

**КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ, ЭКОНОМИКИ И
ФИНАНСОВ**

Кафедра природообустройства и водопользования

О.В.ПАЛАГУШКИНА

ОСНОВЫ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА

Учебное пособие

Казань - 2023

УДК 504.062.2

***Печатается по решению
Учебно-методической комиссии ИУЭФ КФУ
(протокол № 9 от 20 апреля 2023 г.)***

Рецензенты:

Кандидат биологических наук, доцент кафедры природообустройства и водопользования, Института управления, экономики и финансов КФУ **Замалетдинов Р.И.**

Кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и общей биологии Института фундаментальной медицины и биологии КФУ **Фролова Л.А.**

Палагушкина О.В.

Основы природообустройства /автор-составитель О.В. Палагушкина. - Казань: КФУ, 2023.- 95 с.

Учебное пособие предназначено для студентов кафедры природообустройства и водопользования Института управления, экономики и финансов КФУ, изучающих курс «Природно-техногенные комплексы и основы природообустройства» (бакалавры по направлению 20.03.02 «Природообустройство и водопользование», профиль «Природообустройство», 3 курс) и для студентов естественно - географического направления. Учебное пособие содержит общие принципы природообустройства, необходимость геосистемного (ландшафтного) подхода, освещает общие вопросы мелиорации и рекультивации земель, вытекающие из принципов природообустройства. Пособие частично освещает содержание указанной учебной дисциплины, отражая теоретический материал по основам природообустройства, который читается Палагушкиной О.В.

© автор-составитель Палагушкина О.В., 2023
© Издательство Казанского университета, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА	6
1.1 Основные принципы природообустройства	9
Контрольные вопросы по теме	14
2. ГЕОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ. ОСНОВНЫЕ ЛАНДШАФТНЫЕ ЗОНЫ МИРА. ВИДЫ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА	15
2.1 Основные географические зоны и ландшафты, встречающиеся в мире и в Российской Федерации.	15
Зона арктических и антарктических пустынь	15
Контрольные вопросы по теме	24
2.2 Виды природообустройства - мелиорация, рекультивация.	24
2.2.1 Мелиорация как вид природообустройства	25
2.2.2 Негативные экологические последствия орошения	28
Осушительная гидромелиорация или дренаж.....	31
Противопаводковая гидромелиорация	33
Противоселевая гидромелиорация	36
Противоэрозионная гидромелиорация	42
Противооползневая гидромелиорация.....	44
2.2.3 Химическая мелиорация.....	48
2.2.4 Лесомелиорация земель.....	51
2.2.5 Агротехническая мелиорация земель	57
Контрольные вопросы по теме	58

2.3 Рекультивация земель как направление природообустройства....	59
Контрольные вопросы по теме	71
2.3.1 Рекультивация загрязненных земель	71
Рекультивация земель, загрязненных нефтью.	72
Рекультивация земель, загрязненных пестицидами.....	76
Рекультивация земель, загрязненных тяжелыми металлами	77
2.3.2 Система хранения отходов (полигоны твердых бытовых отходов (ТБО)) и их рекультивация.....	82
Закрытие полигона и передача участка под дальнейшее использование.....	88
Контрольные вопросы по теме	90
ЛИТЕРАТУРА	Ошибка! Закладка не определена.

ВВЕДЕНИЕ

Разнообразную деятельность по преобразованию и восстановлению природных компонентов ученые предложили объединить одним широким понятием «природообустройство», что позволило выработать общие подходы к модификации свойств природных компонентов, согласованию природопользования с природообустройством, сформулировать общие требования к природообустройству, обеспечивающие сохранение и воспроизводство природных ресурсов, гармоничное развитие человеческого общества и окружающей среды. Природообустройство в настоящее время стало общепринятым направлением в подготовке специалистов, формируется как самостоятельное научное направление, в котором познаются общие закономерности создания и управления природно-техногенными комплексами.

Предлагаемые тексты некоторых лекций, читаемых по дисциплине "Природно-техногенные комплексы и основы природообустройства" являются продуманной, проверенной на практике подборкой информации из многих литературных источников и сконцентрированы на основах природообустройства. Данное учебное пособие подготовлено для облегчения образовательного процесса по дисциплине "Природно-техногенные комплексы и основы природообустройства", целью которой является овладение знаниями об основных направлениях природообустройства и способах их реализации на практике.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- виды природообустройства и природно-техногенных комплексов, возникающих при природообустройстве в виде инженерно-мелиоративных, инженерно-экологических, противостихийных систем, инженерных системах рекультивации

земель, систем регулирования речного стока, систем хранения отходов.

