, а после осушения — мощность пахотного слоя еще меньше.

Все органогенные почвы, т.е. почвы, имеющие мощность торфяного горизонта более 30 см, являются гидроморфными, и их лесохозяйственное использование невозможно без предварительного осушения.

Болотные, торфяные почвы относятся к трем различным по свойствам и происхождению типам. Рассмотрим условия, в которых они формируются.

**Верховые болота** образуются преимущественно под влиянием поверхностных и ультра пресных грунтовых вод. Они приурочены к водораздельным пространствам и часто расположены на повышенных элементах рельефа. Основные растения торфообразователи — сфагновые мхи. *Верховые болота* бедны элементами питания, имеют кислую реакцию. Торф верховых болот обладает низкой конституционной зольностью, высокой теплопроводной способностью. Лесохозяйственное значение этих земель связано главным образом с его использованием под ценные породы деревьев после их осушения.

**Низинные болота** формируются под влиянием различных факторов заболачивания, но чаще всего под влиянием грунтовых, грунтово-напорных, намывных русловых вод. Они тяготеют к пониженным пространствам, речным долинам. Растения торфообразователи — зеленые мхи, травы, кустарниковая и древесная растительность. Торфяная залежь низинных болот и торфяные почвы обладают различными химическими и физическими свойствами. Моховые и осоковые болотные почвы обладают относительно низкой водопроницаемостью и высокой влагоемкостью. Тростниковые и древесные торфяные залежи отличаются высокой фильтрацией. На древесных (ивовых, березовых и особенно ольховых) торфах формируются почвы с высоким уровнем потенциального плодородия. Как правило, низинные болота - весьма перспективные массивы лесохозяйственного использования после осушения (конституционная зольность > 6%).

**Переходные болота** занимают промежуточное положение между низинными и верховыми. Чаще всего здесь формируются моховые, древесно-моховые торфяные залежи с высоким участием зеленых сфагнумов (конституционная зольность 4-6%). Переходные болота вовлекают в интенсивное лесохозяйственное использование обычно при условии, когда они отличаются высокой зольностью

## 2. Причины заболачивания почв.

Заболоченные и болотные почвы возникают в результате действия разных причин заболачивания. Исходя из задач мелиорации лесохозяйственного производства, под причиной заболачивания понимают такой гидрологический фактор, который вызывает длительный анаэробизм, обусловленный застоем влаги в горизонтах почвенного профиля. Он приводит к угнетению или гибели лесных культур, возникновению характерных признаков почвенного гидроморфизма, ухудшению условий проведения лесохозяйственных и других работ. Устранение этих причин с помощью гидротехнических и агро-мелиоративных мероприятий создает благоприятные условия для роста и развития лесных культур и выполнения лесоводственных работ. Заболоченные и болотные почвы, входящие в обширную группу гидроморфных почв, формируются под влиянием главным образом пяти гидрологических факторов: атмосферных намывных склоновых, намывных русловых, грунтовых и грунтово-напорных вод (рис. 1). Кроме того, заболоченные и болотные почвы могут возникать в результате зарастания водоемов или под влиянием биогенного заболачивания.

Таким образом, заболоченные и болотные почвы образуются под действием семи факторов заболачивания (пяти гидрологических факторов заболачивания суши, зарастания водоемов и биогенного заболачивания).



Рис. 1. Гидрологические причины заболачивания почв суши.

В мелиоративном отношении диагностика причин заболачивания почв представляет существенный интерес, поскольку они определяют метод осушения, то есть принципиальную направленность мелиоративных мероприятий (например, понижение уровня грунтовых вод при заболачивании почв грунтовыми водами, ускорение поверхностного и внутрипочвенного стока при заболачивании намывными склоновыми водами и т.д.).

Наблюдается определенная зональность причин заболачивания. Так, на севере, в холодном поясе, возникновение гидроморфных почв связано исключительно с влиянием осадков, вызывающих формирование надмерзлотной верховодки.

В умеренно теплом поясе в пределах огромных задровых равнин доминируют гидроморфные почвы, возникшие под влиянием грунтовых вод.

На бранных, озерно-ледниковых, пермских, покровных суглинках глинах водоразделов распространены преимущественно почвы, заболоченные намывными склоновыми водами.

В лесостепной зоне заболачивание почв вызвано главным образом выклиниванием грунтовых и напорных вод в поймах рек.

Причины заболачивания почв тесно связаны с геологическим и геоморфологическим строением территории, растительным покровом.

### 3. Признаки заболачивания почв грунтовыми водами.

Проходя через толщу рыхлых или сильнотрещиноватых отложений, грунтовые и напорные воды в местах выклинивания разгружаются от ранее выщелоченных и растворенных соединений. Поэтому аккумуляция в почвах различных солей часто является надежным диагностическим признаком заболачивания почв грунтовыми, грунтово-напорными или напорными водами.

В районах гумидного климата в зонах грунтового заболачивания откладываются обильные скопления окиси железа, карбонатов кальция и магния, реже гипса.

Железистые соединения часто возникают в почвах в тех случаях, когда водосборная площадь бассейна образована песчаными почвогрунтами и особенно когда подземные воды мигрируют по породам, содержащим сульфиды, карбонаты и гидроокиси железа.

Аккумуляция карбонатов в виде болотного мергеля, туфа, конкреций и других образований происходит в тех случаях, когда грунтовые или напорные воды проходят сквозь толщу трещиноватых известняков или рыхлых четвертичных отложений, обогащенных обломками известняковых пород. В этом случае подземные воды экспортируют кальциевые и магниевые соли в виде бикарбонатов, которые удерживаются в растворе лишь при высокой концентрации свободной углекислоты. В зоне разгрузки этих вод происходит резкое уменьшение парциального давления углекислоты; бикарбонаты переходят в карбонаты и выпадают в осадок.

Поэтому в почвах, заболоченных грунтовыми и напорными водами, возникают своеобразные новообразования, имеющие важное диагностическое значение при мелиоративных изысканиях и исследованиях.

Почвы, заболоченные грунтовыми водами, развиваются под покровом специфической растительности.

При заболачивании менее минерализованными грунтовыми водами часто поселяются березово-травяные сообщества и сообщества крупных кочкарных осок. На осоковых кочках растут вероника длиннолистная, вербейник обыкновенный, валериана лекарственная. В этом сообществе наряду с высокорослым разнотравьем поселяются тростник обыкновенный и различные виды вейника.

Тростниковые сообщества, образованные тростником, рогозом широколистным и узколистым, камышом озерным, обычно приурочены к участкам с проточной водой.

В местах выклинивания жестких грунтовых вод поселяются гипново-моховые сообщества; в условиях заболачивания мягкими водами на болотных почвах — осоково-гипновые и гипново - осоковые, на минеральных — влажные сообщества белоуса, сообщества мелких осок и других видов.

#### **4. Признаки заболачивания почв атмосферными и склоновыми водами.**

Атмосферные и намывные склоновые воды поступают непосредственно на рассматриваемую территорию или проходя относительно короткий путь по поверхности водосбора. Водный режим почв, заболоченных атмосферными и намывными склоновыми водами, отличается выраженной сезонной цикличностью. Их обильная обводненность во время выпадения осадков и весеннего снеготаяния сменяется резким падением уровня верховодки или ее полным исчезновением в засушливый период. Почвы, заболоченные атмосферными и намывными склоновыми водами, обычно приурочены к массивам, образованным породами суглинистого и глинистого механического состава.

На севере в холодном поясе надмерзлотная верховодка может формироваться в почвах, приуроченных к любым породам. Генезис этих почвообразующих пород различен. Севернее границы Валдайского оледенения широко распространены карбонатные и реже кислые тяжелые моренные и озерно-ледниковые отложения; южнее, в зоне Московского оледенения, — преимущественно кислые покровные лёссовидные и моренные глины.

В Приуралье почвы, заболоченные поверхностными, преимущественно намывными склоновыми водами, формируются на суглинистом и глинистом красноцветном элювии карбонатных пермских пород. Широкое распространение в срединной части зоны получили почвы, приуроченные к флювиогляциальным пескам, подстилаемым на небольшой глубине моренными суглинками. Формирование и развитие почв под влиянием поверхностного заболачивания протекают под покровом малотребовательных к условиям зольного питания растительных ассоциаций — злаково-разнотравно-мелкотравных, влажных мелкоосоковых, осоково-вейниковых и др.

В сухие годы минеральные почвы, заболоченные поверхностными водами, нередко распахиваются. В этом случае исчезает естественная растительность, и о заболачивании почв можно судить лишь по поселяющейся здесь влаголюбивой сорной растительности. Относительно устойчивыми индикаторами, указывающими на заболоченность пашен, являются горец шероховатый, мокрица, мятлик болотный, тростник обыкновенный.

Низинные болота, возникающие под влиянием атмосферных и склоновых вод, встречаются на вне пойменных пространствах и покрыты осоковой, осоково-вейниковой, вейниковой гипново-осоковой растительностью.

Переходные болота, приуроченные преимущественно к водораздельным территориям, формируются под покровом осоково-сфагновой, сфагново-осоковой растительности.



Растениями торфообразователями верховых болот обычно считаются сфагновые мхи. В небольшом количестве встречаются осоки, пушица влагалищная, морошка. Древесная растительность представлена болотными формами сосны, березы, лиственницы.

### **5. Признаки заболачивания почв русловыми водами.**

Внешне заболачивание почв намывными русловыми водами имеет некоторые общие признаки с заболачиванием почв атмосферными и склоновыми водами. Такие почвы характеризуются тяжелым гранулометрическим составом, а верховодка и в этом случае подвержена резким колебаниям. Однако в отличие от атмосферных и склоновых намывные русловые воды проходят значительный путь по водосборному бассейну и руслу реки, обогащаясь массой смытого с поверхности почв мелкозернистого материала и растворенных соединений. Поэтому среди пойменных почв, заболоченных намывными русловыми водами, нейтральные или слабокислые почвы встречаются значительно чаще, чем на водоразделах. В поймах северных рек широко распространены в различной мере заболоченные светлобурые, а в средней и южной частях тайга и лесостепной зоне — бурые, темнобурые и серые в разной степени заболоченные зернистые почвы. Как правило, после осушения именно эти почвы являются наилучшими для пастбищ, лугов и возделывания овощных культур. Кроме этих почв, обычно доминирующих в поймах, здесь встречаются иловато-глеевые. Перечисленные почвы настолько специфичны для пойм, что их правильно установленный генезис служит лучшим показателем заболачивания намывными русловыми водами.

Профиль дерновых зернистых почв, заболоченных поверхностными водами, образуют обычно хорошо оформленные агрегаты, сохраняющие свою форму даже при интенсивном оглеении. Эти почвы в отличие от почв водораздельных пространств, заболоченных склоновыми и атмосферными водами, обладают относительно высокой водопроницаемостью неоглеенных горизонтов, значительной водопроцностью агрегатов.

Болотные почвы, формирующиеся под влиянием русловых вод, занимают относительно небольшие площади и представлены преимущественно низинными, часто древесными и осоково-древесными высокозольными торфяниками.

Почвы, заболоченные намывными русловыми водами, развиваются под покровом травянистой растительности, образующей на плоских участках поймы злаково-осоковые и злаково-разнотравные ассоциации.

Луга низкого уровня, заболоченные намывными русловыми водами, образованы крупнозлаковыми и крупнозлаковоосоковыми сообществами, травостой которых формируют канареечник тростниковидный, бекмания гусеницевидная, мятлик болотный, манник водяной, осоки острая и лисья, вейник ланцетный и др. Реже на почвах, длительно заболоченных русловыми водами, поселяются крупноосоковые ассоциации.

### **6. Признаки почв, возникающие в результате зарастания водоемов.**

Характерным топографическим признаком болотных массивов, возникающих в результате зарастания водоемов, является их овальная форма, повторяющая форму открытого водоема. Наиболее часто болота подобного генезиса расположены на водораздельных пространствах и гораздо реже встречаются в поймах, несмотря на значительное распространение в них озер старичного происхождения.

Ниже приведены основные диагностические признаки, которые позволяют в поле установить возникновение торфяных почв в результате зарастания водоемов.

Заболачивание водоемов происходит в результате их зарастания или нарастания. Первый случай свойствен водоемам с пологими берегами. Растения торфообразователи формируют концентрические пояса (рис. 2). *Наиболее глубокие участки занимают зеленые, сине-зеленые и диатомовые водоросли (а), далее следует пояс растений, полностью погруженных в воду, — роголистник погруженный, узколистные рдесты (б).*

Третий пояс образуют широколиственные рдесты (в), четвертый — водяные лилии (г) и далее -пояс камышей и тростника, высоко поднимающихся над водной поверхностью (д). Шестой пояс представлен крупными осоками (е), седьмой, непосредственно у берега.

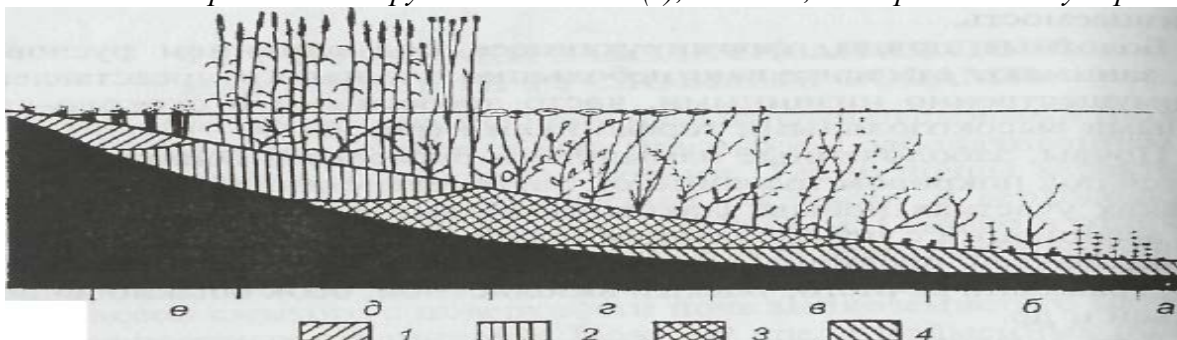


Рис. 2. Заболачивание в результате зарастания водоема (по В.Н. Сукачеву, 1926):

1 — осоковый торф; 2 — тростниковый торф с примесью камыша; 3 — торфянистый сапрпель; 4 — смешанно водорослевый сапрпель

Каждый пояс растений откладывает на дно водоема органические остатки специфического ботанического состава. Заполняя водоем, эти пояса центростремительно сдвигаются, в результате чего происходит постепенное погребение торфа предшествующего пояса растительными остатками вновь поселяющихся поясов. На дне водоема, особенно в его центральной части, оседает большое количество отмерших животных и растительных организмов, образующих планктон.

Эти остатки, смешанные с минеральными частицами, формируют плотную студенистую массу — сапрпель. Наличие сапрпеля под слоем торфяника, чередование слоев торфа, которое полностью или частично соответствует чередованию вышеперечисленных поясов растений торфообразователей, являются безусловными показателями возникновения рассматриваемого болота в результате зарастания водоема. Такие болота, как правило, относятся к низинному типу.

В тех случаях, когда берега водоема круты и достаточно хорошо защищены от ветров, происходит нарастание на открытую водную поверхность мохового покрова из зеленых мхов или некоторых видов сфагнума, поселение на моховом покрове осок, вахты трехлистной, шейхцерии болотной и др.

В дальнейшем на таком растительном ковре развиваются болотные кустарнички. Сплавина, уплотняясь и разрастаясь, покрывает водную поверхность. При сплавинном образовании болотам свойственны «окна» — небольшие участки открытой водной поверхности. Отмирая и опускаясь на дно, растительные остатки формируют относительно однородную по ботаническому составу торфяную толщу, которая достигается нередко значительной мощности. В этом случае могут формироваться как низинные, так и верховые болота различного ботанического состава.

### 7. Признаки биогенного заболачивания почв.

Почвы этого типа заболачивания приурочены к водораздельным пространствам в районах широкого распространения подзолистых почв. Интенсивное развитие подзолообразования на кислых почвообразующих породах является причиной формирования почв, бедных элементами зольного и азотного питания. Поэтому плотнокустовые злаки, поселившиеся на этих почвах, быстро сменяются менее требовательными растительными группировками, образованными преимущественно сфагновыми мхами. В последующей эволюции растительного покрова болот такого типа абсолютное доминирование получают сфагновые мхи и непосредственно на минеральных подзолистых почвах развивается мощная толща верховых торфов.

*Результаты лабораторной работы:* студент должен освоить понятие и виды мелиорации, характеристика природно-климатических условий объекта лесного хозяйства зоны. Характеристика рельефа местности объекта и гидрологических условий. Возникновение болотных земель. Выбор и обоснование способа мелиорации почв.

## Лабораторная работа №2.

### Тема 2. Гидрология и гидрометрия суши. Гидравлика.

(форма проведения занятий: дискуссионные технологии – круглый стол).

*Цель работы:* Изучить понятия гидрология и гидрометрия, а также физические свойства жидкостей и законы гидравлики.

*Содержание:* Определение гидрологии и гидрологии суши, методы и аспекты изучения гидрологии суши, свойства жидкостей и законы гидравлики.

#### **Оборудование:**

1. Тетради для лабораторных работ, карандаши, ручки .

**Ход работы:** Круглый стол предполагает беседу, в которой на равных участвуют до 10 – 12 человек, обменивающихся мнениями. Они ориентированы на возможность рассмотреть с ее разных сторон, осмыслить, обозначить основные направления развития, согласовать свои точки зрения, научиться к конструктивному диалогу.

**Гидрология** - наука, изучающая природные явления, связанные с водой и протекающие в них явления. Предмет изучения гидрологии - *все виды вод гидросферы в океанах, морях, реках, озерах, водохранилищах, болотах, почвенные и подземные воды.*

Гидрология:

- исследует круговорот воды в природе, влияние на него деятельности человека;
- изучает управление режимом водных объектов и водных режимов территорий;
- проводит анализ гидрологических элементов для отдельных территорий и Земли в целом;
- дает оценку и прогноз состояния и рационального использования водных ресурсов;
- пользуется методами, применяемыми в географии, физике и других науках.

Гидрология подразделяется на океанологию и гидрологию суши.

**Океанология** – это раздел гидрологии, изучающая гидрометрию океанов и морей.

**Гидрология суши** — раздел гидрологии, изучающий поверхностные воды суши, также занимается изучением процессов формирования водного баланса и стока, разработкой конструкций гидрологических приборов, прогнозом гидрологического режима, изучением структуры речных потоков, водообмена внутри озёр, русловых и береговых процессов, термических, ледовых и других физических явлений, химического состава вод и т. д.

Гидрология суши по объектам изучения подразделяется на: гидрологию рек (*речную гидрологию*), озероведение (лимнологию), болотоведение, ледниковедение (гляциологию).

Основной метод гидрологии суши — стационарное изучение гидрологического режима на опорной сети станций, важное значение имеют экспедиционные исследования отдельных территорий и объектов, всё большее значение приобретают лабораторные работы.

Выводами гидрологии суши в отношении гидрологического режима водных объектов и территорий пользуются для осуществления водохозяйственных мероприятий.

**Гидрометрия** - раздел гидрологии, разрабатывающий методы количественного определения различных элементов, характеризующих режим природных вод. В соответствии с делением гидрологии по видам вод гидрометрия имеет свои подразделения, в которых изучаются: атмосферные воды (*гидрометеометрия*), подземные воды и поверхностные воды.

Гидрометрия поверхностных вод делится на океанометрию (гидрометрия океанов и морей) и на гидрометрию вод суши (рек, озер, болот и ледников).

При гидрометрических наблюдениях и исследованиях измеряются и изучаются:

- колебания уровней воды,

- уклоны водной поверхности,
- рельеф дна и формы русла,
- скорости и направления течения,
- количества протекающей воды,
- расход и механический состав взвешенных и донных наносов,
- количество растворенных веществ,
- изменения температуры воды,
- нарастание и разрушение ледяного покрова и внутриводного льда,
- испарение с поверхности воды,
- цвет, прозрачность и химический состав воды.

Уровень воды в реках, озерах и других водоемах колеблется в зависимости от природных физико-географических и климатических явлений; для рек — от распределения атмосферных осадков внутри года, таяния ледников, сгонных и нагонных ветров и прочие.

Наблюдения за уровнями воды производятся на водомерных постах, которые бывают речные и свайные.

Речные посты устраиваются на участках рек и озер с обрывистыми устойчивыми берегами и на гидротехнических сооружениях (мосты, набережные, плотицы).

На участках рек с пологими берегами сооружаются свайные посты.

Если необходимо непрерывно фиксировать колебания уровня воды в водотоке применяют самопишущие приборы, записывающие ход уровня воды на ленте. Самописцы устанавливаются самостоятельно или в дополнение к обычным водомерным постам.

Уклоны водной поверхности определяются на участках гидрометрических станций, водомерных постов и в пределах строит, площадок гидротехнические сооружений.

Наблюдения на участках гидрометрические станций и постов производятся на уклонных водомерных постах.

**Гидравлика** - наука, изучающая законы равновесия и механического движения жидкостей и разрабатывающая методы применения этих законов для решения различных прикладных задач. Слово «гидравлика» означало сначала учение о движении воды по трубам. Она является одной из древнейших наук, развивающейся более XX веков. Первым научным трудом в области гидравлики считается трактат Архимеда (III век до н. э.) «О плавающих телах...». Теория, изложенная в этом труде, до сих пор лежит в основе учения о равновесии плавающих тел, хотя сведения о некоторых гидравлических законах были известны и ранее, так как до этого строились каналы, водопроводы и т. п.

Возрождение и подъем в развитии гидравлики начался только через 17 веков после Архимеда. В XV – XVI вв. Леонардо да Винчи написал работу «О движении и измерении воды» - опубликована она только через 400 лет. С. Стивен опубликовал «Начала гидравлики», Галилео Галилей в 1612 г. в трактате «Рассуждение о телах, пребывающих в воде...» рассмотрел основные законы плавания и гидростатический парадокс. Е. Торичелли получил формулу скорости истечения невязкой жидкости из резервуаров через отверстия. Б. Паскаль открыл закон о передаче давления в жидкости, на основе которого были созданы простые гидростатические машины. Исаак Ньютон в 1686 г. сформулировал гипотезу о внутреннем трении в жидкости.

**Жидкость** представляет собой физическое тело, в котором силы межмолекулярного сцепления меньше, чем у твердых тел. Поэтому частицы жидкости легко подвижны и

приобретают как поступательное, так и вращательное движение, различают капельные и газообразные жидкости. Капельные жидкости характеризуются большим сопротивлением к сжатию, практически полной не сжимаемостью, малым сопротивлением, растягивающим и касательным усилиям, что обусловлено незначительностью сил сцепления и сил трения между частицами жидкости и незначительной температурной расширяемостью.

Таким образом, жидкость есть физическое тело, обладающее двумя свойствами:

1. Она весьма мало изменяет свой объем при изменении давления или температуры
2. Она обладает текучестью, благодаря чему жидкость не имеет собственной формы и принимает форму того сосуда, в который она помещена (в этом она сходна с газом).

**Физические свойства жидкости характеризуются температурным расширением, сжимаемостью, упругостью, испаряемостью и вязкостью.**

**Температурное расширение** – это свойство жидкости изменять свой объем при изменении температуры:

$$DV = b_t V_0 DT,$$

где  $DT = T_2 - T_1$ ;  $DV = V_2 - V_1$  ( $V_1 = V_0$  - начальный объем);

$b_t$  – коэффициент температурного расширения,  $1^\circ \text{C}$ .

Коэффициент  $b_t$  не является величиной постоянной для данной жидкости, он зависит от давления и начальной температуры. Однако для обычных условий с достаточной точностью его принимают постоянным показателем.

Так, для воды  $b_t = 2 \cdot 10^{-4} 1/^\circ\text{C}$ , а для нефти  $b_t = 8 \cdot 10^{-4} 1/^\circ\text{C}$ .

В большинстве гидравлических расчетов расширение жидкости не учитывается, но при расчетах систем охлаждения двигателей его надо учитывать.

**Сжимаемость жидкостей** – это свойство жидкостей изменять свой объем при изменении давления:

$$DV = b_p V_0 Dp,$$

где  $DV = V_1 - V_2$  – изменение объема,  $\text{м}^3$ ;  $Dp = p_2 - p_1$  – изменение давления, Па;

$b_p$  – коэффициент объемного сжатия,  $1/\text{Па}$ .

Коэффициент  $b_p$  также не является постоянной величиной, он зависит от условий сжатия.

Его средние значения при  $P < 500$  МПа равны:

для воды –  $b_p = 5 \cdot 10^{-4} 1/\text{МПа}$ ;

для нефтепродуктов –  $b_p = 7 \cdot 10^{-4} 1/\text{МПа}$  ( $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$ ).

Таким образом, практически жидкость практически несжимаема.

**Упругость жидкостей** – это способность жидкости принимать свой прежний объем после снятия внешней нагрузки. Такое свойство жидкости характеризуется коэффициентом упругости  $e = 1 / b_p$ .

**Испаряемость жидкостей зависит от температуры и давления.** При снижении давления в жидкости и при повышении температуры упругость паров увеличивается, и жидкость закипает. Под упругостью паров понимают парциальное (частичное) давление насыщенных паров  $p_{\text{нп}}$  жидкости над ее поверхностью, при котором пары испарения и конденсации взаимно уравновешены:  $p = p_{\text{нп}}$ .