2) Уметь:

- анализировать и оценивать состояние природной среды, устанавливать причины его несоответствия современным требованиям, обосновывать экологическую и экономическую целесообразность различных видов природообустройства, организовывать мониторинг природных объектов и природно-техногенных комплексов.

3) Владеть:

- навыками расчета и прогнозирования процессов в геосистемах, оценки устойчивого развития и экологической безопасности природно-техногенных комплексов и процессов природообустройства.

Освоение всех компетенций возможно только опираясь на базовые представления о природообустройстве.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА

Человек, находясь в постоянных взаимодействиях с природой, свои деятельностные отношения к ней реализует в виде: **природоведения** – которое состоит в познании объективных законов возникновения, развития, функционирования отдельных компонентов природы и их совокупности в виде природно-территориальных комплексов или

геосистем различного ранга; **природопользования** – состоящего в извлечении из природных объектов вещества, энергии и информации; использовании природных систем для размещения антропогенных объектов (населенных пунктов, объектов промышленности, транспорта, связи, природообустройства, обороны); для размещения отходов антропогенной деятельности (газообразных, жидких, твердых, органических и неорганических); **природообустройства** – которое является особым видом деятельности, заключающемся в улучшении (мелиорации) компонентов природы для повышения их потребительской стоимости, восстановлении (рекультивации) нарушенных компонентов и защите их от негативных последствий природопользования (Голованов с соавт., 2015).

Целью природообустройства является достижение гармоничных отношений между человеком и природой.

Объектом природообустройства является геосистема такого ранга, в пределах которой непосредственно проявляются осуществляемые человеком преобразования для целей конкретного природопользования.

Природообустройство является одним из важных элементов национальной безопасности страны, которая складывается из экономической (финансовой, природоресурсной, энергетической), экологической (защищенность от природных стихий, от негативных последствий деятельности человека), социальной (продовольственной, в сфере здравоохранения, в сфере прав человека), политической (внутри- и внешнеполитической, военной) и информационной составляющих (Голованов с соавт., 2015).

Природообустройство выделяет и работает со следующими подсистемами окружающей среды:

- а) собственно природной средой,
- б) квазиприродной, т.е. модифицированной человеком природной средой,
- в) искусственной или артеприродной средой

г) социальной средой.

Под собственно природной средой подразумеваются факторы и условия существования естественного происхождения.

Под факторами подразумеваются материальные, энергетические и информационные компоненты, обеспечивающие жизнь.

Под условиями – обстоятельства, в которых развивается жизнь.

Факторы и условия существования естественного происхождения имеют свойства самоподдержания и саморегуляции, что происходит без постоянного вмешательства человека. Примерами таких подсистем являются естественные экосистемы - моря, озера, реки, океаны, тундры, степи, лес и другое.

Квазиприродной средой называют преобразованные человеком территории - это внедренные в природную среду культурные растения, грунтовые дороги, зеленые насаждения (сельхозугодия, сады, парки, газоны, бульвары), водохранилища на реках, каналы в земляном русле и т.п.). Эти элементы имеют природное происхождение, но, являясь инородными для конкретных природных объектов, не обладают системным самоподдержанием.

Артеприродной средой называют весь искусственный мир, созданный человеком для удовлетворения своих потребностей. Этот мир не имеет аналогов в естественной природе, чужд ей и разрушается без непрерывного поддержания и обновления со стороны человека. В качестве примеров такого вида среды можно привести города со зданиями, сооружениями, дорогами с твердым покрытием, трубопроводы, бетонированные каналы, искусственные водоемы (бассейны) и т.п. Их долговременное существование возможно только при поддержке человеком.

Квазиприродная и артеприродная среды не существуют изолированно, человек их встраивает в природные системы, образуя техноприродные или социоприродные системы (Голованов с соавт., 2015).

Социальная среда представляется как совокупность материальных,

экономических, социальных, политических и духовных условий существования и деятельности индивидов и социальных групп. Социальная среда интегрируется с природной, квазиприродной и артеприродной средами, формируя понятие «качество среды».

Объектом природообустройства является геосистема такого ранга, в пределах которой непосредственно проявляются осуществляемые человеком преобразования для целей конкретного использования.

Что же называют геосистемой? **Географическая система (геосистема)** – это совокупность взаимосвязанных компонентов географической оболочки, объединённых потоками вещества, энергии и информации. При осуществлении преобразований необходимо отслеживать ближние и дальние последствия влияния работ по природообустройству на геосистемы. Проведение работ по природообустройству должно проводиться в соответствии с его принципами (Хамидов с соавт., 2008).

1.1 Основные принципы природообустройства

1. **Принцип целостности** заключается в том, что природные объекты, подвергающиеся обустройству или использованию надо рассматривать как единые геосистемы различного ранга; при этом объектом природообустройства должен быть не отдельный ресурс или компонент природы, а геосистема определенного ранга, т.е. в природообустройстве необходим геосистемный или ландшафтный подход (Голованов с соавт., 2015).

2. **Принцип сбалансированности** выражается в ведении хозяйственной деятельности на обустроенной территории в соответствии с ресурсными и экологическими возможностями природных систем. Несоблюдение этого принципа может привести к появлению серьезных экологических проблем, как это случилось с Аральским морем. При проведении мелиоративных работ в бассейнах рек Амурья и Сырдарья был нарушен этот принцип. В итоге вода, которую эти реки несли в Аральское море, перестала в него поступать. Результатом нарушения принципа сбалансированности

привело к исчезновению крупного водного объекта – Аральского моря и появлению новых экологических, экономических и социальных проблем, которые сильно изменили жизнь в Аральском регионе ([https://ru.wikipedia.org/wiki/Аральское море](https://ru.wikipedia.org/wiki/Аральское_море)).

3. Принцип природных аналогий, т.е. применение направлений и технологий природообустройства, которые по возможности воспроизводят естественные процессы функционирования геосистем (Голованов с соавт., 2015).

В качестве хорошего примера создания объекта природообустройства в соответствии с этим принципом можно назвать Тржбоньскую прудовую систему, расположенную в Южной Чехии на равнине между Йиндржиховым Градцем, Табором и Чешскими Будейовицами (рис.1). Здесь в долинах двух крупных рек Влтава, Эльба и их притоков, находятся более 500 сотни рыбоводных прудов и каналов, образующих 16 систем. Начало сооружений этих прудов датируется XIV веком. Рыборазведение на этой территории ведется в соответствие с природными циклами и гидрологическими фазами рек. Во время половодья рыбоводные пруды заполняются водой. В прудах до осени выращивается рыба. В осенний период пруды освобождаются от воды после вылавливания товарной рыбы. Соответствие деятельности человека принципу природных аналогий позволяет более 500 лет поддерживать существование этой прудовой системы. Охраняемый природный заповедник «Тржебоньская область» включена во Всемирную сеть биосферных заповедников ЮНЕСКО (<https://www.visitczechrepublic.com/ru-RU/63ec2e15-86c4-40b4-875d-5a1363f35375/place/c-trebon-pond-system>).



Рис.1. Вид на Тржбоньскую прудовую систему с высоты птичьего полета

4. **Принцип адекватности воздействий:** управление измененными природными системами должно строиться на основе прямых и обратных связей, т.е. техногенные системы, встроенные в природные должны оборудоваться средствами получения и обработки информации о состоянии природных систем, а также блоками по выработке управляющих сигналов и их реализации. Все это необходимо для минимизации аварийных ситуаций на объектах природообустройства (Голованов с соавт., 2015).

5. **Принцип гармонизации круговоротов:** нахождение наилучшего сочетания антропогенного и природного круговоротов веществ и энергии;

6. **Принцип предсказуемости** проявляется в том, что природообустройство должно опираться на достоверные количественные долголетние прогнозы изменения как на функционирование природных систем под действием управляющих

воздействий, так и на прогнозы изменения экономической и социальной обстановки.

Устойчивость техноприродных систем всегда вступает в противоречие с устойчивостью измененной природной системы.

Природная система старается возвратиться в «первобытное» состояние, в случае техно-природных систем гарантом устойчивости является человек (Голованов с соавт., 2015).

Измененные человеком геосистемы, как правило, менее устойчивы, чем первичные, поскольку естественный механизм саморегулирования в них нарушен.

Степень изменения ландшафта зависит от того, какие компоненты подверглись модификации или даже разрушению. Обычно в структуре ландшафта выделяют первичные и вторичные компоненты. Первичные (формирующие облик ландшафта) - геологический фундамент и свойства воздушных масс, т.е. климат; первичные компоненты изменить человеку трудней всего.

К вторичным компонентам относятся растительный покров, почвы, поверхностные воды; эти компоненты легко нарушаются, но в то же время легче восстанавливаются.

Предлагаем классификацию ландшафтов по степени изменения их первичных и вторичных компонентов.

1. Условно неизменные ландшафты - те, которые не подверглись непосредственному хозяйственному использованию и воздействию. Таких ландшафтов осталось очень мало, потому что большая их часть находится в суровых климатических условиях, некомфортных для проживания человека.