В обычных условиях (при нормальном атмосферном давлении и температуре) вода содержит около 2% объема растворенного в ней воздуха. Очевидно, что при повышении температуры и понижении давления, когда  $p < p_{\text{нп}}$ , вместе с испарением жидкости в ней начнут выделяться пузырьки воздуха.

Появление в воде паровоздушных пузырьков называется **кавитацией**.

Жидкость, содержащая паровоздушную смесь, приобретает свойства, отличные от свойств воды: сжимаемость ее значительно возрастает. Попадая в область повышенного давления, пузырьки пара конденсируются и переходят в жидкое состояние, а воздушные сжимаются или полностью смыкаются. Это явление происходит мгновенно и сопровождается сильными ударами с резким повышением давления, в несколько тысяч раз превосходящего атмосферное. Так как микроудары многократно повторяются на очень малой площадке, происходит разрушение твердой поверхности. В результате имеет место так называемая **кавитационная эрозия**. Кавитационная эрозия приводит к разрушению лопастей гидравлических турбин, гребных винтов и гидротехнических сооружений.

**Вязкость жидкостей** – это свойство жидкостей оказывать сопротивление перемещению слоев жидкости относительно друг друга. Вязкость есть свойство противоположное текучести: более вязкие жидкости являются менее текучими и наоборот.

При течении вязкой жидкости вдоль твердой стенки происходит торможение потока, обусловленное вязкостью жидкости. Скорость потока отдельных слоев уменьшается по мере приближения слоя жидкости к стенке вплоть до  $v = 0$  при  $Y = 0$ , при этом между слоями происходит проскальзывание, сопровождающееся возникновением касательных напряжений, оцениваемых формулой:

$$T = m \, d v / d Y,$$

где  $m$  – коэффициент пропорциональности, называемый *динамической вязкостью* жидкости Па·с;

$dv/dY$  – **градиент скорости** (иногда его называют скоростью деформации);

$dv$  – приращение скорости, соответствующее приращению координаты  $dY$  (рис.3).

Размерность касательного напряжения – Н/м<sup>2</sup>.

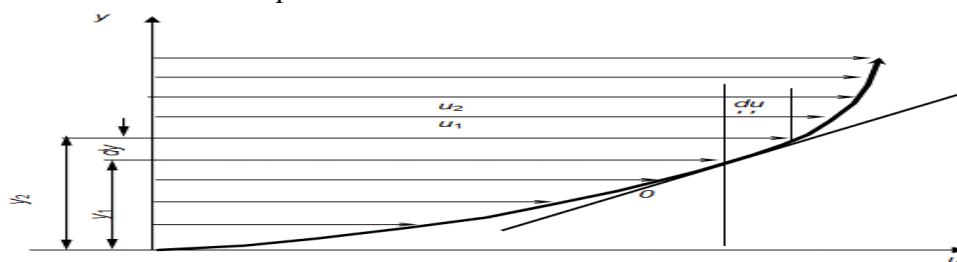


Рис. 3. Распределение скоростей при течении вязкой жидкости вдоль стенки.

При постоянстве  $t$  по поверхности  $S$  полная касательная сила  $T$  (сила трения) по этой поверхности равна:

$$T = t S = m S \, d v / d Y.$$

Из закона трения, описываемого уравнением, видно, что напряжение трения  $t$  может возникать только в движущейся жидкости при наличии скоростной деформации  $d v / d Y$ . В покоящейся жидкости скоростная деформация равна нулю, следовательно, касательные напряжения также равны нулю. Жидкости, для которых приемлема зависимость получили название нормальных. Однако существуют жидкости, для которых зависимость  $T = t S = m S \, d v / d Y$  неприемлема. К ним относятся, например, нефть и некоторые нефтепродукты, битумные и полимерные материалы, которые отличаются от нормальных жидкостей наличием сил трения даже в состоянии покоя. Их движение из состояния покоя начинается только после преодоления некоторого предельного значения касательного напряжения  $t_0$ , которое не зависит от градиента скорости по нормальям:  $t = t_0 + m \, d v / d Y$ . Наряду с динамической вязкостью в гидравлических расчетах применяют также и *кинематическую вязкость*:  $g = m / r$ .

Единица кинематической вязкости - стокс (Ст),  $1 \text{ Ст} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ .

Кинематическую вязкость на практике определяют при помощи специальных приборов – вискозиметров (в основном используются вискозиметры истечения и капиллярные вискозиметры). Вязкость капельных жидкостей в значительной мере зависит от температуры. С повышением температуры вязкость капельной жидкости уменьшается, а воздуха увеличивается.

**Свойство жидкости, обуславливающее возникновение в ней при движении касательных напряжении, называется вязкостью.**

При аналитических исследованиях для облегчения решения многих задач гидравлики часто пользуются понятием идеальной жидкости.

*Идеальной жидкостью* называют воображаемую жидкость, которая характеризуется:

- абсолютной неизменяемостью объема при изменении давления или температуры;
- абсолютной подвижностью частиц, т. е. полным отсутствием вязкости, сил трения при ее движении. Идеальная жидкость в отличие от реальной жидкости в природе не существует. Ее создают в воображении как чисто отвлеченную модель жидкой среды.

#### **Физические свойства жидкости.**

Состояние и поведение применяемых в технике и производстве жидкостей находится в непосредственной зависимости от их физических свойств. Поэтому хотя физические свойства жидкостей изучаются в физике, но при расчетах в гидравлике пользуются некоторыми физическими характеристиками жидких тел.

**Плотность ( $\rho$ )** характеризует распределение массы  $M$  жидкости или газа по объему  $W$ .

Плотность однородной жидкости равна отношению массы жидкости  $M$  к занимаемому ей объему  $W$ :

$$\rho = M / W, \text{ кг/ м}^3$$

Плотность жидкостей зависит от температуры и давления. Все жидкости, кроме воды, характеризуются уменьшением плотности при росте температуры. Плотность воды максимальна при  $t=4^\circ\text{C}$ , в этом аномальность ее поведения. Для условий основных гидравлических расчетов плотность воды можно принимать равной  $1000 \text{ кг/ м}^3$ .

**Удельный вес** однородной жидкости определяется как отношение веса жидкости  $G_k$  к занимаемому объему  $W$ :

$$\gamma = G_k / W, \text{ Н/ м}^3.$$

**Относительным удельным весом жидкости называется отношение удельного веса жидкости при температуре  $t$  к удельному весу воды при температуре  $4^\circ\text{C}$ :**

**Сжимаемость** – свойство жидкостей изменять свой объем при изменении давления – характеризуется коэффициентом объемного сжатия, представляющим относительное изменение объема жидкости, при изменении давления  $\Delta p$  на единицу:

$$\beta_w = - (1/ W) * (\Delta W / \Delta p)$$

Сжимаемость жидкостей незначительна и в рассматриваемых в гидравлике явлениях, позволяет считать её несжимаемой, кроме отдельных случаев, которые оговариваются отдельно, например, гидравлический удар, то есть это можно утверждать, когда давление незначительно. Но если бы вода была действительно абсолютно несжимаемой, то уровень воды в океанах поднялся примерно на 30 м.

**Температурное расширение** – это свойство жидкостей изменять свой объем при изменении температуры. Характеризуется температурным коэффициентом объемного расширения (температурного расширения), представляющим относительное изменение объема жидкости при изменении температуры на единицу и при постоянном давлении

$$\beta_\gamma = (1/ W) * (\Delta W / \Delta T)$$

*Результаты лабораторной работы:* студент должен освоить понятия гидрология и гидрометрия, а также физические свойства жидкостей и законы гидравлики.

### Лабораторная работа №3.

#### Тема 3. Современные достижения гидротехнической мелиорации в лесном хозяйстве.

*Цель работы:* Изучить современные понятия и достижения гидротехнической мелиорации в лесном и сельском хозяйстве.

*Содержание:* Основные научные понятия и устройства объектов гидротехнической мелиорации и расчеты скорости движения и расхода воды.

Гидротехнические мелиорации лесных земель, проводимые в комплексе с лесоводственными, лесокультурными и другими мероприятиями есть эффективное средство повышения производительности лесов и повышения экономики лесного хозяйства в целом. Гидротехнические мелиорации являются действенным средством повышения производительности лесов и создания зеленых зон для отдыха человека. Поэтому специалисты лесного хозяйства должны знать и уметь правильно планировать и организовывать мелиоративные работы в лесничествах, правильно строить мелиоративные системы, эксплуатировать и ремонтировать их. А для всего этого необходимо знать основные понятия, устройство объектов гидротехнической мелиорации и принцип их работы.

**Сечение потока** плоскостью, которая перпендикулярна линии потока, называют **живым сечением**. Площадь живого сечения потока обозначают буквой  $\omega$ .

На рис. 3.1 показаны живые сечения трубы, канала, прямоугольного русла канала и реки.

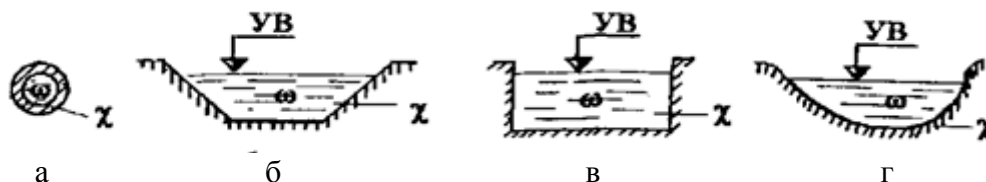


Рис.4. Живое сечение:

а - напорной трубы, б - трапецидального канала, в - прямоугольного русла канала, г – реки.

**Намоченный периметр** - это линия, по которой живое сечение прикасается до стенок, что его ограничивают; намоченный периметр обозначают буквой  $\chi$ . Отношения площади живого сечения к намоченному периметру называют **гидравлическим радиусом** и обозначают буквой  $R$ .

$$R = \omega / \chi$$

Эта величина характеризует удельную площадь живого сечения, потому что показывает, какая часть живого сечения приходится на единицу длины намоченного периметра.

**Расходом потока** называется количество жидкости, которая проходит через живое сечение потока за единицу времени:

$$Q = W / t.$$

Выражается в единицах объема с делением последних на время. Отношения расхода к площади живого сечения называют **средней скоростью потока** и обозначают:  $v = Q / \omega$ . Необходимо иметь в виду, что фактически в разных точках живого сечения настоящие скорости неодинаковы.

**Уклоном канала** ( $i$ ) называется отношение падения канала по дну  $\Delta H$  к его длине  $L$ . Уклоны выражаются в десятичных дробях и промилле.  $i = \Delta H / L$

**Атмосферные осадки** – это часть водяного пара атмосферы, которая выпадает в виде дождя, снега или града. Количество осадков зависит от многих причин. Главная из них: отдаленность бассейна от океанов и морей, направление преобладающих ветров, рельеф местности. На количество осадков оказывает влияние даже лесистость местности.

Кроме общего количества, осадки отличаются интенсивностью, продолжительностью, а так же неравномерностью выпадения по времени и площади.

**Интенсивность осадков** – это величина, которая равна количеству осадков, что выпадают за единицу времени. Интенсивность выражается толщиной слоя воды, который образуется после выпадения осадков (например, мм/мин). Наблюдается следующая



зависимость: интенсивность осадков, как правило, тем меньше, чем больше время их выпадения. Важной характеристикой осадков является их распределение по времени. Неравномерность распределения зависит от климатических и морфологических особенностей территории и может варьироваться в широких пределах. Характеристикой такой неравномерности обычно является внутригодовое распределение осадков. Для проектирования гидротехнических сооружений на реках с дождевым обеспечением обычно необходимо знать, как происходит внутригодовое распределение осадков.

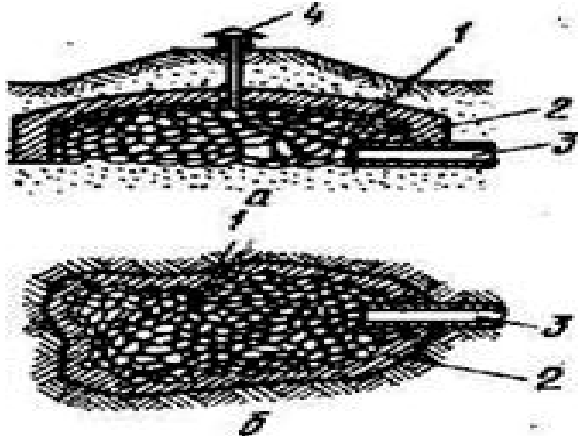
**Сток** – это движение воды по поверхности земли, а также в почвах и горных породах, которые ее подстилают. Он начинается с момента зарождения потоков и заканчивается их впадением в моря. На этом пути часть воды расходуется на суммарное испарение. Характеристики стока определяются перечисленными выше особенностями осадков. Сток также зависит от многих свойств поверхности водосборного бассейна. Способность почвогрунтов бассейна впитывать воду определяет потери части осадков на продавливание. Чем больше уклон склонов бассейна, дна оврагов и рек, чем сильнее бассейн срезан русловой сетью оврагов и речной сетью, тем большая скорость стекания и максимальный расход стока. Скорость стекания и расход находятся в обратной зависимости от густоты и высоты растительности, то есть от ее гидравлического сопротивления. Но гидрологическая роль растительности шире. Кроны деревьев задерживают часть дождя и снега, которая испаряется, то есть она исключается со стока. Доля осадков, которые перехватываются кронами, в среднем для лиственных лесов составляет около 15%, а в еловых насаждениях достигает 30%. Растительность, в частности лес, увеличивает инфильтрацию воды, что снижает максимальные расходы воды на сток. Распределение стока по времени зависит от наличия болот и проточных озер, водохранилищ, их размеров и расположения, аккумуляции части стока перед дорожными трубами и мостами. Формирование стока зависит от интенсивности дождя, площади и продолжительности его выпадения, также от свойств поверхности земли и почвогрунтов, которые ее подстилают, гранулометрического состава, структуры и влажности слоев, рельефа, растительности и других особенностей. Различные сочетания перечисленных признаков могут менять параметры стока в широком диапазоне: от случаев, когда дождь, который выпал, не создает стока, до катастрофических паводков.

**Фильтрация** – это движение жидкости в пористой среде. Ее отдельным случаем является движение грунтовых вод. Режим движения грунтовых вод может быть ламинарным в песчаных и глинистых грунтах и турбулентным - в галечнике, каменной накидке, а также в прифильтровой зоне скважин, из которых выполняется откачка.

**Кольматаж.** Осушение земель кольматажем предусматривает регулирование водного режима излишне увлажненных территорий путем искусственного повышения земной поверхности. Для этого территорию, которую необходимо осушить, разбивают на чеки (квадраты) с помощью невысоких дамб. По трубам насосами подают воду с большим количеством зависших частиц почвы. В чеках жидкая масса отстаивается, вода через специальные водоспускные отверстия сваливается в водоприемник. Многократной подачей воды можно грунтом постепенно поднять поверхность до нужной геометрической оценки и снять излишнее увлажнение.

**Каптаж.** Каптажем обычно называют мероприятия по сбору родниковой и грунтовой воды. Каптажные сооружения в зависимости от характера и дебита родника устраивают по-разному. Поэтому перед устройством каптажных сооружений надо выяснить залегание водоносного и водоупорного слоев, определить дебит родника и мощность наносных отложений. Простейший каптаж восходящих источников можно устроить из каменной наброски (рис.5). Выходы родника иногда ограждают шпунтовыми стенками, расчищают от наносов и загружают камнем. Сверху каменную наброску покрывают глиняным или бетонным экраном. При выходе родников из песчаных слоев под каменной наброской устраивают гравийный фильтр (Рис.5.а).

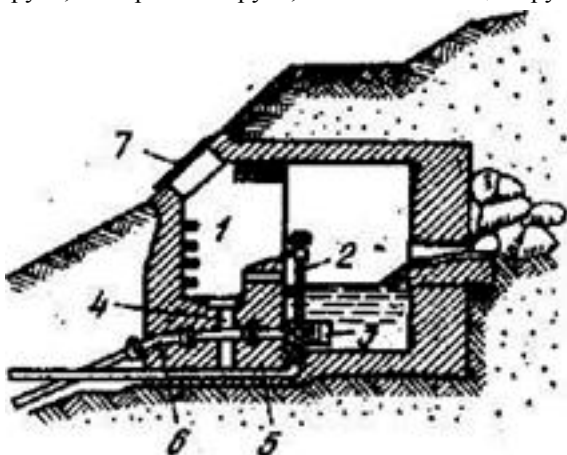
Рис. 5. Каптаж восходящих ключей: а - разрез; б — план; 1 — каменная наброска; 2 - глиняный изолирующий слой; 3 — водоразборная труба; 4 — вытяжная труба



В глиняном экране устраивают вентиляционную трубу. Вода для разбора выводится по специальной трубе. При каптаже нисходящего родника на месте его сосредоточенного выхода устраивают камеру (рис. 6). За водоприемной стенкой камеры устраивают гравийный фильтр. Если исходящий родник имеет рассредоточенные выходы, то каптаж делают в виде водосборных дрен, которые отводят воду в сбор- камеру.

Рис.6. Каптаж нисходящего ключа:

1 - смотровая камера; 2 —шток для регулирования спуска воды; 3 — приемный клапан; 4 — переливная труба; 5 —грязевая труба; 6 — всасывающая труба; 7 —лаз ,



При устройстве каптажных сооружений нельзя создавать подпора воды в роднике, так как при подпоре родник может найти другой выход.

Подземные воды в Средней Азии и Закавказье добывают посредством штольных горизонтальных водосборов, которые называются кяризами (рис. 7). Устраивают их следующим образом. В водоносном слое параллельно гидроизогипсам закладывают водосборные штольни и выводят их в водосборный бассейн или канал. Штольни имеют ширину 0,4—0,6 м, высоту 1 - 1,5 м, длину до нескольких километров, уклон

0,002— 0,005. В зависимости от глубины водоносного слоя, глубина штолен может быть от 3 до 20 м. Штольни крепятся камнем, деревом, но лучше применять бетон или железобетон. По длине кяриза через 20—25 м устраивают колодцы, через которые при строительстве вынимают грунт, а затем осуществляется вентиляция. Кяризы дают расход воды 30—50 л/с и более. Вода используется для орошения и водоснабжения. Для орошения используется вода транзитного, местного и подземного стока.

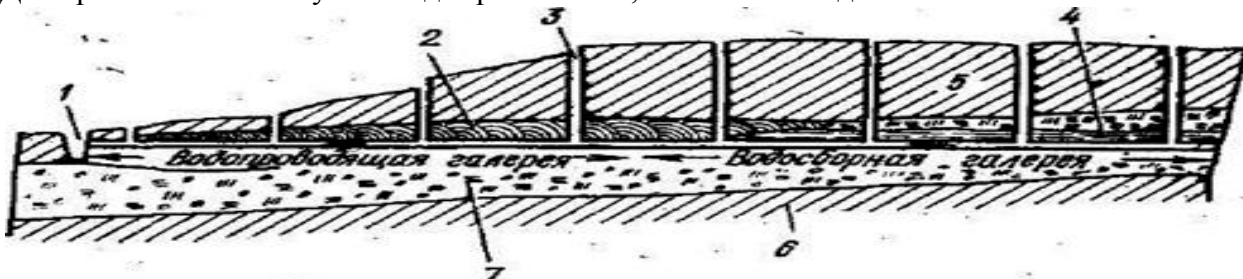


Рис. 7 Продольный разрез кяриза:

1- канал; 2 - глина; 3 — вспомогательный колодец; 4— уровень грунтовых вод; 5 — песок; 6 — водоупорный слой; 7 — галечный водоносный слой

**Транзитный сток** — это сток крупных и средних рек, он формируется обычно за пределами орошаемой площади. Местный сток формируется в зоне орошения — это сток, поступающий в пруды, озера, речки, ручьи во временные водотоки и с небольших водосборов. Подземный сток (грунтовый) используется путем устройства колодцев и каптажных сооружений.

С ростом производительных сил в лесном хозяйстве, для орошения стали использовать крупные реки с большими расходами воды. На таких реках построены крупные плотины, созданы огромные водохранилища и водные ресурсы используются для получения электроэнергии, судоходства, орошения, обводнения, рыбозаведения и других целей. Для забора воды из источника орошения и подачи ее в оросительные каналы строят водозаборные сооружения в голове магистрального канала. Для забора воды самотеком из рек устраивают бесплотинные и плотинные водозаборы разных типов.

На рис. 8а показан бесплотинный водозабор с захватной дамбой и шлюзом-регулятором.

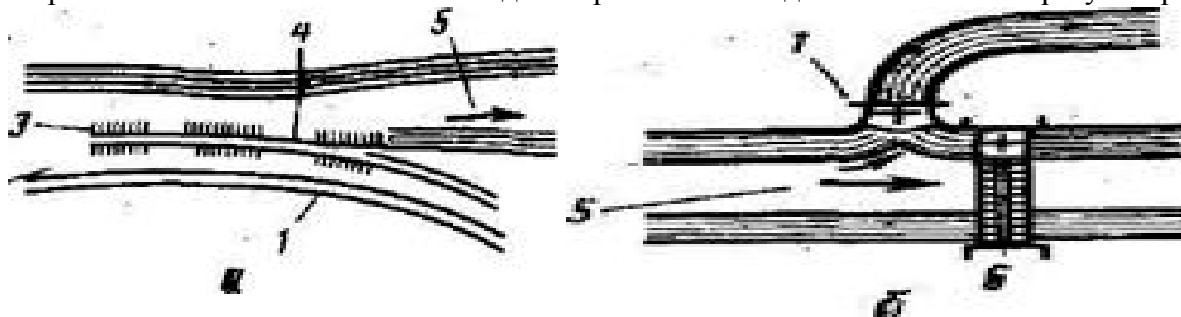


Рис. 8. Самотечный водозабор: а – без плотины; б - с плотиной;  
1- шлюз; 2 — направляющее русло канала; 3 — шпора; 4 — сброс; 5 —река; 6 — плотина.

Дамба способствует отводу нужного расхода воды, а шлюз-регулятор соединяет магистральный канал с рекой и регулирует подачу воды в канал. При низком горизонте воды в реке, когда нельзя осуществить самотечную подачу воды в магистральный канал, применяют плотинный водозабор (рис.8 б). Плотина поднимает горизонт воды до такого уровня, при котором вода в магистральный канал поступает самотеком; расход воды в магистральном канале регулируется шлюзом.

**Дождевание** — это один из видов орошения, при котором вода особыми дождевальными установками и машинами разбрызгивается в воздухе над орошаемым полем и затем в виде искусственного дождя падает на поверхность почвы и растений. Дождевание — наиболее механизированный способ орошения, который значительно снижает затраты ручного труда. Дождевание начинает широко применяться для полива сельскохозяйственных культур, древесных питомников, лесных полос и садов.

При дождевании создаются более благоприятные условия для развития растений, улучшаются процессы ассимиляции и развития корневых систем, увлажняется приземный слой воздуха, что ослабляет испарение и благоприятно влияет на растения.

Качество дождя получается не всегда удовлетворительным. Требуется, чтобы диаметр капель был не больше 1—2 мм, а интенсивность дождя желательно иметь при поливе тяжелых почв не больше 0,1—0,2 мм/мин, средних 0,2— 0,3 мм/мин, легких почв не более 0,5—0,8,мм/мин. Этим требованиям удовлетворяют не все дождевальные агрегаты.

**Задание №1:** Определить расход воды через трапециевидальный водослив с тонкой стенкой при длине порога  $b=1,25$  м и напоре при пороге водослива  $H=0,35$  м.

Решение: Расход воды в трапециевидальном водосливе с тонкой стенкой определяется по формуле:

$$Q = 1.86 bH\sqrt{H}, \text{ где}$$

$Q$ - расход воды,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $b$ - ширина водослива, м;  $H$ - напор воды над порогом водослива, м.

$$Q=1,86*1,25*0,35*0,591=0,48\text{м}^3/\text{с}. \quad \text{Ответ: } 0,48 \text{ м}^3/\text{с}$$

**Задание №2:** Измерением установлено, что скорость на глубине 0,2 м составила 0,6 м/с, на глубине 0,6 м - 0,4 м/с и на глубине 0,8 м – 0,25 м/с. Определить среднюю скорость течения воды в данной точке.  $V_{cp} = 0,25(v_{0,2} + 2v_{0,4} + v_{0,8})$

Решение:  $V_{cp} = 0.25(0.6+2 *0,4 +0.25)= 0,41\text{м/с}. \quad \text{Ответ: } 0,41 \text{ м/с}.$

*Результаты лабораторной работы:* студент должен освоить основные научные понятия и устройства объектов гидротехнической мелиорации и выполнять расчеты.

## Раздел 2. Орошение лесных и сельскохозяйственных земель.

### Лабораторная работа №4.

**Тема 1. Виды орошения и способы увлажнения почвы. Оросительная система и ее элементы.** (форма проведения занятий: дискуссионные технологии – круглый стол).

*Цель работы:* изучить виды и способы орошения земель, агроэкологические характеристики орошаемых объектов и их особенности.

*Содержание:* Виды орошения и способы увлажнения почвы. Оросительная система и ее элементы. Определение сроков полива. Лесоводственная эффективность орошения лесных земель. Природоохранные аспекты при орошении лесных земель.

#### **Оборудование:**

1. Разные структурные схемы производства гидромелиоративных работ.
2. Тетради для лабораторных работ.
3. Ручки, карандаши, линейки.
4. Индивидуальное задание для каждого студента.

**Ход работы:** Круглый стол предполагает беседу, в которой на равных участвуют до 10 – 12 человек, обменивающихся мнениями. Они ориентированы на возможность рассмотреть с ее разных сторон, осмыслить, обозначить основные направления развития, согласовать свои точки зрения, научиться к конструктивному диалогу.

В рамках выполнения работы группе студентов необходимо изучить машины для полива и устройств оросительной сети, предназначенных для лесного хозяйства. Ознакомиться техническими характеристиками машин и разных механизмов, используемых при орошении в лесном хозяйстве. Важным свойством круглого стола является широкая возможность получить квалифицированные ответы по наиболее актуальным проблемам технологического процесса и высказать, в свою очередь, их понимание.

### **1. Виды орошения и способы увлажнения почвы.**

Орошение в лесном и сельском хозяйстве бывает двух видов: регулярное и одинарное. При регулярном орошении вода может подаваться в любое время поливного периода, самотеком или путем механического подъема из рек, водохранилищ, колодцев и т.д.

При однократном орошении вода подается на поля только в паводковый период после задержания талых вод; однократным поливом создается значительный запас влаги на весь вегетационный период. К этому виду орошения относится лиманное орошение.

Для увлажнения почвы в настоящее время применяют три способа орошения:

#### ***поверхностное, дождевание и подпочвенное.***

*При поверхностном орошении* почва увлажняется струей или слоем воды, движущимся по поверхности. Полив тремя способами осуществляется: по бороздам, напуском (по полосам), затоплением (по чекам).

*Орошение дождеванием* производится с помощью специальных машин и установок, разбрызгивающих воду в виде дождя.

*При подпочвенном орошении* вода подается по трубам или кротовинам, расположенным ниже корнеобитаемого слоя, а к корням растений вода поступает путем подъема по капиллярам.

*Полив по бороздам.* Увлажнение почвы при этом способе полива достигается тем, что вода подается в борозды, а из них поступает в почву инфильтрационным путем через дно и откосы борозд.

Поливную сеть устраивают следующим образом. Для забора воды из оросителей прокладывают выводные борозды. Параллельно выводным бороздам нарезают распределительные борозды, которые соединяются с поливными бороздами.

Почва увлажняется водой, поступающей в поливные борозды.

В зависимости от свойств почвы и принятой агротехники расстояния между поливными бороздами принимают на легких почвах – 50-60 см, на суглинистых – 60-80 см, а на тяжелых суглинках и глинах 80-110 см.

Длина поливных борозд принимается 25-60 м при малых уклонах поверхности (менее 0,002°) и до 60-130 м при уклонах поверхности 0,005-0,01°.

Длина борозд тем больше, чем меньше водопроницаемость почв и лучше выровнены поля. Полив по бороздам применяют при уклонах поверхности до 0,02 и более, но при таких уклонах поливные борозды следует направлять под острым углом к горизонталям.

## 2. Элементы оросительной системы.

*Оросительной системой называется комплекс каналов и сооружений, служащих для забора воды из источника орошения и подачи её на орошаемые площади.*

Оросительная система состоит из следующих элементов:

- источника орошения (водоем);
- водозаборного (головного) сооружения;
- оросительной сети, в состав которой входят магистральные, распределительные и оросительные каналы и поливная сеть, а также водосбросной и дренажной сети;
- сооружений на сети, дорожной сети и древесных насаждений.

В зависимости от природных и хозяйственных условий оросительная система может не иметь некоторых элементов. При поверхностном орошении назначение оросительной сети заключается в том, чтобы по оросительным каналам подать воду из источника орошения и равномерно распределить ее по орошаемой площади.

Оросительная сеть состоит из следующих элементов: магистрального канала, распределительных каналов, оросительных каналов.

Между оросителями создаётся временная поливная сеть в виде борозд и валиков. Вода из источника орошения поступает в водозаборное сооружение, из него в магистральный канал, дальше идёт в распределительные и оросительные каналы и в поливную сеть.

## 3. Определение сроков полива лесных и сельскохозяйственных культур.

*Режим орошения – правильное установление и распределение в вегетационный период определенного объема оросительной воды, обеспечивающей оптимальный для данной культуры водный режим в расчетном слое почвы, а также связанные с ним питательный, воздушный, тепловой, микробиологический режимы почвы.*

Режим орошения – совокупность числа сроков и норм полива лесных и сельскохозяйственных культур за вегетационный период.

*Поливная норма – объем воды, который необходимо довести культуре за один полив на 1 га.* Величина поливной нормы зависит: от мощности активного слоя почвы, от способа полива, от водно-физических свойств почвы, от гидрологических условий участка (глубина залегания, уровень минерализации грунтовых вод), от возраста культуры и вида полива.

Оросительная норма – объем воды, который доводят до культуры за весь оросительный период в расчете на 1 га. Размер оросительной нормы - м<sup>3</sup>/га.

Оросительная норма – сумма всех поливных норм для данной культуры.

Оросительную норму рассчитывают по уравнению водного баланса:

$$M = E - 10PL - (W_г - W_n) - W_k, \text{ где}$$

M- размер оросительной нормы, м<sup>3</sup>/га

E - суммарное водопотребление культуры,

P - количество осадков за период вегетации,

L- коэффициент использования осадков (0,6-0,8),

W<sub>г</sub>- приход влаги от подпитывания грунтовыми водами,

W<sub>н</sub>- запасы влаги в начале вегетационный. периода, м<sup>3</sup>/га,

W<sub>к</sub>- запасы влаги в активном слое почвы в конце вегетационного. периода данной культуры, м<sup>3</sup>/га.

Оросительную норму рассчитывают для засушливого года с обеспеченностью 80-95%.

За один полив размер оросительной нормы подать невозможно, поэтому подается отдельными поливными нормами, чтобы в почве не нарушать условия аэрации и питательный режим растения.

Наименьшая влагоемкость – это верхний предел влажности при поливе.

$$W_{nns(max)} = 100 * H * L * \gamma_{nns}, \text{ м}^3/\text{га}, \text{ где}$$

H-величина расчетного слоя почвы, где располагается основная масса корней, м;

L-плотность почвы, г/ см<sup>3</sup>;

$\gamma_{nns}$  – влажность почвы в расчетном слое, %.

Для получения планируемого урожая необходимо установить нижний оптимальный порог влажности.

По результатам исследования порог является 70 – 80 % от наименьшей влагоемкости:

$$W_{(min)} = 100 * H * L * 0,7 \gamma_{nns (min)}, \text{ м}^3/\text{га},$$

#### **4. Сроки поливов рассчитываются по декадам вегетационного периода.**

Исходные данные для расчета - атмосферные осадки, водопотребление за декаду, мощность расчетного слоя почвы. Для каждой декады вычисляют запасы влаги, соответствующие верхнему и нижнему пределам оптимальной влажности в расчетном слое. Их наносят на график и получают две кривые, между которыми заключен оптимальный для растений диапазон почвенной влаги. При орошении влажность почвы не должна выходить за пределы этого диапазона. На графике получают кривую изменения запасов влаги. Если в какую либо декаду эта кривая пересечет нижнюю границу оптимальной влажности, то назначают полив. На сроки проведения поливов наибольшее влияние оказывают биологические особенности культур, погодные условия, механический состав почв.

#### **5. Лесоводственная эффективность орошения лесных земель.**

Гидротехнические мелиорации (осушение, обводнение и водоснабжение, орошение) улучшают почвы на продолжительное время. Они улучшают водный, воздушный, а частично и питательный режим почв, и поэтому являются одним из эффективных средств повышения плодородия почвы. Гидротехническая мелиорация лесных земель, проводимая в комплексе с лесоводственными, лесокультурными и другими мероприятиями, есть эффективное средство повышения производительности лесов, освоения неудобных земель и подъема лесного хозяйства в целом. Гидротехническая мелиорация является действенным средством подъема сельскохозяйственных культур, повышения производительности лесов и создания зелёных зон для здорового отдыха населения. Поэтому специалисты лесного хозяйства должны уметь правильно планировать и организовывать мелиоративные работы в лесхозах, правильно строить мелиоративные системы, эксплуатировать и ремонтировать их.

#### **6. Разработка режима орошения лесного питомника**

Оптимальный режим влагообеспеченности растений на орошаемых землях создается и регулируется искусственно системой поливов, производимых периодически в установленные заранее сроки и определенными поливными нормами. Суммарное количество воды, подаваемое в почву за все поливы на один гектар, составляет оросительную норму. Для разработки режима орошения необходимо установить нормы поливов, число и сроки их проведения. Правильное определение числа, сроков и норм поливов имеет большое значение для экономного использования оросительной вода, недопущения заболачивания, засоления, эрозии почвы, повышения плодородия орошаемых земель. Получение высоких и устойчивых урожаев на орошаемых землях, прежде всего, зависит от правильного проектирования режима орошения и строгого его соблюдения.

Режим орошения устанавливается исходя из потребности лесных культур в воде в течение вегетации и имеющихся запасов влаги в расчетном слое почвы к началу вегетационного периода. Режим орошения рассчитывается для года определенной расчетной обеспеченности. Это могут быть годы от 75 до 95%-ной обеспеченности, определенные по недостатку воды для получения, проектируемой продуктивности.

**Расчет режимов орошения ведется в следующей последовательности:**

1. Установление величины оросительной нормы (дефицита водного баланса);
2. Определение поливных норм;
3. Установление сроков проведения поливов, их количества и продолжительности;
4. Построение неукомплектованного графика поливов культурооборотного участка и укомплектование его.
5. Расчёт техники поливов.

Проведение гидротехнической мелиорации требует больших затрат труда и средств. Их экономическая эффективность зависит от технической и экономической обоснованности проектов и планов мелиорации земель, а также от результатов производства продукции на мелиорированных землях.

Все работы по строительству мелиоративных систем должны выполняться в нормативные сроки, с высоким качеством и наименьшими затратами труда и средств.

На стадии проектных работ должны быть использованы все возможные снижения стоимости строительства: разработаны более экономичные конструкции и сооружения, использованы местные строительные материалы, запланирована рациональная организация производства строительных работ, выбрана рациональная схема перевозки. Основные экономические показатели проекта следующие:

Срок окупаемости капитальных вложений, который определяется по формуле:

$$O = KP / ДЧД, \text{ где}$$

O – срок окупаемости, лет;

K – размер совокупных капитальных вложений, тыс. руб / га;

П – площадь орошаемого участка, га;

ДЧД – дополнительный чистый доход, тыс.руб.

Коэффициент фактической эффективности капитальных вложений определяется по формуле:

$$Кф.эф = ДЧД / КП$$

Уровень рентабельности на совокупные капитальные затраты ( $R_{кап}$ ) определяются по формуле:

$$R_{кап} = ДЧД \cdot 100 / K, \%$$

Себестоимость валовой продукции (С) равна сумме всех затрат, приходящихся на единицу валовой продукции:

$$C = Z / ВП, \text{ руб} / \text{т}; \text{ руб} / \text{шт.}, \text{ где}$$

Z – сумма всех затрат, руб.

ВП – валовая продукция, т; шт.

## **7. Природоохранные аспекты при орошении лесных земель.**

В связи с развитием орошения в засушливой зоне наиболее остро встанут вопросы охраны почв от засоления. Основные причины засоления орошаемых земель:

- высокое залегание или подъем уровня минерализованных грунтовых вод, последующий капиллярный подъем их, испарение с поверхности почвы;
- использование для полива лесных культур вод повышенной минерализации;
- несвоевременное проведение агротехмероприятий, ведущих к разрушению почвы.

Для защиты орошаемых земель от засоления и подтопления применяют комплекс агротехнических, мелиоративных и лесомелиоративных мероприятий.

К ним относятся: экономное использование оросительной воды с минимальными потерями ее в сети и на орошаемых полях.

Для борьбы с потерями воды на мелиоративных системах применяют экраны, облицовки и другие противотранспирационные средства, строгий учет и автоматизацию водоподачи, прогрессивные методы орошения. Поэтому оросительные системы постоянно совершенствуются. Наиболее совершенные оросительные системы находятся в южных районах европейской части РФ. В Российской Федерации закрытая оросительная сеть и дождевание проводятся на 59 % поливных площадей. Еще более эффективным являются капельное и аэрозольное орошение. В районах с большим дефицитом пресной воды для полива используют слабоминерализованные природные воды. Это практикуется в Ставропольском крае, Заволжье и не вызывает отрицательных последствий.

Одна из существенных задач охраны окружающей среды при орошении - борьба с загрязнением водотоков коллекторно-дренажными стоками высокой минерализации со значительным содержанием ядохимикатов, удобрений и других токсичных веществ. В настоящее время для предохранения природных вод от загрязнений используют дренажно-коллекторные стоки как возвратные воды. В отдельных районах страны проводят контроль за химическим составом вод.

Большую осторожность соблюдают и при освоении песчаных массивов, мелиорация которых возможна только при проведении культуртехнических мероприятий. При капитальной планировке поверхности будущих полей питомника, площади отдельных участков не превышают 4-5 га, затем их объединяют в один обрабатываемый массив. По границам и внутри мелиорируемых участков для борьбы с засухой, суховеями, пыльными бурями в районах орошаемого земледелия широко проводят агролесомелиоративные мероприятия. Под защитные насаждения отводят 1,5-2% площади, иногда до 4% и более. При проектировании оросительных систем, согласно действующим инструкциям, обязательны защитные полосы вдоль каналов из местных древесных пород.

Большое значение придается охране оросительной сети от зарастания растительностью. Для борьбы с зарастанием каналов перспективно использование рыб: белого амура и толстолобика. Толстолобик поедает фитопланктон, а белый амур - элодею, рдесты, осоки. Для охраны почв от вторичного засоления создаются дренажные устройства, которые должны обеспечить расположение уровня грунтовых вод на глубине не менее 2 - 3 м, и системы каналов с гидроизоляцией для предотвращения фильтрации воды. В случае накопления водорастворимых солей рекомендуется промывка почв на фоне глубокого рыхления и пахоты с дренажным водоотводом для удаления солей из корнеобитаемого слоя почвы. Охрана почв от содового засоления и слитности требует мероприятий с использованием приемов химической мелиорации. Они включают в себя гипсование почв, применение минеральных удобрений, содержащих кальций, а также введение в севооборот многолетних трав.

Для борьбы с первичным (естественным) и вторичным засолением большое значение придается посеву солеустойчивых растений, поддержанию поверхностного слоя почвы в рыхлом состоянии с комковатой структурой. Для поддержания орошаемых земель в хорошем мелиоративном состоянии наряду с другими факторами необходимы изучение и анализ элементов водного баланса грунтовых вод, что позволяет количественно оценить приходные и расходные элементы водного баланса грунтовых вод. Для оценки динамики засоленности почв один раз в 3-5 лет проводят солевую съемку участков орошаемой территории.

*Результаты лабораторной работы:* студент должен усвоить виды орошения и способы увлажнения почвы. Элементы оросительной системы. Определение сроков полива. Лесоводственную эффективность орошения лесных земель, агроэкологические характеристики осушаемых объектов и их особенности. Природоохранные аспекты при орошении лесных земель.



## Лабораторная работа №5.

**Тема 2. Техника полива и проводящая оросительная сеть. Гидравлические расчеты.**  
(форма проведения занятий: дискуссионные технологии – круглый стол).

*Цель работы:* изучить способы орошения лесных земель, произвести гидравлические расчеты и производство гидромелиоративных работ.

*Содержание:* Виды орошения и машины и оборудование для орошения. Режим и эффективность орошения. Обводнение и водоснабжение. Способы поливов. Определение ширины канала по дну. Определение глубины наполнения канала в расчетном створе. Расчетный створ в устье магистрального канала. Определение устойчивости каналов на размыв и заиливание. Определение расстояния между каналами.

### **Оборудование:**

1. Разные структурные схемы производства гидромелиоративных работ.
2. Тетради для лабораторных работ.
3. Ручки, карандаши, линейки.
4. Индивидуальное задание для каждого студента.
5. Технические характеристики и марки машин, предназначенных для полива

**Ход работы:** Круглый стол предполагает беседу, в которой на равных участвуют до 10 – 12 человек, обменивающихся мнениями. Они ориентированы на возможность рассмотреть с ее разных сторон, осмыслить, обозначить основные направления развития, согласовать свои точки зрения, научиться к конструктивному диалогу.

В рамках выполнения работы группе студентов необходимо изучить машины для полива и устройств оросительной сети, предназначенных для лесного хозяйства. Ознакомиться техническими характеристиками машин и разных механизмов, используемых при орошении в лесном хозяйстве. Важным свойством круглого стола является широкая возможность получить квалифицированные ответы по наиболее актуальным проблемам технологического процесса и высказать, в свою очередь, их понимание.

Проведение в лесостепной зоне работ по защитному лесоразведению требует большого количества посадочного материала, который выращивают в лесных питомниках. Для получения максимального количества стандартных сеянцев и саженцев с единицы площади, снижения сроков выращивания и себестоимости посадочного материала необходимо правильно организовать территорию лесопитомника, строго соблюдать технологию выращивания, а также развивать выращивание посадочного материала с использованием поливов. Специалисты лесного хозяйства, занимающиеся поливным лесоразведением, должны иметь определенный навык в области комплексного использования вод местного стока и организации поливов в лесных питомниках.

Источниками воды для орошения лесных питомников лесостепной зоны могут быть пруды, создаваемые на балках. Строительство прудов на балках позволяет использовать воды местного стока для орошения, водоснабжения, обводнения, разведения рыбы и водоплавающей птицы, рекреации. Орошение на местном стоке осуществляется самостоятельными небольшими системами и поэтому вполне доступно предприятиям лесного хозяйства. При создании орошаемых участков в первую очередь необходимо провести организацию территории питомника лесного хозяйства.

### **1. Организация территории питомника лесного хозяйства.**

Площадь лесного питомника зависит от производственной мощности, ассортимента и возраста выращивания пород, выбранного севооборота. На территории орошаемого лесопитомника размещают посевное, школьное и маточное отделения, дороги, лесополосы и другие объекты. Для орошаемых земель существуют понятия «площадь орошения нетто» и «площадь орошения брутто».

Площадь орошения нетто – площадь земель оросительной системы, занятая посевами орошаемых лесных культур.

Площадь орошения брутто – площадь оросительной системы, включающая площадь орошения нетто и площади отчуждений, занятые дорогами, лесными полосами, сооружениями и другой инженерной инфраструктурой, обеспечивающей функционирование и эксплуатацию системы. Площадь орошения нетто  $S_{нт}$ , га, связана с площадью орошения брутто следующей зависимостью

$$S_{нт} = S_{бр} \times k_{исп}$$

где  $S_{бр}$  – площадь орошения брутто, га;

$k_{исп}$  – коэффициент использования земельных угодий;

$$S_{нт\ пос} = 44 \times 0,8 = 35,2 \text{ га};$$

$$S_{нт\ шк} = 33 \times 0,8 = 26,4 \text{ га}$$

$$S_{нт\ мат} = 6 \times 0,8 = 4,8 \text{ га}.$$

Во всех отделениях питомника будет производиться полив выращиваемых лесных культур. Поэтому общая площадь орошения  $S_{нт\ общ}$ , га, будет равна:

$$S_{нт\ общ} = S_{нт\ пос} + S_{нт\ шк} + S_{нт\ мат} \text{ где}$$

$S_{нт\ пос}$  – площадь орошения нетто посевного отделения питомника, га;

$S_{нт\ шк}$  – площадь орошения нетто школьного отделения питомника, га;

$S_{нт\ мат}$  – площадь орошения нетто маточного отделения питомника, га.

$$S_{нт\ общ} = 35,2 + 26,4 + 4,8 = 66,4 \text{ га}.$$

Хозяйственные строения, защитные лесные насаждения, дороги, оросительная сеть каналов и другие сооружения занимают от 10 до 25 % от всей площади питомника. Поэтому коэффициент использования земельных угодий принимают в пределах 0,7 – 0,9. В плане отделения питомника имеют форму прямоугольника. Площади отделений разбивают на поля прямоугольной формы. С учетом рекомендуемой поливальной техники длинная сторона полей должна составлять 400 – 800 м, а короткая – 120 м. По периметру площади питомника, вдоль основных дорог и постоянных распределительных каналов на территории питомника высаживают лесные полосы. Для восстановления плодородия почвы, улучшения ее водно-физических свойств, обеспечения эффективной борьбы с сорняками на питомниках вводят севообороты. Севооборот – система размещения и чередования лесных культур, а также паров по полям и по времени. В посевном отделении орошаемых питомников, расположенных в лесостепной зоне Европейской территории России, можно использовать следующую схему севооборота:

1 поле – посев однолетних трав;

2 поле – сеянцы однолетние;

3 поле – сеянцы двухлетние;

4 поле – чистый пар с внесением органических (сидератов) и минеральных удобрений;

5 поле – сеянцы однолетние;

6 поле – сеянцы двухлетние.

В школьном отделении также вводят севооборот. Число полей здесь зависит от количества лет выращивания саженцев. В условиях лесостепи в школьном отделении можно использовать следующий севооборот:

1 поле – чистый пар с внесением удобрений;

2 поле – однолетние саженцы;

3 поле – саженцы двухлетние;

4 поле – саженцы трехлетние.

**Режим орошения питомников** – это совокупность взаимоувязанных и взаимообусловленных чисел, сроков, продолжительности и норм поливов лесных культур. Режим орошения устанавливают в результате аналитического расчета.

Оросительной нормой называется необходимый объем воды для орошения единицы площади за оросительный период.

При аналитическом расчете величину оросительной нормы определяют из уравнения водного баланса, составленного для расчетного года с заданной обеспеченностью осадками. За расчетный год принимают обычно сухой год 85 % обеспеченности осадками.

В уравнение водного баланса орошаемого поля входят расходные и приходные элементы. Расходными элементами водного баланса являются транспирация и испарение с поверхности почвы, которые выражают в виде суммы, называемой суммарным водопотреблением.

К приходным элементам баланса относится влага, которая доступна растениям в естественных условиях. Это атмосферные осадки, пресные грунтовые воды и запасы влаги, находящиеся в почве.

Оросительная норма составляет величину несколько тысяч м<sup>3</sup>/га и предназначена для поддержания влажности почвы в оптимальных пределах на протяжении всего периода вегетации. Для этого в течение оросительного периода проводят периодические поливы. В результате весь объем оросительной нормы делят на отдельные части, называемые поливными нормами. *Полivной нормой называется объем воды, подаваемый на единицу орошаемой площади за один полив.* Величина поливной нормы зависит от глубины слоя почвы, в котором необходимо создавать и поддерживать легкодоступный для растений запас влаги, от способности почвы удерживать в себе воду и минимально допустимой влажности, при которой обеспечивается нормальный рост и развитие растений. Способность почвы удерживать в себе воду определяется ее наименьшей влагоемкостью. Зная суммарную величину дефицитов водного баланса для данной культуры за период вегетации и расчетную величину поливной нормы, определяют число вегетационных поливов. В зависимости от района расположения питомника, типа и гранулометрического состава почв выбирают рекомендуемый режим орошения для посадочного материала. Все данные по режиму орошения культур в каждом отделении лесопитомника заносят в табл.

Таблица 1. Режим орошения лесных и культур в лесопитомнике для зоны черноземных почв на тяжелых и средних суглинках

Вид выращиваемого посадочного материала лесной культуры	Номер полива	Рекомендуемые сроки проведения поливов	Полivная норма, м <sup>3</sup> /га	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га
Посевное отделение Береза, сосна, ель, лиственница	1	15.05 – 17.05	200	2400
	2	22.05 – 24.05	200	
	3	2.06 – 4.06	200	
	4	12.06 – 16.06	300	
	5	26.06 – 30.06	300	
	6	10.07 – 15.07	400	
	7	5.08 – 10.08	400	
Школьное отделение Древесные саженцы (береза, сосна, ель, лиственница)	1	15.05 – 20.05	500	2600
	2	25.05 – 30.05	500	
	3	25.06 – 30.06	500	
	4	20.07 – 25.07	500	
	5	1.09 – 10.09	600	
Маточное отделение маточные древесные растения (тополь, ива)	1	25.05 – 30.05	600	2500
	2	25.06 – 30.06	600	
	3	20.07 – 25.07	600	
	4	1.09 – 10.09	700	

Способ полива должен соответствовать почвенным, рельефным и гидрогеологическим условиям, а также принятому режиму орошения лесопитомника. В посевном отделении питомника поливные нормы могут составлять 150-400 м<sup>3</sup>/га, в школьном отделении – 300-600 м<sup>3</sup>/га, в маточном отделении – 600-800 м<sup>3</sup>/га. Такие нормы можно выполнить при орошении дождеванием.

По характеру подачи воды к растениям на орошаемый участок питомника различают два способа полива: *поверхностный и внутрпочвенный*.

Поверхностный полив подразделяется на: самотечный, дождеванием, аэрозольный, капельный.

*Самотечный полив* применяется при сравнительно ровном рельефе и осуществляется путем подачи воды к растениям по специальным бороздам, полосам, каналам и т.д.

*Дождевание* — это наиболее распространенный способ полива. Применяется в зонах неустойчивого увлажнения, при орошении участков со сложным рельефом и водопроницаемыми почвами с близким залеганием грунтовых вод.

*Аэрозольный (мелкодисперсный) полив* применяют в основном при выращивании посадочного материала под пленкой и в теплицах. Этот способ основан на покрытии растений туманом, когда капли воды, осажаясь на листьях растений, не скатываются, а находят на них до полного испарения.

*Капельное орошение* заключается в подаче воды к корневой системе растений малыми дозами через специальные точечные микроотверстия. Преимуществами этого способа являются: значительная экономия расходуемой воды, подаваемой к корневой системе, поддержание почвы у корневой системы во влажном состоянии, а в междурядьях — в полусухом, что облегчает обработку насаждений.

*Прикорневой полив* — подача воды непосредственно в корневую зону с помощью гидробуров, иньектора и систем индивидуального ухода за зелеными насаждениями. Подобные устройства обеспечивают строго дозируемую норму полива, не допускают образования дискомфортных зон на пешеходных и проезжих частях в процессе полива. По способу подачи воды на участок лесного питомника орошения полив может быть: механизированным или автоматизированным.

Как правило, механизированный полив применяют в открытом грунте питомников.

Автоматизированный полив применяют в закрытом грунте и современных системах автономного полива. Наиболее распространенный способ полива это дождевание. Дождевальные установки и специальные машины, применяемые при поливе, которые классифицируются по способу перемещения и типу разбрызгивателей.

По способу перемещения дождевальные установки подразделяются: на *стационарные, полустационарные и передвижные*.

**Стационарные** установки позволяют, как правило, полностью автоматизировать процесс полива, так как дождеватели устанавливаются на весь сезон полива. Такие установки обычно питаются от одного устройства. Недостатком стационарных установок является их низкий коэффициент использования во времени.

**Полустационарные** установки обычно выполняются в виде передвижных полуавтоматических агрегатов для шлангового полива.

**Передвижные** установки более маневренны, однако они требуют специально закрепленного для их обслуживания персонала.

По типу разбрызгивателей дождевальные установки подразделяются на *веерные и струйные*.

**Веерные** насадки образуют поток воды в виде тонкой пленки, разрушающейся на мелкодисперсные капли. На орошаемом объекте насадки устанавливают неподвижно.

**Струйные** насадки создают направленный поток жидкости в виде асимметричной струи. В момент полива насадки вращаются вокруг вертикальной оси, орошая при этом всю прилегающую к установке площадь в зависимости от соответствующего радиуса распыла. Насадки подразделяются:

- на **короткоструйные (радиус до 20 м)**,
- на **среднеструйные (радиус до 30 м)**
- на **дальнеструйные (радиус более 40 м)**.

Система подачи воды к дождевальным машинам и установкам включает следующие элементы: *источники воды, насосную станцию, трубопроводы или подводящие каналы*

и оросительную сеть на обрабатываемом участке. Различают открытые, закрытые и комбинированные системы подачи воды.

В открытой системе вода на участок поступает по магистральным, распределительным и участковым каналам. При поверхностном поливе в поливные борозды, на полосы или чеки поступает самотеком.

Закрытая система образована сетью стационарных или временных трубопроводов, проложенных от насосной станции до участка, а также на самом участке. Стационарные трубопроводы укладывают на глубину 0,6... 1,0 м (ниже границы промерзания грунта). Временные трубопроводы (на один сезон) размещают на поверхности почвы.

Комбинированная система включает в себя как открытые каналы, так и трубопроводы.

Элементы дождевальных установок.

Основными элементами дождевальной установки являются: насос, сеть трубопроводов, дождевальные насадки, поддерживающие конструкции, двигатель.

Простейшая схема расположения элементов дождевальной установки представлена на примере полустационарной дождевальной установки. Вода из водоема по всасывающему трубопроводу поступает к насосной станции. От нее по уложенному магистральному трубопроводу вода через гидранты и переносной трубопровод подается в дождевальное крыло. Обычно установка имеет два крыла трубопроводов, работающие поочередно.

В то время как одно крыло производит дождевание, другое крыло переносят на новое место, параллельно прежнему месту (Рис. 9).

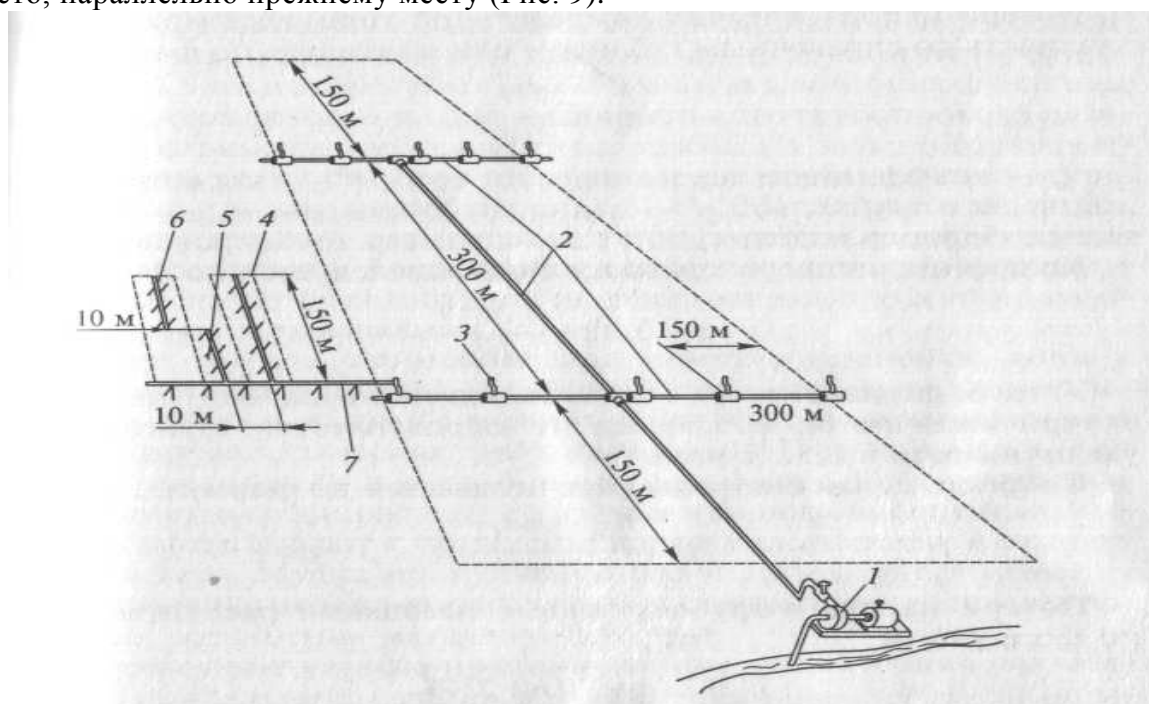


Рис. 9. Схема полустационарной дождевальной установки:

- 1- насосная станция; 2 — магистральный трубопровод; 3 — гидрант; 4, 5 и 6 — дождевальные крылья с насадками; 7 — переносной подводящий трубопровод

Для орошения лесопитомников можно использовать дождевальную машину ДДА-100ВХ. Двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-100ВХ является самоходной, короткоструйной, широкозахватной машиной. Дождевальный агрегат, двигаясь по дороге, забирает воду из временного оросителя. Полив проводится при движении агрегата вперед. Средняя скорость движения агрегата составляет 450 м/ч. Оборудование машины навешивается на трактор ДТ-75М. агрегат представляет собой пространственную трехпоясную ферму. Длина фермы 110 м. Нижний пояс фермы состоит из двух труб диаметром от 114 до 45 мм. К нижним узлам фермы приварены трубчатые открылки

длиной от 0,3 до 1,4 м. На концах открьлок установлены короткоструйные насадки в количестве 52 штуки. Вода к насадкам подается по трубопроводу нижнего пояса от центробежного насоса. Ширина захвата дождем машины ДДА-100ВХ составляет 120 м. Поэтому временные оросители нарезают строго параллельно друг другу через 120 м. Выпускают три модификации машины ДДА-100ВХ с расходом воды 80, 100 и 130 л/с. Количество одновременно работающих дождевальнх машин устанавливают на основании укомплектованного графика водоподачи на орошаемый лесопитомник.

*Комплект ирригационного оборудования КИ-50 «Радуга»* предназначен для орошения дождеванием овощных, кормовых и технических культур, лугов, пастбищ, садов, плодовых и лесных питомников (Рис.10). В состав комплекта входят: магистральный трубопровод 2 с гидрантами 3, два распределительных трубопровода с гидрантами 6 и 9 четыре дождевальнх крыла 4, 7, 8 и 10, на каждом из которых устанавлены по четыре среднеструйных дождевальнх аппарата 5 («Роса-3»). Водой комплект снабжает насосная станция 1 (СНП-50/80). Магистральный трубопровод 2 собирают из трех гидрантов 3 и труб, которые укладывают на поверхности участка на весь сезон. По разные стороны от него к двум гидрантам присоединяют распределительные трубопроводы с восемью гидрантами (6 и 9). К крайним гидранта перпендикулярно распределительному трубопроводу подключают дождевальнх крылья 4, 7, 8 и 10.

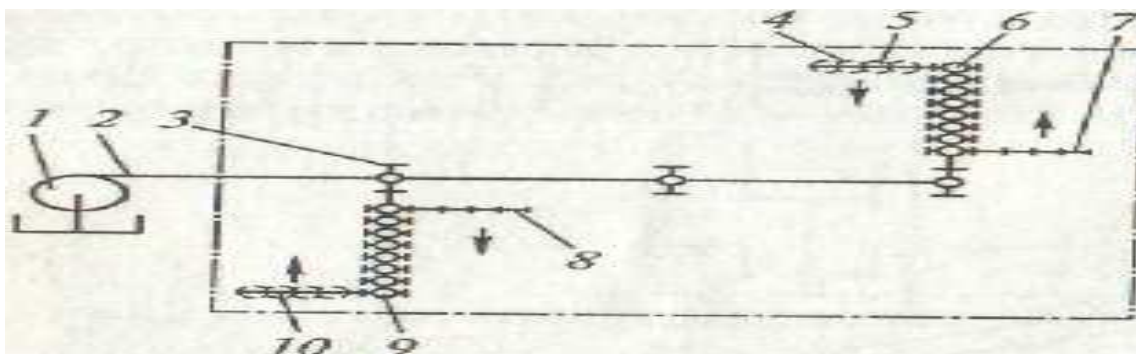


Рис. 10. Комплект ирригационного оборудования КИ-50 «Радуга»

Дождевальнх аппараты 5 закрепляют на расстоянии 36 м друг от друга с помощью хомутов. Для полива высокостебельных и штамбовых культур дождевальнх аппарат устанавливают на стойке с треногой. Каждая труба имеет опору, закрепленную около быстроразъемного соединения со стороны сферического патрубкa. При поливе одновременно работают два крыла, например 4 и 10, находящиеся по разные стороны от магистрального трубопровода. В это время два других крыла (7 и 8) отсоединяют от гидрантов, разбирают, переносят и подсоединяют к следующим гидрантам навстречу работающим дождевальнх аппаратам. После выдачи поливной нормы крылья 4 и 10 отключают и включают крылья 7 и 8. За один полив каждый распределительный трубопровод используется на трех позициях.

Площадь, поливаемая с одной позиции, составляет 50 га; расход воды 47,2 л/с; напор у дождевальнх крыла 442 кПа (45 м), у магистрального трубопровода 784 кПа (80 м); средняя интенсивность дождя 0,28 мм/мин; обслуживают комплект три человека (моторист и двое рабочих).

*Результаты лабораторной работы:* студент должен освоить способы орошения лесных земель, производить гидравлические расчеты и знать виды гидромелиоративных работ, проводимых на поливных лесных землях.

## Лабораторная работа №6.

### Тема 3. Использование вод местного стока для орошения в лесном хозяйстве. (форма проведения занятий: кейс – технологии).

*Цель работы:* изучить особенности орошения водами местного стока и создание прудов и плотин на землях лесного хозяйства.

*Содержание:* Орошение водами местного стока. Виды полива лесных культур. Выбор места для пруда и плотин в балке. Выбор и обоснование типа плотины. Режим орошения лесного питомника.

#### **Оборудование:**

1. Описание общего устройства и принципа работы лиманной оросительной системы.
2. Тетради для лабораторных работ.
3. Ручки, карандаши, линейки.
4. Индивидуальное задание для каждого студента.

**Ход работы:** Кейс-технология предполагает обучение с использованием лиманной системы орошения, а также устройство прудов и плотин в лесном хозяйстве. В этом случае студенты должны изучить принцип работы лиманного типа орошения.

В результате разбора устройства технических средств для проведения орошения, студенты составляют описание основных объектов, на выполнение которого отводится определенное время, что позволяет более тщательно проанализировать полученную информацию. Работа выполняется в следующем порядке: сначала изучаются различные типы орошения земель, применяемые в лесных питомниках, затем каждый студент выбирает отдельный тип орошения и описывает их устройство и принцип работы. Составляется наброски проекта пруда или плотины. Производится расчет наполнения пруда или плотины водой. Выполняется водохозяйственный расчет пруда. Делается выбор и обоснование типа плотины.

#### **1. Типы орошения земель в лесном хозяйстве.**

В лесостепных, засушливых степных и лесостепных районах орошение является одним из самых надежных и действенных приемов повышения выхода качественного посадочного материала лесных культур. Основным условием для устройства оросительной системы или поливных участков является наличие надежного источника воды с необходимым количеством пригодной для полива. Источниками орошения могут служить воды рек, озер, водохранилищ, а также подземные воды.

В зависимости от способа распределения воды на поверхности почвы и характера увлажнения корнеобитаемого слоя почвы выделяют следующие виды орошения:

#### ***наземное, подпочвенное, орошение дождеванием и лиманное.***

При наземном орошении вода к растениям подается по бороздам или сплошь по поверхности почвы. При этом на поле нарезают специальную сеть оросительных каналов. Такая сеть оросительных каналов с временными оросителями и поливными бороздами обеспечивает широкое использование техники при уходе за посевами в питомниках.

В наземном орошении применяют следующие способы полива:

- полив по мелким (10-14 см) и глубоким (18-20 см) бороздам;
- полив напуском по узким полосам (для культур сплошного сева);
- полив затоплением чеков (при выращивании влаголюбивых лесных культур).

При орошении дождеванием вода разбрызгивается по полю в виде дождя при помощи специальных дождевальных установок (ДДН-70, ДДА-100МА, «Фрегат» и др.). Дождевание – наиболее прогрессивный вид орошения, оно все шире применяется при поливе полевых и овощных культур и культурных пастбищ.

При лиманном орошении почва увлажняется затоплением тальми водами в период паводка. Талые воды при этом удерживаются на склонах, в поймах рек системой сооружаемых валов, что обеспечивает хорошую весеннюю влагозарядку почв, но исключает возможность применения вегетационных поливов. Лиманное орошение широко применяется в засушливых степных и лесостепных районах страны при

выращивании зерновых культур, лесных питомников, а также для повышения продуктивности естественных сенокосов и пастбищ.

Под посев зерновых культур участки затапливают талой водой на 6-10 дней перед началом полевых работ. При этом почва промачивается на глубину 1,5-2 м. Затем воду сбрасывают и поле готовят к посеву. Площади, занятые озимыми и лесными культурами, затапливают водой слоем 20 см на 2-3 сут., кормовыми многолетними травами – на 4-6 сут., луга и пастбища - на срок до 15 сут.

**Нормы полива.** Для определения степени обеспеченности растений водой в данной климатической зоне надо знать, какое количество ее расходуют растения за вегетацию для создания планируемого урожая.

Количество воды, расходуемое растениями на создание единицы урожая основной продукции той или другой культуры, называется *коэффициентом водопотребления*. Его величина зависит от зональных условий, агротехники и вида орошения.

Так, для зоны орошения в Ульяновской области установлены ориентировочные значения коэффициента водопотребления:

у озимой пшеницы, яровых колосовых культур, подсолнечника он равен 800-1000,

у кукурузы — 500,

у корнеплодов — 100,

у картофеля — 150,

у многолетних трав — 500

у лесных культур - 300.

Помножив значение коэффициента водопотребления на величину планируемой урожайности основной продукции в тоннах с 1 га, получим значение общего расхода воды за период вегетации в кубических метрах с 1 га.

Такой общий расход воды называют *суммарным водопотреблением*.

Он складывается из расхода воды на транспирацию, испарение поверхностью почвы и расход на фильтрацию. Вычитая из суммарного водопотребления, используемое растением количество осадков, выпадающих в данном районе в течение вегетации, а также потребляемый запас воды, накопившейся в почве к началу вегетации за счет осадков осенне-зимнего периода и грунтовых вод, получают так называемую *оросительную норму*, то есть количество воды (м<sup>3</sup>), которое надо подать дополнительно на 1 га за весь период вегетации лесной культуры.

*Оросительная норма равна разности между размером водопотребления и естественной влагообеспеченности.*

Оросительную норму, м<sup>3</sup>/га, рассчитывают по формуле:  $M = E - (P+L)$ , где

$E$ — размер суммарного водопотребления, м<sup>3</sup>;

$P$  — количество продуктивных осадков за время вегетации, м<sup>3</sup>;

$L$  — количество влаги, используемой за счет запасов корнеобитаемого слоя, м<sup>3</sup>.

*Количество воды (м<sup>3</sup>), подаваемое за один полив на 1 га, называется поливной нормой.*

Значение поливной нормы зависит от вида почвы, глубины увлажняемого слоя и запаса воды в почве. Для установления поливной нормы  $m$  (м<sup>3</sup>/га) необходимо знать:

-полевую влагоемкость  $W$  (% от массы абсолютно сухой почвы);

-плотность почвы  $d$  (г/см<sup>3</sup>);

-глубину расчетного слоя почвы  $h$  (м);

-влажность почвы  $V$  перед поливом (% от массы абсолютно сухой почвы).

Имея эти данные, поливную норму рассчитывают по формуле:  $m = dh (W - V)100$ .

Во всех случаях для каждой культуры водный режим устанавливают с учетом *предельной полевой влагоемкости* - максимального значения влажности, при котором вода удерживается почвой без отека.

Расчетный (активный) слой почвы. Для таких культур, как сахарная свекла, кукуруза, лесные культуры она равна 0.7-1.0 м, для зерновых культур -0.6 – 0.7м.



## 2. Виды поливов и их назначение.

*В практике применяют следующие виды поливов: влагозарядковый, предпосевной, подпитывающий, вегетационный, удобрительный, освежительный и малообъемный.*

**Влагозарядковый полив** проводят до посева. Этот полив, создавая запасы влаги не только в верхних, но и в более глубоких слоях почвы, предотвращает возможность возникновения почвенной засухи. Особенно ценна осенняя влагозарядка. Он улучшает тепловой режим почвы, перезимовку озимых культур и многолетних трав.

В засушливые годы влагозарядка эффективна для всех орошаемых культур. Установлено, что при влагозарядковом поливе урожайность озимой пшеницы возрастает в 1,5—2 раза. Норма расхода воды при влагозарядковом поливе 800—1200 м<sup>3</sup>/га.

**Предпосевной полив** делают незадолго до посева. Этот полив ускоряет появление всходов. Глубину увлажнения рассчитывают на слой 0,4—0,5 м.

**Подпитывающий полив** проводят после посева в том случае, когда верхний слой почвы иссушен и существует угроза, что семена не смогут прорасти и не дадут дружные всходы. В этих случаях рекомендуется дождевание. Норма расхода воды 150-250 м<sup>3</sup>/га.

**Вегетационные поливы** — основные при орошении. Их проводят в период вегетации растений. Эти поливы создают благоприятный водный режим во время роста и плодоношения выращиваемых культур.

Нормы вегетационных поливов устанавливают исходя из конкретных местных условий.

**Удобрительные поливы** — это поливы растворами минеральных удобрений. Их применяют как самостоятельные подкормочные поливы, а чаще совмещают с очередным вегетационным поливом. При самостоятельном поливе норма расхода раствора 100 м<sup>3</sup>/га. Удобрительные поливы лучше всего проводить дождеванием. Раствор удобрений в передвижных дождевальными агрегатах подают через гидроподкормщик.

**Освежительный полив** проводят дождеванием в летние месяцы в жаркие часы дня для овощных и других культур в самые ответственные фазы развития растений. Норма расхода воды 50 м<sup>3</sup>/га.

**Малообъемный полив.** Для малых и средних лесничеств, занимающихся выращиванием посадочного материала, можно приобрести оборудование для организации спринклерного орошения. Распыление жидкости при данном способе автоматического полива имитирует естественный дождь. Малообъемное орошение подойдет для садоводства и овощеводства, выращивания сеянцев и саженцев, рассады в теплицах, на клумбах, в виде противозаморозковых и охлаждающих систем.

**Сроки полива.** Растения нуждаются в постоянном притоке воды и растворенных в ней питательных веществ. В условиях орошения нельзя допускать, чтобы растения завядали от недостатка влаги. Показателем начала полива является влажность, соответствующая 65—70 % полной полевой влагоемкости. Этот показатель служит нижним пределом, за которым происходит заметное ослабление роста растений.

В зависимости от выпадения осадков сроки поливов корректируют, руководствуясь следующим: если осадков выпадает 20 мм и больше, очередной полив в данный период отменяют; когда количество осадков составляет 10—20 мм, очередной полив переносят на 3—4 дня; при выпадении осадков менее 10 мм полив проводят в назначенный срок.

Продолжительность поливного периода (время, в течение которого на поле подается количество воды, соответствующее поливной норме) для пшеницы, сахарной свеклы, кукурузы, трав и культурных пастбищ 5—7 дней.

Межполивной период определяется главным образом состоянием погоды. Для сахарной свеклы, кукурузы и лесных культур он длится 20—30 суток между первым и вторым поливом, а между последующими — 10—15 сут.

При орошении многолетних трав, поливы согласовывают с циклами скашивания.

Начинают дождевание злакового травостоя через 5—6 суток после уборки сена и повторяют через 15—20 суток.

### **3. Режим орошения лесных культур в питомниках.**

Орошение повышает выход посадочного материала и улучшает его качество.

Опытами установлено, что посадочный материал, выращенный в орошаемых питомниках, отличается большой устойчивостью, выносливостью и приживаемостью.

Преимущества орошения сказываются в полной мере в том случае, если строго выполняется принятый научно обоснованный режим орошения посадочного материала и маточных насаждений.

Режим орошения – совокупность взаимоувязанных и взаимообусловленных чисел, сроков, продолжительности и норм поливов лесных культур. Режим орошения устанавливают в результате аналитического расчета или определяют опытным путем на основании многочисленных полевых исследований и расчета водного баланса.

В уравнение водного баланса орошаемого поля входят расходные и приходные элементы. Расходными элементами водного баланса являются транспирация через листья растений и испарение с поверхности почвы, которые выражают в виде суммы, называемой суммарным водопотреблением. К приходным элементам баланса относится влага, которая доступна растениям в естественных условиях. Это атмосферные осадки, пресные грунтовые воды и запасы влаги, находящиеся в почве.

Таким образом, оросительная норма восполняет недостаток влаги в почве, который равен разности между суммарным водопотреблением и естественными водными ресурсами, используемыми растениями для своего роста и развития.

Оросительная норма составляет величину несколько тысяч м<sup>3</sup>/га и предназначена для поддержания влажности почвы в оптимальных пределах на протяжении всего поливного периода. Для этого в течение оросительного периода проводят периодические поливы. В результате весь объем оросительной нормы делят на отдельные части, называемые поливными нормами.

Поливной нормой называется объем воды, подаваемый на единицу орошаемой площади за один полив.

Величина поливной нормы зависит от глубины слоя почвы, в котором необходимо создавать и поддерживать легкодоступный для растений запас влаги, от способности почвы удерживать в себе воду и минимально допустимой влажности, при которой обеспечивается нормальный рост и развитие растений.

Способность почвы удерживать в себе воду определяется ее наименьшей влагоемкостью. При влажности, соответствующей наименьшей влагоемкости, почва способна удерживать молекулярными и капиллярными силами максимум воды без стекания ее в нижние горизонты. Наименьшая влагоемкость определяет допустимый предел содержания влаги в почве. Нижний допустимый предел влажности почвы при орошении соответствует 60-70 % наименьшей влагоемкости.

Когда влажность почвы достигнет своего нижнего допустимого предела, необходимо производить полив. При этом влажность почвы повышается и доводится до своего верхнего предела, то есть до наименьшей влагоемкости.

Зная суммарную величину дефицитов водного баланса для данной культуры за период вегетации и расчетную величину поливной нормы, определяют число вегетационных поливов.

В зависимости от района расположения питомника, типа и гранулометрического состава почв выбираем рекомендуемый режим орошения для выращиваемого посадочного материала и сельскохозяйственных культур. Все данные по режиму орошения культур в каждом отделении лесопитомника записываем в таблицу 2.

Таблица 2. Режим орошения лесных культур в лесопитомнике для зоны черноземных почв на тяжелых и средних суглинках

Вид выращиваемого посадочного материала	Номер полива	Рекомендуемые сроки поливов	Поливная норма, м <sup>3</sup> /га	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га
Посевное отделение. Древесные сеянцы (береза, сосна, ель, дуб).	1	15.05 - 17.05	200	2400
	2	22.05 – 24.05	200	
	3	2.06 – 4.06	200	
	4	12.06 – 16.06	300	
	5	26.06 – 30.07	300	
	6	10.07 – 15.07	400	
	7	25.08 – 29.08	400	
Школьное отделение. Древесные саженцы (береза, дуб, ель, сосна).	1	15.05 – 20.05	500	2600
	2	25.05 – 30.05	500	
	3	25.06 – 30.06	500	
	4	20.07 – 25.07	500	
	5	1.09 – 10.09	600	
Маточное отделение. Маточные древесные растения (тополь, ива)	1	25.05 – 30.05	600	2500
	2	25.06 – 30.06	600	
	3	20.07 – 25.07	600	
	4	1.09 – 10.09	700	

#### 4. Расчет объема воды для орошения лесопитомника

Объем воды нетто, необходимый для полива лесных и сельскохозяйственных культур посевного и школьного отделений, а также маточных растений маточного отделения питомника  $W_{нт}$ , м<sup>3</sup>, определяют по зависимости:

$$W_{нт} = N_{ор\ квл} \times S_{нт\ квл}$$

где  $N_{ор\ квл}$  – оросительная норма для данной культуры, м<sup>3</sup>/га;

$S_{нт\ квл}$  – площадь орошения нетто для данной культуры в севообороте, га.

Площадь орошения нетто, занимаемую данной лесной или сельскохозяйственной культурой в севообороте отделения питомника, вычисляют по формуле:

$$S_{нт\ квл} = S_{нт\ с/об} \times n_{квл} / n_{с/об},$$

где  $S_{нт\ с/об}$  – площадь орошения нетто всего севооборота соответствующего отделения питомника, га;

$n_{квл}$  – число полей в севообороте с данной лесной культурой, шт.;

$n_{с/об}$  – число полей севооборота, шт.

$$S_{нт\ сеянц} = \frac{35,2 \times 4}{6} = 23,5 \text{ га};$$

$$S_{нт\ саж} = \frac{26,4 \times 3}{4} = 19,8 \text{ га};$$

$$S_{нт\ тр} = \frac{35,2 \times 1}{6} = 5,9 \text{ га}.$$

Расчет объемов воды для полива посевного, школьного и маточного отделений питомника проводят в табличной форме (таблица 3).

Таблица 3. Объемы воды для полива питомника.

Вид выращиваемого посадочного материала	Площадь нетто $S_{нт}$ кул, га	Оросительная норма $N_{ор}$ , м <sup>3</sup> /га	Объем воды нетто $W_{нт}$ , м <sup>3</sup>
Посевное отделение:			
Древесные сеянцы	23,5	2400	56400
Однолетние травы	5,9	1800	10620
Школьное отделение:			
Древесные саженцы	19,8	2600	51480
Маточное отделение:			
Маточные растения	4,8	2500	12000
Итого:	-	-	130500

При поливах будут иметь место потери воды на испарение и фильтрацию из оросительных каналов и на орошаемом поле. Объем воды брутто, необходимый для орошения питомника с учетом потерь  $W_{бр}$ , м<sup>3</sup>, определяют по формуле:

$$W_{бр} = \frac{W_{нт}}{k_{п.д.с.к}}$$

где  $k_{п.д.с.к}$  - коэффициент полезного действия оросительной системы. Он принимается в пределах 0,85-0,9.

$$W_{бр} = \frac{130500}{0,9} = 145000 \text{ м}^3$$

### 5. Выбор места под пруд или плотину

Пруд – искусственный мелководный водоем площадью зеркала до 1 км<sup>2</sup> и объемом до 1 млн. м<sup>3</sup> воды. Место для пруда выбирают по возможности ближе к потребителям воды, которыми в нашем случае являются орошаемый лесопитомник. Пруд не должен загрязняться поверхностными водами, стекающими с территорий населенного пункта и ферм, поэтому створ плотины назначают выше этих объектов. При выборе балки для строительства пруда необходимо, чтобы береговые склоны в пределах пруда были не слишком крутыми и не пологими. Минимальная глубина воды у плотины должна составлять 2,0-2,5 м, а средняя глубина пруда – не менее 1,5 м. Полный объем пруда определяют расчетным путем, а площадь зеркала воды при НПУ – по графику батиграфических кривых пруда. Створ плотины необходимо располагать в наиболее узком месте балки, чтобы объем земляных работ при строительстве плотины был минимальным. При этом образовавшаяся чаша пруда должна вместить расчетный объем воды. Вопрос о возможности использования балки под пруд решается на основе данных гидрогеологических изысканий. Для этого определяют физико-механические и фильтрационные свойства грунтов дна и склонов балки. Фильтрационные свойства грунтов должны быть такими, чтобы потери воды на фильтрацию были минимальными.

*Результаты лабораторной работы:* студент должен освоить способы орошения водами местного стока. Проектирование пруда или плотины в балке. Расчет наполнения пруда или плотины водой. Водохозяйственный расчет пруда. Выбор и обоснование типа плотины. Проектирование водосбросных сооружений. Технология строительства плотины

### Раздел 3. Осушение лесных земель.

#### Лабораторная работа №7.

#### Тема 1. Категории осушаемых земель и объекты осушения. Способы и методы осушения. Гидролесомелиоративный фонд и перспективы его освоения.

(форма проведения занятий: дискуссионные технологии – круглый стол).

*Цель работы:* изучить производство гидромелиоративных работ и технологию осушительных мероприятий.

*Содержание:* Характеристика осушительной системы. Проводящая сеть. Регулирующая сеть. Определение расстояний между дренами. Расчет элементов осушительной сети.

#### Оборудование:

1. Тетради для лабораторных работ.
2. Ручки, карандаши, линейки.
3. Индивидуальное задание для каждого студента.

**Ход работы:** Круглый стол предполагает беседу, в которой на равных участвуют до 10 – 12 человек, обменивающихся мнениями. Они ориентированы на возможность рассмотреть с ее разных сторон, осмыслить, обозначить основные направления развития, согласовать свои точки зрения, научиться к конструктивному диалогу и выполнять расчеты.

В рамках выполнения работы группе студентов необходимо изучить способы и технические средства для орошения. Ознакомиться технологией орошения сельскохозяйственных и лесных земель. Важным свойством круглого стола является широкая возможность получить квалифицированные ответы по наиболее актуальным проблемам технологического процесса и высказать, в свою очередь, их понимание.

#### 1. Категории осушаемых земель и объекты осушения.

По продолжительности переувлажнения земли лесного фонда делятся на две категории: постоянного избыточного увлажнения и временного избыточного увлажнения.

Строительство осушительных систем является первым этапом мелиоративного освоения. Вторым обязательных этапов должно быть лесохозяйственное освоение осушаемых площадей. Объектами осушения в лесном хозяйстве являются земли гидролесомелиоративного фонда (ГЛМФ). Это переувлажненные земли лесного фонда, водно-воздушный режим которых выступает в качестве основного экологического фактора, ограничивающего рост древесной растительности, и поэтому нуждающийся в постоянном или временном регулировании водного режима с целью улучшения их использования, когда это хозяйственно целесообразно с учетом лесоводственно - мелиоративных, природоохранных, технико-экономических и других требований.

Гидролесомелиоративный фонд можно разделить на два вида: основной и временный.

К основному относятся земли, нуждающиеся в постоянном регулировании водного режима

К временному виду только вырубки и гари, нуждающиеся в регулировании водного режима в период восстановления леса.

Эффективность гидролесомелиорации зависит от возраста осушаемых древостоев. Чем старше деревья, тем слабее они отзываются на мелиорацию. Деревья в раннем возрасте лучше отзываются на улучшение водного режима почв. С лесоводственной точки зрения в первую очередь следует осушать наиболее молодые насаждения. С экономической точки зрения целесообразнее осушать покрытые лесом площади.

#### 2. Выбор методов и способов осушения, конструкции осушительной сети.

Проектировать осушительные системы следует с учетом причин заболачивания.

Источниками поступления воды на землю ГЛМФ могут быть:

- а) атмосферные осадки;
- б) поверхностные воды, притекающие с окружающего водосбора;

- в) грунтовые воды, притекающие с окружающего бассейна;
- г) грунтовые воды, выклинивающиеся под напором из подстилающих слоев грунта;
- д) воды паводков и паводков рек, ручьев и озер.

**Методы осушения.** Осушительная система должна воздействовать на водный режим переувлажненных почв. Вид такого воздействия называется методом осушения.

Существуют следующие методы осушения:

- ускорение поверхностного стока;
- понижение уровня грунтовых вод;
- предохранение территории от затопления водами поверхностного стока с водосбора;
- предохранение территории от затопления водами грунтового стока с водосбора;
- предохранение территории от затопления водами паводков и паводков рек и озер;
- увеличение расхода влаги на эвапотранспирацию.

Таблица 1. Методы и способы осушения в зависимости от типов водного питания.

Природная приуроченность земель	Метод осушения	Способ осушения
<b>Атмосферное питание</b>		
Плоские равнины с малыми уклонами и впадинами, глины суглинки с глубоким залеганием грунтовых вод, верховые болота.	Ускорение поверхностного стока. Повышение инфильтрационной способности почв	Устройство открытых каналов (собирателей), закрытых собирателей, планировка поверхности, агро-мелиоративные мероприятия. Кротовый и щелевой дренаж, агро-мелиоративные мероприятия.
<b>Грунтовое питание</b>		
Пески, супеси, суглинки с неглубоким (0-1,5 м) залеганием уровней грунтовых вод, низинные и переходные торфяники.	Понижение уровней грунтовых вод. Перехват потока грунтовых вод. Уменьшения притока грунтовых вод.	Устройство каналов (осушителей) закрытый материальный дренаж, кротовый и щелевой дренаж, регулирование водоприёмников. Устройство ловчих каналов и дрен, береговой и вертикальный дренаж. Мероприятия по ограничению питания грунтовых вод (борьба с потерями воды в каналах, биологический дренаж).
<b>Грунтово – напорное питание</b>		
Нижние части склонов, притеррасные поймы, низинные болота.	Понижение пьезометрических уровней.	Глубокий горизонтальный (открытый и закрытый) дренаж.
<b>Склоновое питание</b>		
Нижние части склонов со слабо проницаемыми почвами (глины, суглинки, развита, эрозия).	Перехват склонового стока. Уменьшение притока поверхностных вод извне.	Устройство нагорных каналов, перехватывающих дрен, защитных дамб. Комплекс противоэрозийных мероприятий на склоне (создание прудов, лиманов, лесонасаждений, пахота поперек склона, оструктуривание почвы);
<b>Намывное питание</b>		
Поймы рек и озер	Ускорение руслового стока	Регулирование рек - водоприемников, (спрямление, углубление).

**Способы осушения.** Способом осушения называется система технических приемов и лесохозяйственных мероприятий, направленных на регулирование водного режима почв. Каждому методу соответствуют свои способы осушения.

Для ускорения поверхностного стока проводят бороздование и ликвидируют запруды. Понизить уровень грунтовых вод можно путем устройства открытых регулирующих каналов или закрытых дрен.

Предохранение территории от затопления водами поверхностного и грунтового стока осуществляется устройством ограждающих каналов: нагорных - для перехвата поверхностных вод и ловчих - для грунтового стока.

### **3. Определение расстояния между регулируемыми каналами.**

Осушительная сеть должна обеспечить норму осушения, то есть такое минимальное понижение уровня почвенно-грунтовых вод в наименее осушенной зоне между осушителями, которое обеспечит достижение оптимального водно-воздушного режима. Такое положение почвенно-грунтовых вод достигается при определенных параметрах осушительной сети. В России лесные земли, как правило, осушаются глубокими (около 1 м) каналами, а основным нормативом при проектировании осушительной сети является расстояние между осушителями. Эти коэффициенты для всех районов нашей страны указаны в "Руководстве по осушению лесных земель". Для Среднего Поволжья такой коэффициент равен 0.75. При глубоком залегании водоупора (более 3 м), а также при дополнении регулирующей сети бороздами расстояния между осушителями могут быть увеличены на 20%.

Расположение осушительной сети в плане зависит от целей мелиорации, типа и интенсивности водного питания, типа торфяной залежи и подстилающих грунтов, рельефа и конфигурации осушаемого участка, наличия на объекте коммуникаций, сооружений, квартальных просек, существующих каналов. Будучи составной частью осушительной системы, осушительная сеть должна быть, увязана с остальными ее элементами. Направление движения поверхностных вод обусловлено рельефом местности.

*Осушительная сеть* должна перехватывать потоки поверхностных вод и грунтовых вод и сбрасывать их в водоприемник.

*Регулирующая сеть* предназначена для сбора избыточных вод с осушаемого участка. Осушители должны быть параллельны между собой, длина их не должна превышать 1500 м. Следует проектировать осушители так, чтобы они не пересекали квартальные просеки. Между верховьем осушителей и смежным проводящим каналом проектируются разрывы, которые используются в качестве проездов. Сопряжение каналов регулирующей сети с собирателями в плане проводится под углом 60-90°.

*Проводящие каналы* должны удалять воду с осушаемых участков без затопления их в вегетационный период. Они располагаются по самым низким отметкам поверхности земли. На участках с плавным уклоном поверхности без выраженных тальвегов и лоцин проводящую сеть следует проектировать в зависимости от удобства размещения в плане регулирующей сети. Проводящие каналы должны иметь как можно меньше пересечений с дорогами, линиями связи и электропередач, другими коммуникациями. Сопряжение магистрального канала с водоприемником проектируется под углом 45-60°, а собирателей с магистральными каналами - под углом 60-80°. При больших углах проектируются закругления. Ограждающая сеть чаще всего состоит из нагорных и ловчих каналов. Нагорные каналы строят по границам осушаемых участков. В зависимости от условий поступления воды с водосбора на осушаемую площадь их проектируют сплошными или прерывистыми. Для ограждения осушаемого участка от притока грунтовых или грунтово-напорных вод *проектируют ловчие каналы*. При заболачивании территории напорными водами каналы проектируют по линиям наиболее высоких напоров. Ловчие каналы приурочивают к зоне наиболее высокого стояния грунтовых вод. Каналы осушительной сети целесообразно приурочивать к существующим просекам и дорогам. Около

квартальных просек их следует располагать с нагорной стороны. Вдоль дороги лучше устраивать каналы с двух сторон для ее защиты от притока воды и уменьшения числа мостов. Встречающиеся на осушаемых участках небольшие водоемы следует сохранять в природоохранных целях. Для этого каналы проектируют в обход водоемов.

Проектирование осушительной сети следует начинать с водоприемника, затем намечают проводящую сеть и в последнюю очередь - регулирующую.

Предварительное расположение каналов осушительной сети намечается прямо на топографических картах или на аэрофотоснимках.

При выносе трас каналов в натуру местоположение каналов уточняется, и сведения об их плановом размещении заносят в трассировочные и пикетажные журналы. По данным этих журналов вычерчивается окончательный план осушительной сети. Отношение общей длины каналов к осушаемой площади характеризует густоту осушительной сети (м/га). В проекте она вычисляется отдельно для проводящей и регулирующей сети и для всей осушительной сети в целом.

#### **4. Проектирование осушительной сети в вертикальной плоскости.**

Сохранность и эффективность работы каналов осушительной сети во многом зависит от соблюдения норм проектирования. В первую очередь это относится к таким параметрам, как глубина канала, коэффициенты откосов и уклоны дна. Глубина осушительной сети устанавливается в зависимости от почвенно-грунтовых условий с учетом влияния осушения на рост леса.

Согласно строительным нормам и правилам (СНиП) - глубина осушительных каналов равна 1м после осадки торфа. Если мощность торфа меньше глубины канала, то указанные величины пропорционально уменьшаются. Минеральные грунты не оседают. Глубина проводящих каналов должна быть больше глубины осушителей, чтобы вода из осушителей не заливала собиратели.

Для гидравлически не рассчитываемых каналов глубина собирателей должна быть на 10-15 см. больше, чем осушителей. При водосборной площади более 500 га увеличение глубины собирателя определяется гидрологическими и гидравлическими расчетами.

**Определение глубины каналов.** Вслед за сбросом запасов воды, поверхность торфяников оседает - это происходит вследствие понижения уровня грунтовых вод, верхние слои становятся более плотные, значительно уменьшается их объём, они увеличивают давление на нижние слои.

Положительные стороны осадки торфа:

- 1) Повышение концентрации питательных элементов в объеме почвы;
- 2) Корни растений достигают более плодородных нижележащих слоёв торфа;

Отрицательная сторона - происходит уменьшение глубины канала.

Принятая в нашей стране схема осушения лесных земель предполагает глубину осушителей после осадки торфа около одного метра. Для компенсации осадки торфа, проектную глубину каналов надо увеличить:

в плотных торфах - на 10-15% ,

в торфах средней плотности - на 15-20% ,

в торфах средней рыхлости - на 20-25% ,

в рыхлых торфах - на 25-40%.

Если мощность торфа меньше глубины канала, тогда надо рассчитать осадку органического грунта и прибавить к этой величине один метр. При впадении одного канала в другой в младшем канале не должно быть подпора воды. Для этого старший канал должен быть глубже, чем младший, на величину межвенного горизонта воды в первом. Для гидравлически рассчитываемых каналов глубина бытового наполнения определяется расчетом. Для гидравлически не рассчитываемых каналов глубина собирателей принимается на 5-10 см больше глубины осушителей, а глубина магистральных каналов на 10-25 см больше глубины собирателей. Нагорные каналы



проектируются не глубже 1.3 м, в целях исключения отрицательного влияния на водный режим окружающих суходолов. Глубина ловчих каналов зависит от положения водоупора. Их следует закладывать там, где грунтовые воды подходят к поверхности. В природоохранных целях глубину ловчих каналов проектируют не более 2.0 м.

**Определение коэффициентов откоса.** В целях обеспечения устойчивости боковых стенок каналов откосы делают наклонными. Крутизна откосов выражается коэффициентом, который равен отношению горизонтальной проекции откоса к глубине канала. Крутизну откосов проектируют в зависимости от вида грунта, категории и глубины каналов. Коэффициенты откосов зависят от способа производства работ и применяемых механизмов. При устройстве каналов экскаваторами нарушается связь грунтов, и поэтому проектируются более пологие откосы (с увеличением на 0.25- 0.50). При строительстве каналов фрезерными канавокопателями в торфяных грунтах со степенью разложения до 40-45% допускается уменьшение коэффициента откоса до 0.25. При устройстве борозд и неглубоких осушителей (глубиной до 0.7м) плужными канавокопателями в песчаных грунтах допускается уменьшение коэффициента откоса до 0.75-1.00.

В случае прорезания каналом разнородных грунтов проектируют сложный откос, где нижняя часть пологая, а верхняя - крутая. Для регулирующей сети при слое торфа более половины глубины канала можно проектировать откос по торфяному грунту, а при слое торфа менее половины глубины канала - по минеральному грунту. Исключение составляют песчаные грунты, где откосы проектируются по нижнему грунту при заглублении в него канала более чем на 25см.

Нагорные каналы устраиваются с более пологими верховыми откосами (2.0-3.0, а в местах концентрации стока до 5.0).

**Уклоны дна каналов.** Скорость воды в канале определяется уклоном дна. При больших скоростях воды происходит размыв канала, при малых происходит заиливание. Уклоны дна проектируются в определенных пределах. Проектирование продольных профилей начинается с младших каналов. Затем составляются профили старших каналов, на которых отмечают места впадения младших каналов и положение их дна. При подтоплении проводящих каналов их проектируют первыми. Продольные профили строят на миллиметровой бумаге. Горизонтальный масштаб принимают равным масштабу плана осушительной сети 1:5000 или 1:10000, вертикальный соответственно - 1:50 или 1:100. Продольный профиль состоит из двух частей: вверху - чертеж, внизу - таблица.

Построение продольного профиля производится в следующей последовательности.

Вначале в таблицу заносят номера пикетов, плюсовые точки, глубину торфа, характеристику почвогрунтов. Выписывают отметки поверхности земли. Затем на чертеже строят линию поверхности земли. Для этого отметки пикетов и плюсовых точек откладывают в выбранном масштабе против пикетов и плюсовых точек от верхней линии таблицы, которая одновременно является и условным горизонтом. На профиле обозначается граница минерального и органического грунта. Так как при изысканиях ведется измерение глубины торфа до 3 метров, то линия поверхности земли должна быть не ближе 4см от верхней графы таблицы при вертикальном масштабе 1:100 и не ближе 8см при вертикальном масштабе 1:50. На чертеже также указывается имя, точка сопряжения и положение дна старшего канала или название водоприемника и положение горизонта воды в нем.

С учетом всей информации, обозначенной на профиле, проектируют дно канала. Для этого сначала по ординатам от точек поверхности земли откладывают расстояния, равные проектной глубине канала, то есть дублируют линию поверхности земли на проектной глубине, а затем сглаживают эту линию за счет незначительного уменьшения или увеличения глубины на отдельных участках канала. Дно проводящего канала проектируют с учетом глубины каналов, которые впадают в него. Положение дна каждого

младшего канала в местах сопряжения должно быть выше старшего канала на величину меженного горизонта воды в последнем.

После проведения линии дна заполняются остальные графы таблицы. Уклоны дна равны отношению разности отметок дна канала в точках перелома проектной линии и расстояния между этими точкам. Скорости движения воды в каналах должны быть такими, чтобы не происходило ни размыва, ни заиления русла. Такие скорости обеспечиваются определенными уклонами дна каналов, для осушителей от 0.0003 до 0.02 и для проводящих каналов от 0.0003 до 0.005. При проектировании более крутых уклонов надо предусматривать крепление дна и откосов каналов. Отметки дна в переломных точках определяют графическим способом. На остальных пикетах и плюсовых точках они рассчитываются. Для этого величину уклона дна умножают на соответствующее расстояние и полученную величину превышения приплюсовывают к отметке на предыдущем пикете. Отметки определяют с точностью до 0.01м, уклоны дна - до двух значащих цифр.

Гидрологическими расчетами определяется количество воды, стекающее с водосборной площади. Гидравлическим расчетом определяется количество воды, которое может вмещаться в канал.

Для нормальной работы осушительной сети каналы и сооружения на осушительной сети должны вмещать в себя все стекающие с водосборной площади воды при определенной глубине их наполнения.

Гидрологические и гидравлические расчеты проводятся для:

- каналов осушительной сети при водосборной площади более 500 га;
- трубопереездов;
- дренажей;
- водоприемников (ручьи).

Гидрологические и гидравлические расчеты проводятся для периода весеннего половодья на предмет устойчивости каналов к размыву по поперечным максимальным расходам. В меженный период (самая минимальная водность) проводятся расчеты на заиление каналов по поперечным минимальным расходам. В период летне-осенних паводков проводятся расчеты для определения размеров каналов по расчетным средним расходам.

Объем земляных работ по каналам рассчитывается между каждой парой пикетов и указывается на продольном профиле. Суммируя результаты, полученные между пикетами, определяют общий объем выемки по каналу.

Проведение лесосушительных мероприятий повысит прирост и улучшит эстетическое состояние насаждений, растущих на избыточно увлажненных землях, улучшит условия ведения лесного хозяйства и позволит включить в хозяйственное освоение все площади внутри мелиоративного фонда, доступ к которым раньше был затруднен. Такие изменения определяются понятием общехозяйственной эффективности осушения. Лесоводственная эффективность осушения оценивается по величине дополнительно выращенной древесины и выражается в м<sup>3</sup>/га.

Определение дополнительного прироста осушенных насаждений производится следующим образом: по таблице отыскивается величина дополнительного прироста для соответствующей породы при полноте насаждения 0,7. Если осушаемое насаждение имеет другую полноту, то вводится поправочный коэффициент.

Полученное значение прироста умножается на долю участия породы в составе насаждения. Общий дополнительный прирост на всей осушаемой площади определяется путем умножения результата, полученного на 1 га, на покрытую лесом площадь.

Трассы каналов и проезды из расчета исключаются.

*Результаты лабораторной работы:* студент должен освоить методы и способы осушения лесных земель. Правильно определять сроки осушения и подобрать технику для осушения. Познать режимы эффективного осушения лесных земель.

## Лабораторная работа №8.

### Тема 2. Гидравлические расчеты осушительных систем. Дренаж. Понятие, виды, устройство. Эффективность осушения дренажом.

(форма проведения занятий : расчетно-графическая работа ).

*Цель работы:* изучить разные проекты гидротехнических сооружений мелиоративных систем, применяемых в лесном хозяйстве. Провести гидравлические расчеты.

*Содержание:* Характеристика осушительной системы. Проводящая сеть. Регулирующая сеть. Определение расстояний между дренами. Расчет элементов осушительной сети. Гидравлический расчет коллектора. Гидравлический расчет магистрального канала. Проектирование элементов осушительной сети в вертикальной плоскости МК и коллектора.

#### Оборудование:

1. Разные структурные схемы производства гидромелиоративных работ.
2. Тетради для лабораторных работ.
3. Ручки, карандаши, линейки.
4. Индивидуальное задание для каждого студента.
5. Чертежная бумага (мм)

**Осушительная система** - комплекс инженерных сооружений и устройств, создающих необходимые условия для улучшения водного режима переувлажненных земель. В состав осушительной системы входят: *регулирующая сеть, ограждающая сеть, проводящая сеть, водоприемник, гидротехнические сооружения, дорожная сеть, лесополосы, эксплуатационная сеть* (рис.10).

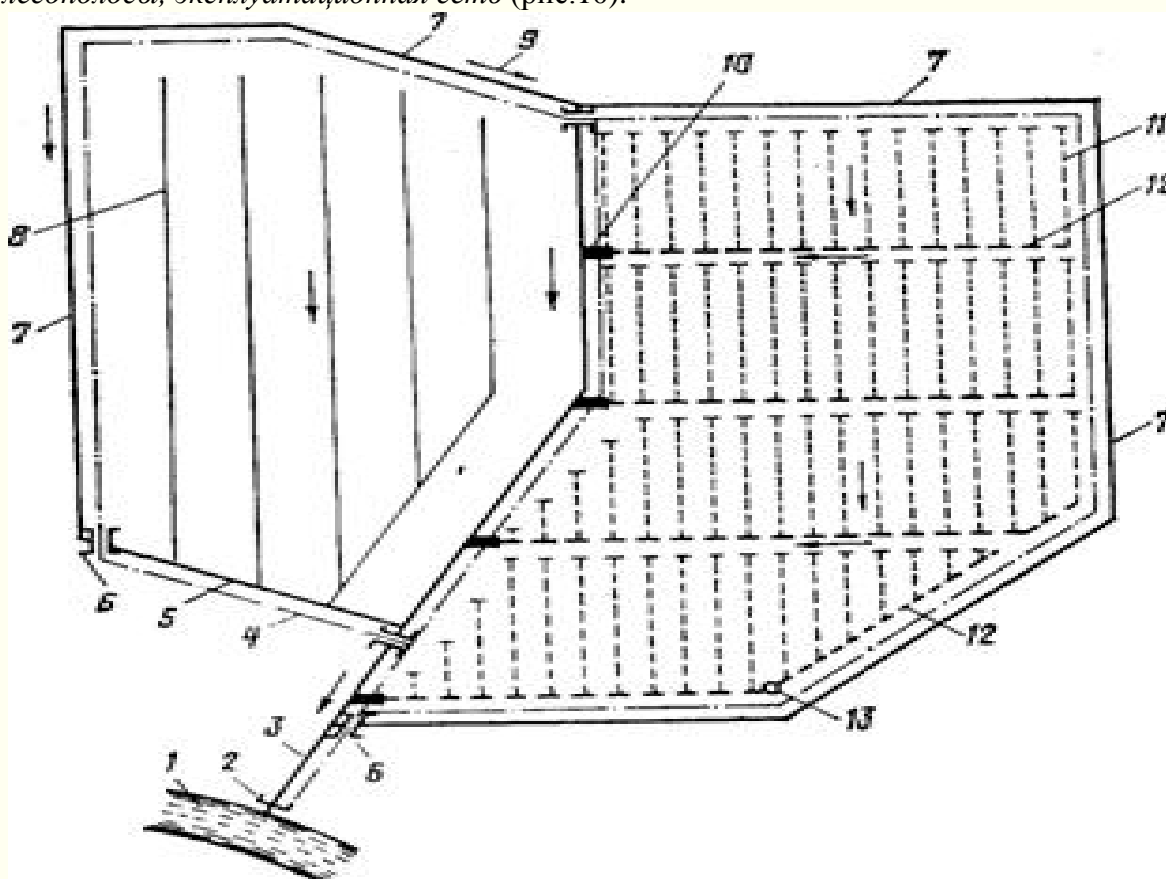


Рис.10. Схема осушительной системы:

1 – водоприемник; 2 – шлюз-регулятор; 3 – магистральный канал; 4 – полевая дорога; 5 – открытый коллектор; 6 – мост; 7 – нагорно-ловчий канал; 8 – открытый осушитель; 9 – направление течения воды; 10 – устье закрытого коллектора; 11 – дрена; 12 – закрытый коллектор; 13 – колодец на закрытом коллекторе

**Регулирующая сеть** (*осушители, собиратели, скважины вертикального дренажа и др.*) служит для сбора и удаления с территории избыточных поверхностных и грунтовых вод, являющихся причиной переувлажнения территории.

**Ограждающая сеть** (*нагорные и ловчие каналы, дамбы и др.*) предназначена для защиты осушаемой территории от поверхностных или грунтовых вод, притекающих извне.

**Проводящая сеть** (*магистральный канал, транспортирующие собиратели, коллекторы*) связывает регулирующую и ограждающую сети с водоприемником, транспортирует воду за пределы осушаемой территории.

**Водоприемник (ручей)** служит для приема воды, собираемой с осушаемой территории.

**Гидротехнические сооружения** (*шлюзы, перепады, смотровые колодцы и др.*) предназначены для управления потоком воды при ее отводе или перераспределении.

**Дорожная сеть** (*дороги, проезды, мосты и др.*) служат для беспрепятственного передвижения транспорта и сельскохозяйственных машин по осушаемой территории.

**Лесополосы** регулируют микроклимат на полях, препятствуют ветровой эрозии.

**Эксплуатационная сеть** (*гидрометрические посты и др.*) используется для контроля за работой всех звеньев осушительной системы и обеспечения бесперебойной ее работы.

Осушительные системы бывают:

1) *открытые* (регулирующая сеть - открытые каналы);

2) *закрытые* (регулирующая сеть представлена закрытыми дренами).

Крупные проводящие и ограждающие каналы в обоих случаях открытые.

Открытые системы применяют при осушении болот, лесов и малопродуктивных сенокосов. Основной недостаток состоит в том, что каналы создают препятствия для механизации лесохозяйственных работ, снижают КЗИ, требуют постоянного ухода.

Закрытые осушительные системы технически более совершенны, долговечны, не имеют недостатков открытых систем, но строительство их обходится дороже.

По способу отвода воды осушительные системы разделяют на *самотечные* и с *машинным водоподъемом*. В самотечных системах вода из проводящей сети отводится в водоприемник по уклону русла. В системах с машинным водоподъемом воду из каналов проводящей сети откачивают в водоприемник насосами.

Осушительные системы по характеру воздействия на водный режим осушаемой территории делят на системы *одностороннего действия* (сеть построена только для отвода избыточной воды) и *двустороннего действия* (осушительно-увлажнительные).

**Виды регулирующей сети.** Регулирующую сеть выполняют в виде: **осушителей и собирателей.**

В настоящее время строят преимущественно закрытые осушительные системы, причем закрытые дренажи могут быть как осушителями, так и собирателями.

*Назначение регулирующей сети* – создавать и поддерживать водно-воздушный и тепловой режимы в соответствии с требованиями лесных культур.

Глубина заложения регулирующей сети и расстояние между каналами или дренами - зависят от водно-физических свойств почв, выращиваемых лесных культур.

*Открытая регулирующая сеть* – это каналы, устраиваемые для оттока грунтовых вод с целью понижения их уровней (осушители), а также для сбора с осушаемой территории поверхностных вод (собиратели).

Осушители размещают параллельно друг другу (систематическая сеть) поперек потока грунтовых вод под острым углом к горизонталям (поперечная схема) или при уклоне поверхности по их трассе параллельно горизонталям и гидроизогидам (продольная схема) (рис.11).

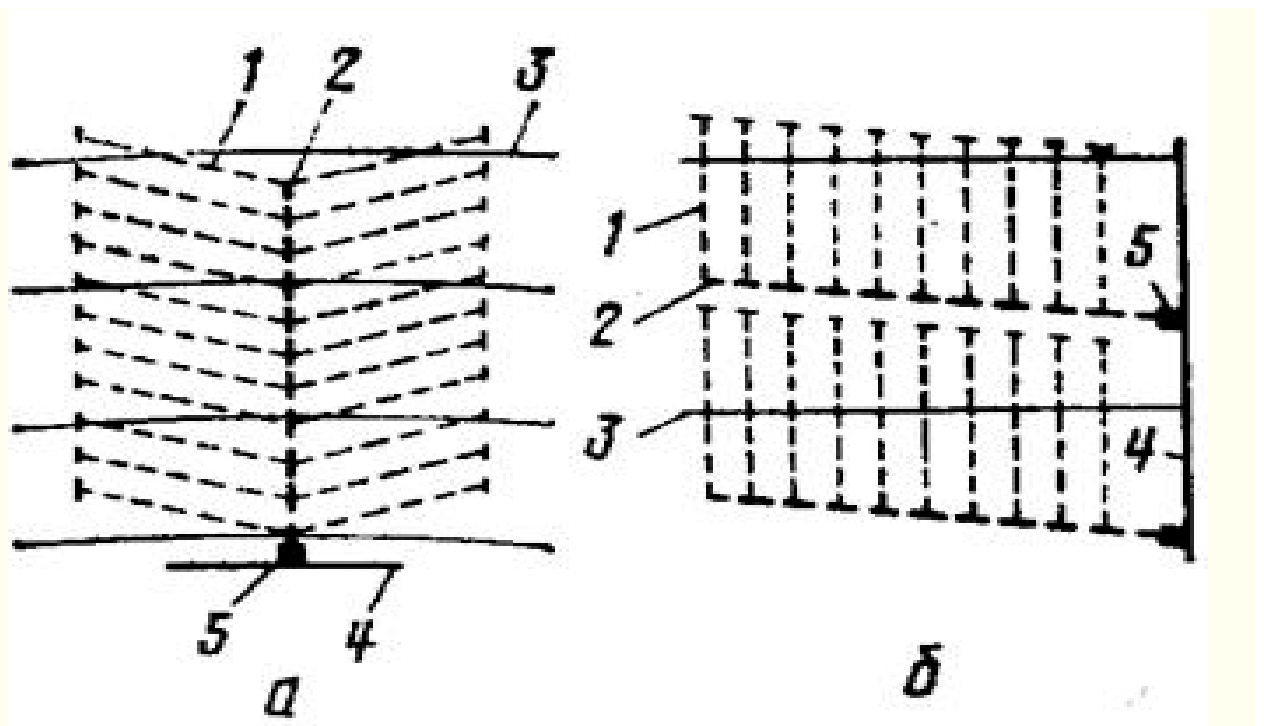


Рис.11 Поперечная (а) и продольная (б) схемы расположения дренажа:

1 – дрена; 2 – закрытый коллектор; 3 – горизонталь; 4 – магистральный канал или транспортирующий собиратель; 5 – устье закрытого коллектора

*Открытые осушители* выполняют с минимальным уклоном 0,0005, сечение каналов трапециевидальное, шириною дну 0,4-0,5 м, заложение откосов 1-1,5м. Расстояние между ними зависит от водно-физических свойств почв и составляет обычно 200 м.

*Открытые собиратели* ускоряют отвод избыточных вод, образующихся на поверхности почвы.. Это каналы глубиной 0,8-1,2 м. Длина собирателей - до 1600 м.

Сеть открытых собирателей разделяет осушаемую территорию на небольшие участки, создает препятствия для передвижения по участку техники.

Под каналами и бермами иногда пропадает до 10-15% площади осушаемых земель. Поэтому в настоящее время отдается предпочтение закрытым осушителям и собирателям.

**Закрытая регулирующая сеть.** Грунтовые воды отводят в проводящую сеть при помощи сделанных в подпочвенном слое отверстий – дрен (рис. 12).

*Дрены* бывают с *закрепленными стенками* и свободной полостью (гончарные, пластмассовые, деревянные и др.), с *незакрепленными стенками и свободной полостью* (кротовые и щелевые), с *незакрепленными стенками и заполненной полостью* (жердевые, каменные) и др.

Дрены с закрепленными стенками и свободными полостями обычно более долговечны.

Закрытые дрены располагают по поперечной схеме – параллельно или под острым углом к гидроизогипсам. Такие дрены с наибольшим эффектом перехватывают потоки грунтовых вод. Лишь при практически безуклонной поверхности ( $i < 0,0005$ ) используют продольную схему. Дрены делают с искусственным уклоном, их глубина увеличивается от истока к устью.

Дренаж бывает *траншейным* и *бестраншейным*. Траншейный дренаж состоит из выполненных экскаватором траншей шириной 0,4-0,5 м, труб, стеллажей, фильтра и грунта дренажной засыпки. При бестраншейном строительстве дренажа трубы укладывают в полость, выполненную специальным экскаватором.

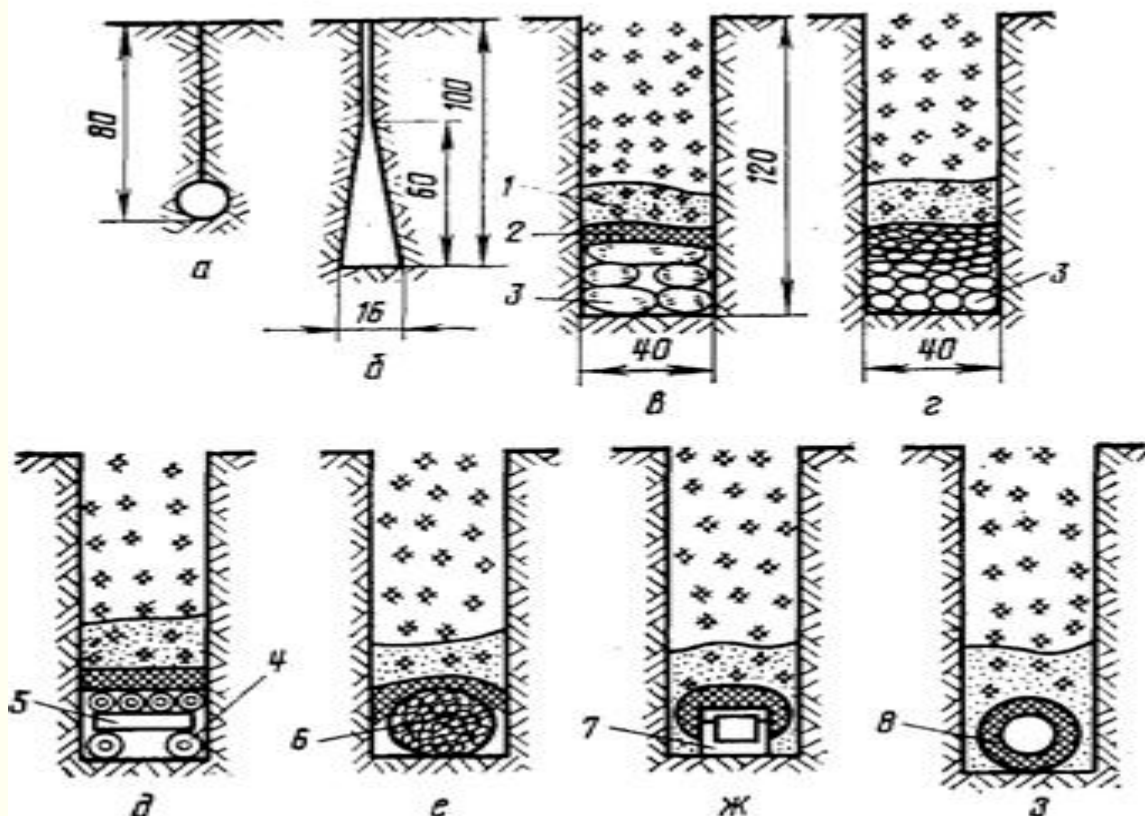


Рис. 12. Конструкции закрытых дренажей (размеры в см):

- а - кротовая дрена; б - щелевая дрена; в - дрена из каменных плит; г - дрена из каменной наброски; д - жердевая дрена; е - фашинная дрена; ж - дощатая дрена; з - гончарная или пластмассовая дрена;  
 1 - гумусированный слой; 2 - защитный фильтрующий материал; 3 - камень; 4 - жерди;  
 5 - деревянная прокладка; 6 - фашина; 7 - труба из досок; 8 - гончарная или пластмассовая дрена

В настоящее время наиболее распространен траншейный способ строительства дрен. Материалами для дрен служат обожженная глина с добавками (керамические или гончарные трубы, этот вид материального дренажа наиболее распространен), пластмассовые трубы, камень, дерево, стекло и др. По виду материала различают: гончарный, пластмассовый, каменный и другие виды дренажа.

Вода поступает в дрены через отверстия в их стенках или через стыки между трубами. Для защиты дрен от заиления и увеличения водоприемной способности делают фильтры из мха, песка, стеклоткани и других материалов.

*Гончарные трубы для дрен*, выполняют из глиняных, хорошо обожженных труб правильной цилиндрической или граненой формы (рис.13).

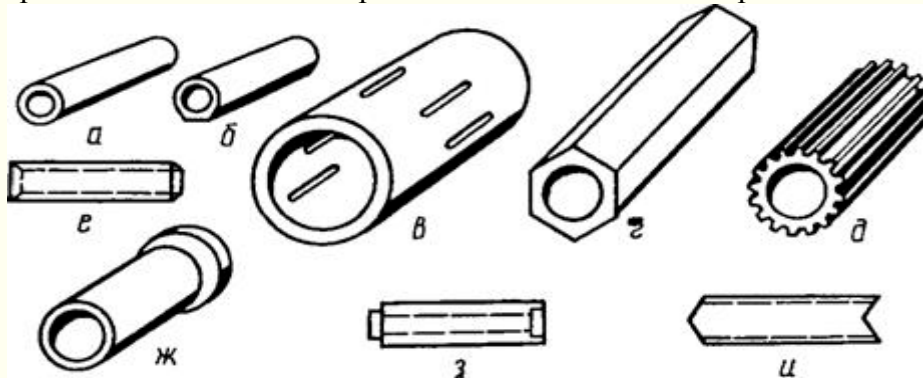


Рис.13. Гончарные дренажные трубы:

- а, г - цилиндрические и граненые; б - с опорной плоскостью; в - перфорированные; д - рифленые; е - с фасками; ж - раструбные; з - фланцевые; и - с фигурным торцом

Их изготавливают с внутренним диаметром 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 и 250 мм длиной 333 мм, а трубы диаметром более 100 мм – длиной 500 мм. Зазоры между трубами не должны превышать 1-2 мм.

При укладке граненых труб производительность труда и качество работ ниже, чем при укладке цилиндрических.

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

Для укладки труб сначала отрывают траншею глубиной, равной глубине закладки дренажа. Ширина такой траншеи определяется шириной дренаукладчика или экскаватора. Дно траншеи тщательно планируют. Осушительным дренам придают уклон не менее 0,002 и не более 0,01. Укладку ведут сверху вниз по уклону. Укладка дренажных труб в траншеи полностью механизирована, (рис.14). Гончарный дренаж при благоприятных условиях имеет большой срок службы, не менее 50 лет.

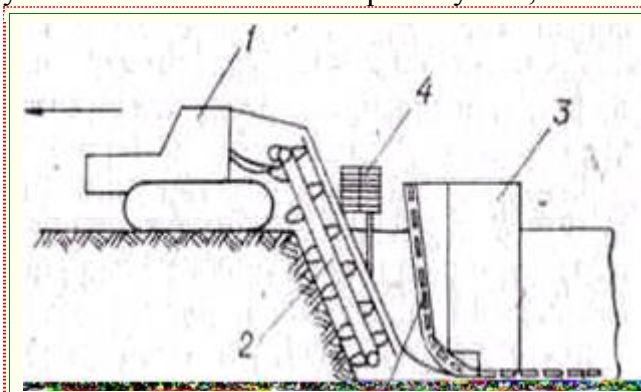


Рис.14. Устройство гончарного дренажа: 1 – трактор; 2 – землеройный рабочий орган; 3 – бункер; 4 – кассета с трубами; 5 – желоб для подачи труб; 6 – гончарная дрена

*Пластмассовые трубы* бывают полихлорвиниловые или полиэтиленовые (гладкие или гофрированные). Трубы перфорируют щелевыми (ширина 1-2,5 мм, длина 10-50 мм), реже круглыми (диаметр до 2 мм) отверстиями, через которые в них проникает вода. Поступают они в бухтах длиной до 200 м и более, поэтому их укладку легко механизировать (рис.15). Основное преимущество такого дренажа заключается в том, что трубы в работе не изнашиваются, они легче гончарных, что снижает затраты на их транспорт к месту укладки.

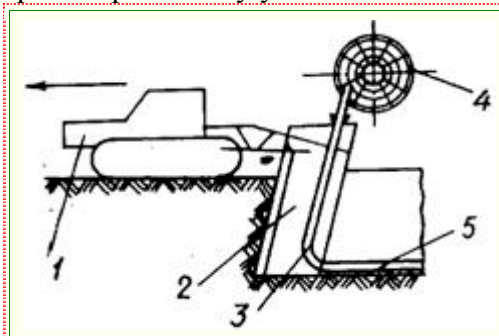


Рис.15. Устройство пластмассового дренажа: 1 – трактор; 2 – пустотелый нож для нарезания щели; 3 – направляющий желоб; 4 – барабан для пластмассовых труб; 5 – пластмассовая труба

Для строительства материального закрытого дренажа в отдельных случаях используют каменную наброску, *бетонные* и *асбестоцементные трубы*.

Глубина заложения материальных дрен в минеральных грунтах составляет 1-1,3 м. Уклоны дрен со свободной полостью должны составлять 0,002-0,003. Требования к дренам с наполнителями полости иные: во избежание быстрого заилиения такие дрены должны иметь уклон не менее 0,004-0,005.

Длина дрен зависит от их уклона и пропускной способности. При обычных диаметрах пластмассовых дрен, равных 40-50 мм, и уклоне  $i = 0,003$  их делают длиной 150-250 м. При увеличении диаметра и особенно уклона, например до 0,01, длину дрен можно увеличить до 300-400 м. Расстояние между дренами (м): торф низинный – 20-40; песок мелкозернистый – 30-60; супесь – 25-40; суглинок – 14-20.

**Дрены с незакрепленными стенками.** Этот вид дренажа дополняет основные виды систематического дренажа, позволяя увеличивать расстояние между дренами.

**Кротовый дренаж** представляет собой незакрепленные подземные ходы, напоминающие кротовые норы. Его закладывают на беспнистых болотах с уклонами не менее 0,002-003. Кротовые дрены используют как собиратели и осушители. Глубина закладки 0,7-1,0 м. Кротовые дрены устраивают кротодренажными машинами КДГ-80 (рис.16). Рабочий орган – дрeнер - имеет диаметр от 8 до 20 см. Дрены располагают перпендикулярно к осушительным каналам или под углом 80° к направлению течения в них воды.

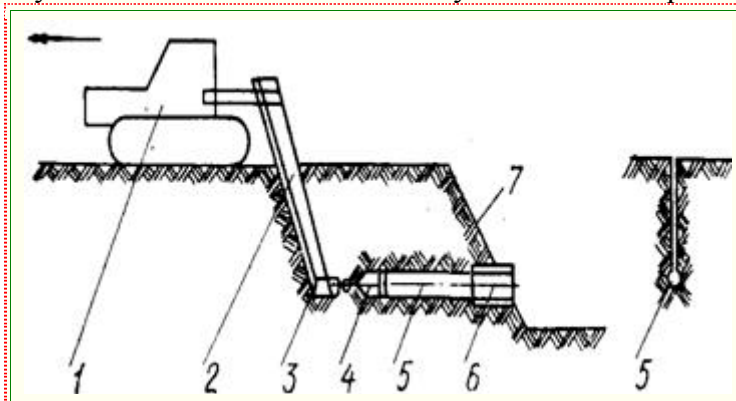


Рис.16. Устройство кротового дренажа: 1 – трактор; 2 – нож; 3 – дрeнер; 4 – расширитель; 5 – кротовая дрена; 6 – закрепленное устье дрены; 7 – открытый канал

Срок службы кротового дренажа - от 2 до 5 лет, после чего его нужно возобновлять. В суглинистых грунтах расстояние между дренами - в среднем 5 м, в торфяных – 5-10 м. Стужение дрен необходимо в связи с тем, что кротовые дрены быстро выходят из строя. Длина кротовых дрен не превышает 150 м. При применении в комбинации с другим дренажем длина равна расстоянию между каналами.

**Щелевой дренаж** устраивают в сочетании с открытой сетью каналов. Щелевые дрены имеют разнообразную форму, ширина их по дну 100-180 мм, глубина до - 80 см.

Иногда щелевой дренаж используют в качестве основного вида систематического дренажа, глубина его достигает 2,5 м, длина – 200-300м, уклон - 0,005 и более. Расстояния между дренами 25-45 м. Срок действия щелевого дренажа больше, чем кротового. Щелевой дренаж, выполняют щеледренажными машинами.

**Осушительная сеть в плане.** По степени покрытия осушаемой площади закрытый или открытый дренаж может быть *систематическим, разреженным* и *выборочным*.

- При *систематическом дренаже* дрены распределены по осушаемой территории равномерно, с приведенными выше расстояниями между ними.

- *Разреженный дренаж* равномерно покрывает осушаемую территорию, но расстояние между дренами в 1,5-2 раза больше рекомендуемого для данной зоны. Такой дренаж предназначен для отвода воды в годы повышенной водности.

- *Выборочный дренаж* проводят только по вымоинам, замкнутым понижениям местности и другим участкам с повышенной увлажненностью, отвод воды с которых обеспечивает нормальный водный режим всей осушаемой территории.

**Проводящая осушительная сеть.**

К ней относятся:

- с открытыми каналами – транспортирующие *собиратели* и *магистральные каналы*;
- с закрытым дренажем закрытые и открытые *коллекторы*, транспортирующие *собиратели* и магистральные каналы.

Каналы проводящей сети прямолинейны, с минимальным числом поворотов. Длина каналов проводящей сети должна быть минимальной. Каналы располагают по границам кварталов (делянок) с таким расчетом, чтобы они не расчленили осушаемый массив на мелкие участки. Их проводят по наиболее низким отметкам осушаемой поверхности, на болотах - по тальвегам минерального дна.



Расстояния между транспортирующими собирателями определяется рельефом местности, конструкцией регулирующей сети и др. На равнинных участках, где нет дорог или крупных каналов, транспортирующие собиратели прокладывают на одинаковом расстоянии друг от друга. Эти расстояния составляют 1600 м.

Глубину транспортирующих собирателей и закрытых коллекторов рассчитывают с учетом необходимости бесподпорного приема воды из элементов регулирующей сети. Глубина закрытого коллектора ( $H_k$ ) должна быть равна:  $H_k = H_d + d$ ,

где  $H_d$  – глубина заложения устьев дрен;  $d$  – диаметр коллектора.

Таким образом, глубина элементов проводящей сети является функцией глубины регулирующих элементов данной осушительной системы.

Поперечное сечение открытых каналов проводящей сети – равнобокая трапеция (рис.17,а). Такое сечение облегчает строительство канала и уход за его откосами. Глубокие, свыше 3 м каналы, а также каналы, проходящие в неустойчивых и слоистых грунтах, делают параболического сечения (рис. 17, в).

У каналов трапецеидального сечения минимальная ширина по дну - 0,4 м. Коэффициент заложения откосов принимают в зависимости от грунтов и глубины каналов.

Уклоны дна каналов должны быть такими, чтобы, каналы не размывались и не заилились.

Минимальный уклон дна в каналах - 0,0005, в крупных каналах допускается 0,0002.

При значительных уклонах местности строят сопрягающие сооружения - перепады или быстротоки.

Для предохранения проводящих каналов от размыва *крепят их откосы*. Наиболее распространенные виды крепления откосов: *травяные* или *дерново-травяные ковры*, *пригрузка откосов крупнозернистым грунтом*, *прикрытие их стеклохолстом, пластмассой, плитами из пористого бетона, фильтрующими синтетическими тканями*. Крепление дна каналов выполняется в виде гравийно-щебеночной засыпки слоем - 15 см.

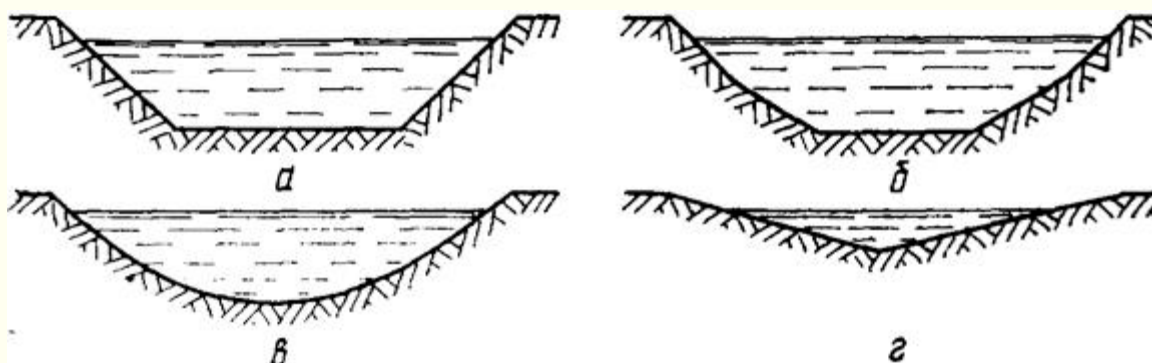


Рис. 17. Сечения каналов открытой осушительной сети:

а - трапецеидальное; б - полигональное; в - параболическое; г - искусственная ложбина

*Закрытую проводящую сеть* – закрытые коллекторы строят из гончарных, пластмассовых, реже асбестоцементных и железобетонных труб. Длина коллекторов не превышает 600-800 м, уклоны 0,003-0,015.

**Ограждающая сеть** в осушительной системе представлена нагорными и ловчими каналами, закрытыми дренами; иногда для ограждения территории целесообразно применять мероприятия, входящие в противоэрозионный комплекс.

*Нагорные каналы* предназначены для перехвата поверхностных вод, поступающих на осушаемую территорию; *ловчие каналы* - для перехвата грунтовых вод. Иногда эти функции совмещены в *нагорно-ловчих* каналах (рис. 18).

Каналы ограждающей сети устраивают вдоль верхней границы осушаемой территории. Длина их доходит иногда до 8-10 км. Глубина нагорных каналов не превышает 1-1,2 м, уклон не менее 0,0005.

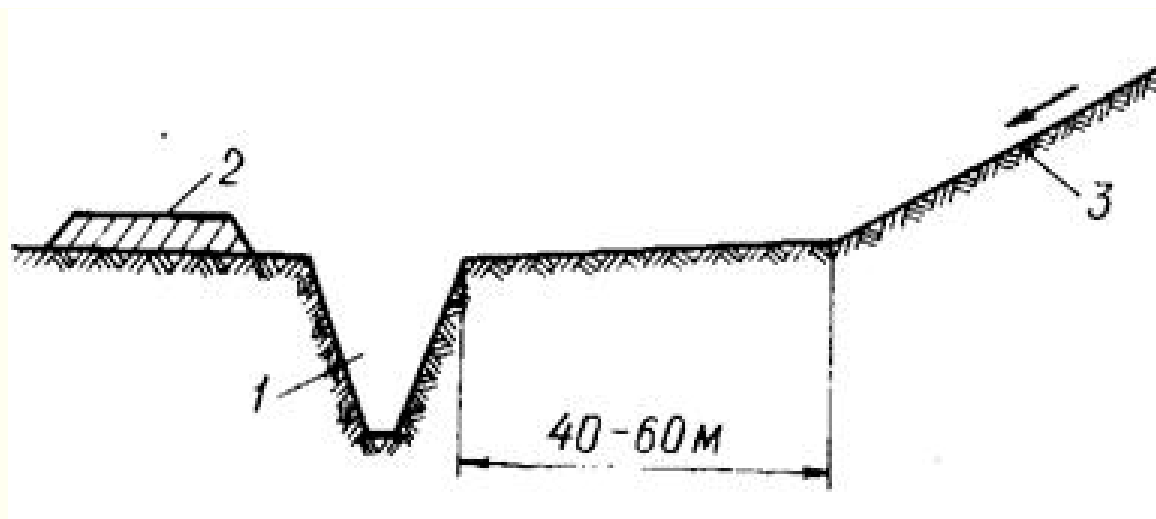


Рис. 18. Перехват поверхностных вод нагорным каналом:  
1 — нагорный канал; 2 — кавальер вынутаго грунта; 3 — эродированный склон

Нагорно-ловчие каналы отличаются большей глубиной, которая должна быть достаточной для требуемого понижения уровня грунтовых вод в зоне действия канала. При крутых склонах, большом объеме поверхностного стока, напорном ТВП устраивают два параллельных канала: глубокий (ловчий) и мелкий (нагорный).

Ловчие каналы устраивают глубиной до 3 м. Если осушаемый объект - торфяник, то дно ловчего канала (или ловчая закрытая дрена) должно располагаться на 0,2-0,5 м ниже подошвы торфяника. Дно и откосы ловчих каналов необходимо крепить, особенно в местах сосредоточенного выклинивания грунтовых вод.

Ограждающей сетью на поймах служат дамбы, рассчитываемые на предохранение осушаемой территории от затопления паводковыми водами.

В осушительную сеть с заболоченного участка поступает избыточная вода. Нагрузку по ее отводу с осушительной площади несут осушители, транспортные собиратели, и, особенно магистральные каналы. Для того чтобы магистральный канал успешно функционировал, то есть вовремя отводил поступающую по нему воду в водоприемник, необходимо провести его гидрологический расчет, основной задачей которого является определение расчетного поверочного модулей или расхода воды. Расчетный модуль стока зависит от гидрологических условий и характера использования осушаемой территории. По расчетным расходам определяются размеры поперечных сечений каналов. А по поверочным расходам воды определяется устойчивость русел против размыва и разрушения сооружений, затопления территории.

В зависимости от значения канала, они рассчитываются на пропуск канала, паводков определенной обеспеченности.

Проверка каналов на устойчивых руслах, на размыв производится на весенних паводках 25% обеспеченности.

При расчете нагорно-ловчих и ловчих каналов к основному расчетному расходу прибавляют в расход поступающих в канал грунтовых вод: 15% при безнапорном и 20% при напорном питании от основного расчетного расхода.

Высота крепления русел в неустойчивых грунтах, условия неподтопления устьев каналов и минимальные скорости для проверки каналов на заиление определяют по межнным расходам.

*Результаты лабораторной работы:* студент должен освоить методы проектирования осушительных гидротехнических сооружений, проводить гидравлические расчеты магистрального канала и коллектора.

## Лабораторная работа №9.

### Тема 3. Ведение лесного хозяйства и охрана окружающей среды на осушаемых землях гидромелиоративного фонда.

(форма проведения занятий: кейс - технологии)

*Цель работы:* изучить способы ведения лесного хозяйства на осушаемых землях гидромелиоративного фонда и освоить методы расчета экономической и лесоводственной эффективности осушения лесных земель.

*Содержание:* Задачи осушения земель гидромелиоративного фонда. Проектирование лесосушительных систем на плане. Гидрологические и гидравлические расчеты осушительных систем. Расчет экономической и лесоводственной эффективности осушения лесных земель.

#### **Оборудование:**

1. Разные проекты лесосушительных систем
2. Тетради для лабораторных работ.
3. Ручки, карандаши, линейки.
4. Индивидуальное задание для каждого студента.

**Ход работы:** Кейс-технология предполагает обучение с использованием моделей технических средств, предназначенных для проведения работ по гидротехнической мелиорации в лесном хозяйстве. В этом случае студенты должны изучить устройства и принципы работы оросительной системы.

В результате разбора устройства технических средств для проведения разных видов работ, студенты составляют описание основных типов машин и оборудования, на выполнение которых отводится определенное время, что позволяет более тщательно проанализировать полученную информацию.

Работа выполняется в следующем порядке: сначала изучаются различные проекты и технические средства для проведения работ по ведению лесного хозяйства и охраны окружающей среды на осушаемых землях лесного хозяйства, затем каждый студент выбирает отдельный тип проекта и подробно описывает его, и приводит технологию выполнения работ.

#### **1. Задачи осушения земель гидромелиоративного фонда.**

Задачи осушения земель определяются огромным фондом страдающих от переувлажнения лесов. В России насчитывается свыше 300 млн. га заболоченных и избыточно увлажненных лесных земель. Примерно половину этой площади (49%) занимают леса низкой производительности, остальную — открытые болота. Переувлажненность и связанная с ней заболоченность снижают ежегодный прирост древесины, ухудшают ее качество, создают тяжелые условия для заготовки и вывозки, затрудняют естественное и искусственное возобновление леса, ухудшают санитарно-гигиенические и эстетические условия территории. Последние показатели особенно важны для лесов рекреационных зон и парков. Эффективного преобразования заболоченных лесов можно достигнуть только на основе лесосушительной мелиорации.

Переувлажненные лесные земли подразделяют в зависимости от эффективности осушения, обусловленной типом леса и условиями местопроизрастания, на группы. При оценке мелиоративного фонда учитываются также бонитет и возраст лесонасаждений.

Осушительные мелиорации проводят в основном в лесах I группы, ограниченно II, а также в районах интенсивных лесозаготовок в лесах III группы.

В лесах III и IV групп, а также частично II группы осушение проводят только с помощью проводящей сети в сочетании с дорожным строительством, противопожарными мероприятиями и последующими лесокультурными работами.

**Особое место в лесосушении занимают вырубки и гари.** Площади после сведения леса часто заболачиваются и зарастают мхом. В результате снижается суммарное испарение (транспирация растительностью и испарение с поверхности почвы) с 300...400 мм за вегетационный период при наличии спелого леса до 180...200 мм на вырубках. Лес является своеобразным биологическим дренажем, после его сведения возникает необходимость в искусственном открытом или закрытом дренаже.

**При интенсивном осушении на торфяных почвах** с высоким плодородием вырастают сосновые и еловые насаждения уже через 20 лет с запасом древесины 150 м<sup>3</sup>/га, а через 60 лет — 400 м<sup>3</sup>/га.

Помимо значительного повышения производительности лесных угодий. Лесоосушительные работы позволяют:

- повысить качество древесины;
- улучшить условия для естественного лесовозобновления;
- сократить сроки выращивания леса;
- повысить ветроустойчивость леса (особенно елового) благодаря более глубокому проникновению корней в осушенные почвы;
- облегчить строительство сети дорог и подъездных путей;
- приспособить водоприемники и каналы для сплава леса;
- улучшить лесные сенокосы и пастбища, а также условия для работы;
- повысить эффективность использования машин и механизмов на лесозаготовке;
- облегчить борьбу с лесными пожарами;
- улучшить санитарно-гигиенические и эстетические условия леса.

## **2.Элементы осушительной системы.**

**Осушительная система** – комплекс инженерных сооружений, устройств, которые обеспечивают создание оптимального водного режима переувлажненных земель. *Лесоосушительная система состоит из регулирующей, ограждающей и проводящей сети, водоприемника, гидротехнических сооружений, дорожной сети, эксплуатируемых сооружений, осушаемых земель и проводимых на них мероприятий.*

**Регулирующая сеть** служит для понижения грунтовых и отвода поверхностных вод. Она включает мелкие каналы – осушители (ОС) и гидрологические собиратели (С).

**Проводящая (транспортирующая) сеть** предназначена проводить (транспортировать) воду с осушаемой площади в водоприемник. Она состоит из транспортирующих собирателей (ТС) и магистральных каналов (МК), связывающих регулирующую сеть с водоприемником.

**Оградительная сеть** включает:

- а) ловчие каналы (ЛК), которые служат для перехвата выклинивающихся на склонах грунтовых вод и проектируются вдоль линии выхода этих вод;
- б) нагорные каналы (НК), предназначенные для перехвата вод.

**Водоприемники** необходимы для приема воды из осушительной сети. Водоприемниками могут служить ручьи, реки, озера, водохранилища, карстовые воронки, балки и др.

**Гидротехнические сооружения** на открытой осушительной сети подразделяются три типа: дорожно-транспортные, сопрягающие регулирующие.

К дорожно-транспортным относятся мосты, трубы переезды, пешеходные мостики; к сопрягающим – перепады, быстротоки; к регулирующим – шлюзы-регуляторы.

На осушаемых участках предусматривается строительство **сети служебно-эксплуатационных дорог**, достаточной для обеспечения транспортом выполнения планируемых лесохозяйственных мероприятий и текущего ухода за каналами осушительной сети.

Расположение осушительной сети в плане определяется:

- а) типом и интенсивностью водного питания;
- б) типом леса, характером почв и подстилающих грунтов;
- в) рельефом и конфигурацией осушаемого участка;
- г) хозяйственно-эксплуатационной организацией территории;
- д) существующей сетью каналов, пригодных для дальнейшей эксплуатации дорогами, квартальными просеками, расположением сооружений.

При проектировании регулирующей сети необходимо руководствоваться следующими основными положениями:

- 1) трассы регулирующей сети, по возможности, должны быть приурочены к существующим просекам и дорогам;
- 2) расположение регулирующей сети должно обеспечить поступление в каналы избыточных вод в наибольшем количестве и по кратчайшему пути. В целях наиболее полного перехвата поверхностных и грунтовых вод каналы регулирующей сети должны быть, как правило, расположены под острым углом к горизонталям рельефа;
- 3) каналы регулирующей сети должны располагаться на местности с увеличением глубины торфа и к их устью;
- 4) на оторфованных площадях следует стремиться прокладывать каналы по равномерной глубине торфа, так как чередование глубоких и мелких торфов приводит к неравномерной просадке дна каналов и размыву его на минеральных грунтах;
- 5) сопряжение каналов регулирующей сети с собирателями в плане проводится под углом в 60 – 90°. Следует стремиться проектировать двустороннее впадение регулирующей сети в проводящие каналы;
- б) тальвеговые каналы должны располагаться по самым низким местам: ложбинам, лощинам, низинам;
- 7) каналы регулирующей сети должны быть параллельны между собой, а длина их, как правило, должна составлять от 500 до 1500 м в зависимости от условий рельефа, расстояний между собирателями и хозяйственно-эксплуатационных условий.

Основное значение при проектировании осушительной сети имеет рельеф. Поэтому необходимо изучить рельеф участка и определить уклоны поверхности для его характерных частей (по расстоянию между горизонталями).

Уклон вычисляется по формуле:  $i = h / l$ ,

где  $l$  – длина линии, перпендикулярной горизонталям;

$h$  – разность отметок между горизонталями.

Затем определяется средний (арифметический) уклон для каждой выделенной на плане части.

Основной задачей гидрологических расчетов является определение расходов воды для проектируемых каналов и сооружений. Основные расчеты делаются на основании свода правил по проектированию и строительству СП 33-101-2003, в котором предусмотрены различные варианты расчетов.

При осушении лесных земель, объектов садово-паркового и ландшафтного строительства за расчетные расходы принимаются:

- 1) расходы весеннего половодья с вероятностью превышения 5 %, на пропуск которых рассчитываются отверстия мостов и труб на лесохозяйственных дорогах;
- 2) расходы весеннего половодья с вероятностью превышения 25 %, при пропуске которых проверяется устойчивость откосов и дна каналов на размыв;
- 3) расходы 53летне-осенних паводков с вероятностью превышения 25 %, на пропуск которых рассчитываются поперечные сечения проводящих каналов;
- 4) расходы межлетнего периода с вероятностью превышения 50 % для определения минимальных незаиляющих скоростей расчетных горизонтов воды для сопряжения дна каналов разного порядка и высоты искусственного крепления русла каналов в неустойчивых грунтах.

### **Лесоводственный и экономический эффект осушения лесных земель.**

Лесоводственный эффект осушения, увеличение эффективности леса, совершенствование его структуры, экологических функций, сохранение биологического многообразия в итоге проведения комплекса лесосушительных мероприятий в лесохозяйственных целях или гидролесомелиорации. В результате этих мероприятий отводятся чрезмерные неглубокие и грунтовые воды, устраняется заболоченность земель, совершенствуется водный, питательный и тепловой режимы почвы, что обеспечивает увеличение эффективности леса. Кроме того, совершенствуется доступность лесов для проведения всех лесохозяйственных действий и выполнения лесопользования. Совершенствование почвенных условий и нарастание фотосинтеза вызывают увеличение притока кислорода в атмосферу и поглощение углекислоты, с прекращением болотообразовательных процессов уменьшается выделение в атмосферу болотного газа метана. Атмосферная влага не застаивается в понижениях рельефа и не вызывает наступления болот на лес, а через сеть регулирующих каналов пополняет запасы воды в реках. Критерием оценки лесоводственного эффекта осушения является класс бонитета.

Реакцию древостоев на осушение следует считать хорошей, если бонитет повысился на 2 и более класса, удовлетворительной - на 1 класс, неудовлетворительной - остался без изменения. Возраст древостоев перед осушением важнейший фактор, ограничивающий увеличение их эффективности. С увеличением возраста к началу осушения на каждые 2,5 класса свершается понижение эффективности древостоев приблизительно на 1 класс бонитета. На потенциально богатых низинных и промежуточных торфяных почвах древостой хорошо откликается на осушение увеличением прироста (в 2-5 раз) в возрасте до 160 лет, на небогатых верховых и гидроморфных - до 100-120 лет. Огромное воздействие на рост и развитие насаждений оказывает длительность гидролесомелиоративного влияния. За первые 20-30 лет после прокладки осушительной сети свершается постепенное увеличение прироста деревьев по диаметру и высоте, потом темпы его замедляются, прирост по запасу древостоев продолжает усиливаться. Наибольшего значения он достигает после 40-60 лет с момента начала осушения. Один из определяющих факторов роста и эффективности древостоев - насыщенность осушения. Поскольку основная масса физиологически активных корней древостоев (80-90 %) сосредоточена в верхнем 20-сантиметровом слое почвы, то для высвобождения этого слоя от затопления уровень почвенно-грунтовых вод не должен быть выше 25-30 см. Это обязывает содержать осушительную сеть в безотказном состоянии. Углубление рабочей глубины каналов (глубина до уровня воды) в 1,5-2,0 раза приводит к соответствующему повышению уровня почвенногрунтовых вод.

Окупаемость лесосушения за счет увеличения прироста древесины обеспечивается в том случае, если к моменту рубки главного пользования можно получить не менее 40-50 м<sup>3</sup>/га добавочного запаса древесины, т. е. в среднем за весь срок осушения - не менее 0,8 м<sup>3</sup>/га в год. Ремонт осушительной сети экономически оправдан, если среднегодовой добавочный прирост за счет этого мероприятия составляет не менее 0,5 м<sup>3</sup>/га.

Осушение, как показывает многолетний мировой опыт, — необходимое условие повышения интенсивности ведения лесного хозяйства.

Ведение лесного хозяйства на осушаемых землях начинается с их транспортного и лесохозяйственного освоения. Лесохозяйственное освоение является также одним из мероприятий по охране окружающей среды, существенно дополняющим мероприятия, предусмотренные в ниже.

В рабочих проектах осушения разрабатываются рекомендации по использованию осушаемых земель, включающие принципиальную технологическую схему их освоения и стоимость работ по укрупненным показателям. Рекомендации согласовываются с лесничествами в полевой период и оформляются протоколом, прилагаемым к проекту.

В областях с интенсивным ведением лесного хозяйства, имеющих продолжительный опыт осушения и освоения заболоченных лесных земель, где проекты ведения лесного хозяйства разрабатываются лесоустроительными предприятиями, рекомендации по лесохозяйственному освоению в проект не включаются. Работы по лесохозяйственному освоению являются частью производственной деятельности лесхозов (леспромхозов) и проводятся ими в порядке выполнения производственных планов (в необходимых случаях по специально разработанным проектам).

### 1. Лесохозяйственное освоение осушаемых земель.

Категории осушаемых лесных земель в границах запроектированных осушительных систем по направлениям их лесохозяйственного освоения и рекомендуемые мероприятия представлены в таблице 5 .

В зоне интенсивного ведения лесного хозяйства рекомендуется проводить удобрение осушаемых лесов с целью повышения продуктивности насаждений и качества древесины в короткий срок, улучшения условий для появления подроста и усиления рекреационных свойств леса.

В соответствии с рекомендациями по освоению осушаемых земель Гослесфонда следует учитывать целесообразность окультуривания и использования заболоченных сенокосов и лугов в качестве кормовой базы для нужд лесного и охотничьего хозяйств.

Таблица 5. Лесохозяйственные мероприятия на осушаемых землях

Категория осушаемых земель	Рекомендуемые лесохозяйственные мероприятия
Спелые и перестойные одновозрастные насаждения с эксплуатационным запасом промышленного значения	Сплошная рубка с последующими мероприятиями по лесовосстановлению
Разновозрастные насаждения, нуждающиеся в улучшении возрастной Структуры и породного состава	Комплексные рубки и мероприятия по содействию лесовозобновлению
Малоценные насаждения, нуждающиеся в частичной или полной замене	Мероприятия по реконструкции, включающие рубки и лесные культуры
Насаждения, отвечающие хозяйственным требованиям	Рубки ухода
Болота, вырубки, гари, облесившиеся ценными породами естественным путем	Рубки ухода
Болота, вырубки, гари и прочие не покрытые лесом земли, нуждающиеся в искусственном облесении или лесовосстановлении	Создание лесных культур, проведение мер содействия естественному облесению и лесовосстановлению

## **2. Мероприятия по содействию естественному возобновлению и облесению**

Мероприятия по содействию естественному возобновлению и облесению на осушаемых землях включают дополнительное осушение, подавление мохового покрова и минерализацию поверхности.

Дополнительное осушение заключается в прокладке борозд глубиной 0,6 м со следующими интервалами в зависимости от условий:

- а) 30 - 50 м при глубине торфа до 0,3 м, подстилаемого супесями и песками;
- б) 15 - 20 м при глубине торфа до 0,3 м, подстилаемого суглинками и глинами;
- в) 15 - 30 м на площадях со сфагновым очесом толщиной более 0,1 м;
- г) 10 - 20 м в долгомошниковых, сфагново-долгомошниковых и близких к ним лесорастительным условиям с очесом из кукушкина льна толщиной 0,2 - 0,3 м.

Подавление мохового покрова осуществляется сплошным или полосным фрезерованием, химическим уничтожением гербицидами и арборицидами, сдиранием очеса.

Минерализация поверхности проводится полосной вспашкой, мелким бороздованием специальными лесоболотными плугами; кроме того, этой цели служат отвалы борозд при дополнительном осушении. Мероприятия по содействию естественному возобновлению в спелых и перестойных хвойных насаждениях осуществляются после вырубki леса.

## **3. Лесокультурные мероприятия**

Лесокультурные мероприятия проводятся при реконструкции малоценных насаждений, облесении открытых болот, прогалин, выработанных торфяников, лесовосстановлении в редицах, гарях, вырубках и т. п.

При разработке проектов лесокультурного освоения следует руководствоваться региональными рекомендациями по агротехнике создания лесных культур.

Лесокультурному освоению подлежат:

- а) открытые верховые болота, включенные в мелиорацию, занятые сфагновыми, кустарничково-сфагновыми, пушицево-сфагновыми и другими близкими типами растительных ассоциаций;
- б) переходные безлесные болота, занятые осоково-сфагновыми, травяно-сфагновыми, тростниково-сфагновыми и иными близкими к ним растительными ассоциациями;
- в) низинные безлесные болота, занятые осоковыми, осоково-гипновыми, травяными и другими близкими к ним растительными ассоциациями;
- г) вырубки, гари с верховым, переходным и низинным типом заболачивания, а также на минеральных, слабооторфованных землях долгомошникового, сфагново-долгомошникового и других близких к ним типов условий произрастания;
- д) площади, занятые хозяйственно малоценными породами, подлежащими реконструкции лесокультурными приемами;
- е) выработанные торфяники.

Намеченные к лесокультурному освоению участки в период изысканий подлежат комплексному обследованию:

- а) учитывается наличие и состояние естественного возобновления леса хозяйственно ценными породами;
- б) дается оценка лесорастительных свойств торфа и минеральных грунтов;
- в) определяется культуртехническая характеристика участка (наличие кочек, погребенной в торфе древесины и т. п.).

Учет естественного возобновления леса проводится путем закладки пробных площадок размером 5 x 10 м. Площадь учета должна составлять 0,5 - 1,0 % обследуемого участка. Основанием для рекомендации лесовосстановительных мероприятий в зависимости от количества жизнеспособного подростa хвойных пород на 1 га могут служить показатели табл. 2 для вырубok и табл. 3 для болот.



Таблица 6. Лесовосстановительные мероприятия на осушенных землях

Требуется мероприятия	Степень влажности почв	Количество жизнеспособного подроста, тыс. шт. в зависимости от высоты, м		
		Мелкий до 0.5	Средний 0.5-1.5	Крупный свыше 1.5
Частичные культуры или меры содействия естественному возобновлению	Свежие	1.0-5.0	1.0-3.0	0.5 – 1.5
	Влажные	1.0 – 4.0	1.0 – 2.0	0.5 – 1.0
Лесокультурные мероприятия	Свежие	До 1.5	До 1.0	До 0.5
	Влажные	До 1.5	До 1.0	До 0.5

Таблица 7. Шкала оценки естественного возобновления хвойных пород на болотах.

Тип болота	Количество жизнеспособных экземпляров хвойных пород, тыс. шт./га, в зависимости от высоты, м			Необходимые лесохозяйственные мероприятия по лесовозобновлению
	До 0.5	0.5 – 1.5	Свыше 1.5	
Низинные и переходные	Менее 2.0 2 - 4 4 и более	Менее 1.0 1 – 3 3 и более	Менее 0.5 0.5 – 0.2 2 и более	Сплошные культуры Частичные культуры Не требуется
Верховые	Менее 3.0 3 - 5 5 и более	Менее 2.0 2 - 4 4 и более	Менее 1.0 1 – 2.5 2.5 и более	Сплошные культуры Частичные культуры Не требуется

*Примечания:*

- Самосев в возрасте 1 - 2 лет не учитывается.
- При наличии на осушенной площади подроста разных групп высот весь подрост считается мелким, если экземпляры, имеющие высоту до 0,5 м, составляют более 2/3 общего количества, крупным – если количество экземпляров высотой более 1,5 м достигает половины всей численности. В остальных случаях оценка успешности возобновления дается по придержкам, указанным для среднего подроста.
- При участии в составе сосново-лиственных молодняков березы более 40 % намечаются рубки ухода за составом насаждения.
- Количество подроста дано для северной и среднетаежной подзон зоны хвойных лесов. Для южно-таежной подзоны зоны хвойных лесов и зоны смешанных лесов применяются коэффициенты 1,1 и 1,2.
- Показателем жизнеспособного подроста хвойных пород является совокупность следующих признаков: густое охвоение ветвей, нормальная зеленая окраска хвои, значительный прирост (более 5 см) по высоте, у подроста с высотой более 1 м должна быть острая вершина, симметричная крона, протяженность не менее 1/3 ствола.
- Наиболее жизнеспособным подростом является групповой.
- Нежизнеспособный еловый и пихтовый подрост отличается зонтичнообразной формой кроны при слабом приросте в высоту, редким охвоением, бледно-зеленой и желтой окраской хвои на концах ветвей, обилием отмерших ветвей в нижней части кроны.
- Нежизнеспособный сосновый, кедровый, лиственничный подрост характеризуется малым количеством боковых ветвей, укороченной желтоватой хвоей на концах ветвей, слабым приростом в высоту.
- Учет хода естественного облесения и возобновления проводится по методикам, изложенным в специальных инструкциях лесоустройства.

#### **4. Реконструкция насаждений**

Под реконструкцию следует назначать малоценные насаждения ивы, ольхи серой, березы пушистой, если в них отсутствует подрост хвойных или его количество и состояние не обеспечивают формирование после мелиорации хозяйственно ценных насаждений. Целесообразно также реконструировать старые, низкобонитетные и низкополнотные сосняки в условиях низинного и переходного типов заболачивания введением в их состав ели.

Реконструкция осуществляется проведением рубок, введением лесных культур под полог малоценных насаждений, а также сочетанием этих приемов. В малоценных молодняках наиболее распространен коридорный (или кулисный) способ, при котором в насаждениях расчищают коридоры в направлении стока шириной, кратной высоте существующего древостоя, с оставлением кулис такой же ширины. В коридоры вводят культуры улучшающих пород.

В мелколесье высотой до 6 м расчистку можно проводить за 2 прохода орудиями ПКЛН-500А, ЛКН-600, что обеспечивает одновременно и подготовку почвы нарезкой пластов.

В древостоях высотой более 6 м на расчистке используют кусторезы, или корчеватели. В расчищенных полосах нарезают борозды и пласты (ПЛП-135, ПКЛН-500, ЛКН-600, ПБН-100 и др.).

#### **5. Рубки в осушаемых насаждениях**

В сплошную рубку назначаются следующие насаждения:

а) одновозрастные спелые и перестойные чистые и смешанные насаждения, имеющие эксплуатационные запасы древесины 40 м<sup>3</sup>/га и более;

б) разновозрастные чистые и смешанные насаждения при наличии в составе более 5 единиц перестойных деревьев и отсутствии под пологом достаточного количества хвойного подроста.

В первую очередь рубке подлежат насаждения долгомошных и сфагновых групп типов леса, слабо или совсем не реагирующие на осушение. Насаждения болотно-травяных и сфагново-травяных типов леса, достаточно реагирующие на осушение, несмотря на возраст, назначаются в рубку не ранее, чем через 30 лет после осушения.

Рубки на сильно оторфованных площадях начинаются не ранее чем через 3 года после строительства осушительных систем. Рубки проводятся с сохранением имеющегося подроста и тонкомера хвойных пород.

Комплексные, выборочные, постепенные рубки главного пользования целесообразны в насаждениях, нуждающихся в улучшении возрастной структуры и породного состава. К таким насаждениям относятся разновозрастные хвойные и хвойно-лиственные насаждения с участием в составе перестойных деревьев хвойных пород более 3 единиц и наличием подроста хвойных высотой более 1,5 м в количестве не менее 1 тыс. шт./га.

Основная цель перечисленных рубок состоит в омоложении насаждений, увеличении доли хозяйственно ценных пород, улучшении условий роста имеющегося подроста и тонкомера хвойных пород путем удаления крупномерных спелых и перестойных деревьев.

Рубки ухода проводятся в насаждениях, отвечающих хозяйственным требованиям по возрастному и породному составу, полноте и условиям возобновления леса, осушение которых обеспечивает получение высокого дополнительного прироста. Они необходимы в первую очередь в насаждениях с большим участием лиственных пород в травяно-сфагновых и болотно-травяных группах типов леса.

При этом следует руководствоваться действующими «Рекомендациями по рубкам ухода».

#### **6. Освоение сенокосных угодий**

Для нормального произрастания различных видов трав и предохранения их от вытаптывания животными уровень почвенно-грунтовых вод на сенокосах в различные периоды вегетации должен находиться на определенной глубине от поверхности (табл. 8).

**Таблица 8. Нормы осушения сенокосов**

Наименования угодий	Глубина почвенно-грунтовых вод, см		
	к моменту посева	за первый месяц вегетации	в среднем за период вегетации
Искусственные сенокосы	40-50	50-60	60-75

Влажность корнеобитаемого слоя почвы для произрастания многолетних трав должна быть не выше 90 % предельной полевой влагоемкости. Осушение естественных сенокосов на землях Гослесфонда проводится в основном сетью открытых каналов глубиной 0,8 - 1,0 м. Расстояние между каналами принимается по таблицам.

В период изысканий должны быть собраны материалы по качественной оценке заболоченных сенокосов и лугов, отражающие:

- а) видовой состав травостоя;
- б) степень закустаренности и заочкаренности.

В первые годы после осушения продуктивность некоторых заболоченных сенокосов, особенно с осоковыми травостоями, снижается. При проектировании мероприятий по окультуриванию таких земель натурные материалы позволяют подобрать устойчивые к создаваемому водному режиму травосмеси. Следует учитывать местный или зональный опыт.

Заболоченные лесные сенокосные угодья включают не заросшие кустарником пойменные земли, низинные осоковые, тростниковые и другие открытые болота. Объектами освоения под сенокосы могут быть также выработанные торфяники, богатые переходные болота, однако их освоение должно быть технически и экономически обосновано.

Простейшим мероприятием по улучшению естественного травостоя заболоченных сенокосов и условий заготовки сена является уничтожение закустаренности и кочек фрезерованием. Состав и технология работ зависят от условий конкретного участка. Эффективно проводить коренное окультуривание естественных сенокосов путем посева устойчивых и высокоурожайных многолетних трав.

В травосмеси включают 2-3 вида трав, что повышает их устойчивость и улучшает качество сена.

В лесостепной зоне на осушенных низинных болотах рекомендуется культивировать тимофеевку луговую, овсяницу луговую, лисохвост луговой, костер безостый, бобовые (клевер красный и розовый, люцерна рогатый, чину луговую, мышиный горошек).

На участках пойменных сенокосов и низинных болот, затапливаемых на длительное время, дают высокие урожаи канареечник тростникововидный, мятлик болотный.

Для долгосрочных сенокосов на осоково-луговых и осоководревесных болотах рекомендуют следующие примерные травосмеси:

- а) тимофеевка луговая – 15 кг и лисохвост луговой – 5 кг на 1 га;
- б) тимофеевка луговая – 15 кг и костер безостый – 7 кг на 1 га.

Вводить в долгосрочные смеси клевер не следует, так как он выпадает на второй-третий год пользования. При отсутствии семян для смешанных травостоев можно рекомендовать посев в чистом виде, например, тимофеевки луговой – 15 - 20 кг/га. В течение 5 - 6 лет пользования урожай трав может составлять 50 - 60 ц/га. При снижении его участок вновь фрезеруют в 2 - 3 следа с подсевом семян тимофеевки.

В проектах осушения следует указывать ожидаемую долгосрочность использования окультуренных сенокосов.

На низинных осоково-гипновых болотах злаковые смеси (тимофеевка, лисохвост, кострец и др.) без бобовых дают низкие урожаи, вследствие бедности почв легкоусвояемыми формами азота. Урожаи повышаются при внесении фосфорных и калийных удобрений с посевом бобовых трав. На низинных болотах (осушенных) в результате сплошного рядового посева по фону калийных и фосфорных удобрений можно получать по 3 - 5 ц/га семян тимофеевки, овсяницы луговой при двухлетнем пользовании и по 5 - 7 ц/га семян однолетнего райграса, 1,0 - 1,5 ц/га семян лисохвоста.

### **7. Удобрение осушаемых лесов**

Применение минеральных удобрений эффективно практически во всех типах осушаемых лесов. Непременным условием удобрения осушаемых лесов является хорошее состояние мелиоративной сети. Болотные леса можно удобрять только после их осушения.

В сосняках на верховых и переходных болотах и в ельниках на переходных болотах положительное влияние удобрений сказывается независимо от давности осушения.

В сосняках на низинных торфяных почвах применение минеральных удобрений целесообразно через 5-10 лет после осушения.

Удобряются осушаемые древостои средневозрастного, приспевающего и спелого возраста (последние за 5-15 лет до рубки) II - V классов бонитета, а также молодые лесные культуры на осушенных переходных и верховых торфяных почвах. Удобрение древостоев I класса бонитета неэффективно.

Минеральные удобрения можно вносить в талую землю в течение всего вегетационного периода, но желательно в первую половину его. Не рекомендуется вносить удобрения в зимний период.

При удобрении осушаемых лесов целесообразно использовать сплошное внесение туков (равномерное разбрасывание удобрений по площади). Существуют два способа внесения минеральных удобрений: механизированный и авиационный.

*Механизированный способ* внесения туков применяется в осушенных древостоях, где в ходе рубок ухода проложены через 30 - 50 м волоки для трелевки древесины.

*Авиационный способ* внесения туков используется на компактных осушенных объектах, площадь которых не менее 50 га, а максимальная дальность от места разгрузки самолета составляет 25 км.

Объект должен быть без открытых водоемов, прямоугольным (длина гона не менее 500 м). При расположении объекта на расстоянии более 25 км от аэродрома применение минеральных удобрений экономически нецелесообразно.

Внесение удобрений должно быть согласовано с органами охраны природы.

### **8. Охрана окружающей среды**

При производстве проектно-изыскательских работ по гидролесомелиорации охрана окружающей среды осуществляется проведением организационных, технических, лесохозяйственных и биотехнических мероприятий.

Организационные мероприятия на стадии схем заключаются в определении заинтересованными организациями и ведомствами объектов гидролесомелиорации, осушение которых целесообразно в условиях общей системы рационального природопользования. Согласование осуществляется:

- а) с местными административными органами для выявления на территории области заповедников, памятников природы, гидрологических заказников и пр.;
- б) областными органами Госохотинспекции для выявления заказников, ценных токовищ, мест поселения бобров и редкой болотной и водоплавающей фауны;
- в) территориальными управлениями рыбоохраны для выявления нерестоохраняемых зон и водоемов, где обитают ценные породы рыб;

г) областными филиалами института Гипроводхоз для выявления существующих и планируемых осушительных систем сельскохозяйственного назначения, а также возможной трансформации осушаемых земель Гослесфонда;

д) территориальными управлениями Госторффонда или институтом Гипроторф для выявления разрабатываемых, выработанных или перспективных торфоместорождений;

е) областными санитарно-эпидемиологическими станциями для выявления источников или участков водозабора для бытовых нужд, а также площадей, с которых возможен сброс вредных промышленных или сельскохозяйственных отходов;

ж) областными управлениями сельского и лесного хозяйства для выявления участков хозяйственно ценных болотных ягодников (клюквы, морошки и др.)

На стадии схемы перечисленные площади выявляются и учитываются с точностью квартала и исключаются из площади гидролесомелиоративного фонда, целесообразного для осушения.

В пояснительной записке к схеме на основании приложений оценивается возможное комплексное влияние гидролесомелиоративных мероприятий на побочное пользование, рыбное и охотничье хозяйство и приводится перечень технических, лесохозяйственных и биотехнических мероприятий, усиливающих положительное влияние гидролесомелиорации, предотвращающих или локализуемых возможные отрицательные последствия.

На стадии (рабочих) проектов организационно-технические мероприятия по охране природы и рациональному природопользованию включают:

а) выявление по согласованию с администрацией районов, лесхозами, обществами охраны природы на объекте изысканий небольших участков болотных ягодников, мест сбора лекарственных и технических трав;

б) выявление мест обитания ценных видов охотничьей фауны, гнездовий, токовищ и участков водотоков с наличием хозяйственно ценных видов рыб;

в) получение разрешения районной санэпидем станции на сброс воды с осушаемого объекта в намеченные участки водоприемника.

Технические мероприятия по охране природы при разработке рабочих проектов заключаются в устройстве отстойников в устьевых частях каналов, впадающих в водоприемник, водопоев, бродов, разравнивании отвалов с последующим посевом кормовых трав или плодовых кустарников. Состав, количество, расположение и размеры перечисленных сооружений устанавливаются в полевой период по согласованию с лесхозами, местными представителями органов охотинспекции и рыбоохраны, районными обществами охраны природы.

Природоохранные функции выполняют противопожарные мероприятия, а также крепления откосов, предохраняющие русла каналов от водной эрозии.

Для поддержания в естественном состоянии рек-водоприемников весенняя норма осушения рассчитывается через 3-4 недели после пика весеннего паводка. Минимальные глубины в реках водоприемниках на том участке, где они входят в состав лесоосушительной системы, сохраняются в естественных пределах.

Для сохранения озер на участке лесоосушения и прилегающих территориях оставляется защитная зона шириной не менее 100 м. Естественные водотоки, обеспечивающие приток вод в озеро, сохраняются. При невозможности обойти озеро в верхней части выходного канала устраивается шлюз-регулятор. При невозможности сохранения уровня воды в озере проектируется углубление дна, обеспечивающее естественную глубину озера.

Лесохозяйственные мероприятия по охране природы заключаются в лесовосстановлении и облесении не покрытых лесом и нелесных площадей – вырубок, гарей, прогалин, песков, выработанных торфяников.

Биотехнические мероприятия включают:

а) улучшение естественных болотных ягодников нарезкой дренажных борозд через 10 - 20 м на глубину до 0,5 м фрезерованием поверхности, улучшением светового режима, изреживанием древесно-кустарникового полога до полноты 0,5 м и ниже, уничтожением конкурирующих трав;

б) улучшение естественных лесных ягодников изреживанием древесного полога до полноты 0,6 - 0,7 и уничтожением конкурирующей растительности. Ягодник имеет хозяйственное значение, если его заросли в покрове превышают 10 %;

в) использование разровненных отвалов на трассах каналов для посева кормовых культур и посадки кустарников, имеющих кормовое значение;

г) очистка отвалов, сложенных песчаными грунтами, от растительного покрова для устройства порхалищ в местах обитания боровой дичи.

Состав, размещение и объемы биотехнических мероприятий устанавливаются в период полевых работ по согласованию с лесхозами, районными обществами охраны природы и местными представителями Госохотинспекции.

При разработке в проектах осушения раздела охраны окружающей среды должно быть:

-указано целевое назначение гидролесомелиоративных мероприятий;

-определено их влияние на прилегающие территории и в целом на лесное хозяйство, включая показатели повышения продуктивности лесов в различных лесорастительных условиях осушаемого участка;

-улучшение породного состава древостоев, условий облесения, лесовозобновления;

-улучшение продуктивности сенокосов и лугов, условий транспортного и противопожарного устройства участка мелиорации и прилегающих территорий, возможную трансформацию ягодников;

-условий обитания лесной фауны (хозяйственно ценных видов),

-изменение гидрологических условий.

*Результаты лабораторной работы:* студент должен освоить гидрологические и гидравлические расчеты осушительных систем и овладеть методами ведения лесного хозяйства и расчета экономической и лесоводственной эффективности осушения лесных земель.

#### **Список литературы.**

1. Алексеев, И. А. Фитопатологические древесиноведческие аспекты мелиорации лесных земель / И. А. Алексеев, Г. Н. Некрасова, О. И. Полубояринов // Тез. докл. VIII Всесоюз. конф., Таллин, 1988.

–Таллин: Изд-воАН СССР, 1988. – С.151–154.

2. Бабилов, Б. В. Гидротехнические мелиорации лесных земель / Б. В. Бабилов. – М.: Лесн. пром-сть, 1993. – 224 с.

3. Бабилов, Б. В. Гидротехнические мелиорации / Б. В. Бабилов. – СПб.: ЛТА, 2005. – 294 с.

4. Блинцов, И. К. Гидролесомелиорация: практикум / И. К. Блинцов, В. А. Ипатьев. – Минск: Вышэйш. шк., 1980. – 254 с.

5. Ефимов, В. Н. Торфяные почвы и их плодородие / В. Н. Ефимов. – Л.: Агропромиздат, Ленинградское отделение, 1986. – 264 с.

6.Книзе, А. А. Основные положения по ведению лесного хозяйства на осушенных землях / А. А. Книзе, Д. П. Столяров, Н. Н. Декатов // Ведение хозяйства на осушенных землях. – Л., 1986. – С.3–9.

7. Константинов, В. К. Эксплуатация лесоосушительных систем

- /В. К. Константинов. – М.: Лесн. пром-сть, 1979. – 152 с.
8. Константинов, В. К. Некоторые вопросы осушения болот с бедными торфами / В. К. Константинов, И. А. Юзепчук // Исследования по лесному хозяйству. – Псков, 1972. – С. 317–332.
9. Костяков, А. Н. Избранные труды. Т. 1 / А. Н. Костяков. – М.: Изд-вос.-х.лит., 1961. – 807 с.
10. Определение норм осушения при гидролесомелиорации / под общ. ред. Е. Д. Сабо – Л.: ЛенНИИЛХ, 1989. – 67 с.
12. Орлов, А. Я. Рост и жизнедеятельность сосны, ели и березы в условиях затопления корневых систем / А. Я. Орлов // Влияние избыточного увлажнения почв на продуктивность леса. – М., 1996. – С. 112–154.
13. Основные положения по гидролесомелиорации. – СПб.: СПбНИИЛХ, 1995. – 60 с.
14. Руководство по осушению лесных земель / Е. Д. Сабо и др. – М., 1985, 1986. – Ч. I-III. – 276 с.
15. Сабо, Е. Д. Справочник гидролесомелиоратора / Е. Д. Сабо, Ю. Н. Иванов, Д. А. Шатилло. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 200 с.
16. Сабо, Е. Д. О нормах осушения заболоченных лесов / Е. Д. Сабо // Повышение продуктивности заболоченных лесов. – Л., 1983. – С. 16–22.
17. Смоляк, Л. П. Болотные леса и их мелиорация / Л. П. Смоляк. – Минск: Наука и техника, 1969. – 212 с.
18. Технические указания по осушению лесных площадей. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 215 с.
19. Тимофеев, А. Ф. Повышение продуктивности лесов путем мелиорации / А. Ф. Тимофеев. – М.: Лесн. пром-сть, 1975. – 86 с.
20. Толковый словарь по почвоведению / под общ. ред. А. А. Роде. – М.: Наука, 1975. – 286 с.
21. Чиндяев, А. С. Лесоводственная эффективность осушения болотных лесов Среднего Урала / А. С. Чиндяев. – Екатеринбург: УГЛТА, 1995. – 186 с.
22. Шведов, Е. И. Гидротехнические мелиорации / Е. И. Шведов, А. В. Кусакин, Т. Е. Шведова. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – 150 с.
23. СНиП 2.06.03-85. Лесомелиоративные системы и сооружения. – М.: ЦИТП, Госстрой СССР, 1986. – 60 с.
24. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М.: Госстрой России, 2004. – 74 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1. Гидротехническая мелиорация земель .....	5
2. Гидрология и гидрометрия суши. Гидравлика .....	11
3. Современные достижения гидротехнической мелиорации в лесном хозяйстве .....	16
4. Виды орошения и способы увлажнения почвы. Оросительная система и ее элементы ..	20
5. Техника полива и проводящая оросительная сеть. Гидравлические расчеты .....	25
6. Использование вод местного стока для орошения в лесном хозяйстве .....	31
7. Категории осушаемых земель и объекты осушения. Способы и методы осушения. Гидролесомелиоративный фонд и перспективы его освоения .....	37
8. Гидравлические расчеты осушительных систем. Дренаж. Понятие, виды, устройство. Эффективность осушения дренажом .....	43
9. Ведение лесного хозяйства и охрана окружающей среды на осушаемых землях гидромелиоративного фонда .....	51

**РЕЦЕНЗИЯ**  
На учебно-методическое пособие по дисциплине  
«Гидротехническая мелиорация».  
Автор: Г.А. Сатаров.

Более 75% территории Российской Федерации находятся в зоне избыточного увлажнения, где осушительные мелиорации играют исключительную роль для рационального ведения лесохозяйственного производства. В результате этого территория Российской Федерации характеризуется значительной степенью заболоченности. Доля болот и прочих переувлажненных земель в лесном фонде в среднем превышает 20 %, в Поволжье -10 – 15%, а во многих районах Западной Сибири – 40-50 %. В этих условиях повышение производительности лесов на сегодня должно оставаться одной из главных задач лесного хозяйства. Дальнейшее хозяйственное освоение, а также охрана лесов от пожаров на таких землях, связанных в первую очередь со строительством лесных дорог. Без проведения мероприятий по гидротехнической мелиорации невозможно реализация поставленных задач.

Основные задачи современной гидротехнической мелиорации, определяемые прикладным характером учебной дисциплины, включают:

- повышение продуктивности лесного хозяйства;
- улучшение качества древесины путем проведения мелиоративных мероприятий;
- научная организация труда при проведении работ по гидротехнической мелиорации;
- разработка основ хозяйственного управления землями лесного фонда;
- развитие и укрепление экономики на базе рыночных отношений.

Для успешной реализации задач, стоящих перед лесоосушительной мелиорацией, необходимо знать закономерности развития заболачивания в разнообразных условиях среды, типы болот и заболоченных лесов, их географическое распространение, строение, состав и химические свойства торфяных почв, лесорастительные свойства болотных почв. Учебное пособие изложено на 64 страницах, состоит из введения и трех основных разделов. В общей сложности текст включает 8 таблиц, 18 рисунков и схем.

Первые три лабораторные работы посвящены описанию исторических аспектов возникновения гидротехнической мелиорации, гидрологии и гидрометрии суши, а также современным достижениям гидротехнической мелиорации в сельском и лесном хозяйстве РФ и Ульяновской области.

Следующие три лабораторные работы посвящены изучению типов орошения и способов увлажнения почвы; типов оросительных систем и ее элементов, техники полива и проводящей оросительной сети, а также использованию вод местного стока для орошения в лесном и сельском хозяйстве.

Три последующие лабораторные работы имеют отношение к категории осушаемых земель и объектов осушения, способов и методов осушения; гидромелиоративный фонд и перспективы его освоения, гидравлические расчеты осушительных систем; виды дренажа, их устройство, эффективность осушения дренажом, ведение лесного хозяйства и охрана окружающей среды на осушаемых землях гидромелиоративного фонда.

Учебно-методическое пособие характеризуется своей компактностью, лаконичностью и доступностью. Изложенный рукописный материал представляет интерес при подготовке кадров по направлению 35. 03. 01. «Лесное дело» уровень бакалавриата.

Заместитель директора по научной работе  
Ульяновского НИИСХ, доктор с.-х. наук

С.Н. Никитин