2. Слабоизмененные ландшафты - подвергаются преимущественно экстенсивному хозяйственному воздействию (в виде охоты, рыбной ловли, выборочной рубке леса). В результате такого воздействия оказываются частично затронутыми отдельные «вторичные» компоненты ландшафта

(растительный покров, фауна), но основные природные связи в геосистеме не нарушены;

3. **Среднеизмененные ландшафты** – в них необратимая трансформация затронула некоторые вторичные компоненты, особенно растительный и почвенный покров;
4. **Сильно измененные ландшафты** – это ландшафты, которые подверглись интенсивному воздействию, затронувшему и вторичные, и первичные компоненты (растительность, почвы, воды и даже массы твердой земной коры), что привело к существенному, часто необратимому, нарушению его структуры (рис.2) (Хамидов с соавт., 2008).
5. **Культурные ландшафты** - в них структура рационально изменена в интересах человека (рис.3).



Рис. 2. Пример сильно измененного ландшафта – карьер по открытой добыче алмазной руды



Рис. 3. Пример культурного ландшафта

Контрольные вопросы по теме

1. Природоведение, природопользование, природообустройство как деятельностные отношения человека по отношению к окружающей его природе.
2. Определение геосистемы (ландшафты) как объекта природообустройства.
3. Определение природообустройства.
4. Подсистемы окружающей среды - собственно природная среда, квазиприродная среда, артеприродная среда, социальная среда.
5. Принципы природообустройства.
6. Измененные геосистемы. Устойчивость техноприродных систем.
7. Первичные и вторичные компоненты ландшафта. Классификация ландшафтов по степени их изменения.

2. ГЕОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ. ОСНОВНЫЕ ЛАНДШАФТНЫЕ ЗОНЫ МИРА. ВИДЫ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА

Напомним, что в природообустройстве элементарной единицей преобразований является геосистема как пространственно-временной комплекс всех компонентов природы, взаимообусловленных в своем размещении и развивающихся как единое целое.

Планета Земля может рассматриваться как глобальная геосистема; суша глобальной геосистемы Земля состоит из: ландшафтных зон; ландшафтных стран; ландшафтных областей; ландшафтных провинций; ландшафтного округа; ландшафта.

Ландшафты в свою очередь делятся на: местности, урочища и фации. От иерархического уровня геосистемы зависит её внутренняя неоднородность, разнообразие, устойчивость, изменчивость. Наиболее изменчивыми являются наименьшие геосистемы – фации (Лунева с соавт., 2020).

Географическая зональность – основная закономерность распределения ландшафтов на поверхности Земли, состоящая в последовательной смене природных зон, обусловленной характером распределения солнечной энергии по широтам и неравномерностью увлажнения.

Географической зональности подчинены процессы в атмосфере, гидросфере, экзогенные процессы образования рельефа, образование почв и изменение биосферы. В горах на зональность накладывается и замещает ее высотная поясность (Недикова, Постолов, 2014).

2.1 Основные географические зоны и ландшафты, встречающиеся в мире и в Российской Федерации.

Зона арктических и антарктических пустынь

Температуры воздуха этой зоны постоянно очень низкие (-60 гр., в

среднем – 30 гр., летом в июле +4 градуса, мало осадков – 400 мм в год). На редких свободных ото льда участках суши - каменных пустынях (в Антарктиде они называются оазисами), скудная растительность представлена лишайниками и мхами, цветковые растения редки (в Антарктиде обнаружено всего два вида (рис.4,5), почвы практически отсутствуют.



Рис. 4. Луговик антарктический, Автор: Lomvi2 - собственная работа, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10372682>



Рис. 5. Колобантус кито, Автор: Liam Quinn - Flickr: Antarctic Pearlwort, CC BY-SA 2.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15525940>

Зона тундр - распространена в арктическом и субарктическом поясах, образует полосу шириной 300-500 км, протягивающуюся вдоль северных побережий Евразии и Северной Америки и островам Северного Ледовитого океана (рис.6). В Южном полушарии участки с тундровой растительностью встречаются на некоторых островах близ Антарктиды.



Рис. 6. Распространение зоны тундр в Северном полушарии
(коричневый цвет)

Климат суровый с сильными ветрами, снежный покров держится до 7-9 месяцев, длинная полярная ночь сменяется коротким и влажным летом (летние температуры не превышают +10 °C). Осадков выпадает немного - 200-400 мм в год, в основном в твердом виде, но и они не успевают испаряться, и для тундры характерно избыточное увлажнение, обилие озер и болот, чему способствует и повсеместно распространенная вечная мерзлота (рис.7).



Рис. 7. Полигональные озера формируют типичный тундровый ландшафт

Главная отличительная особенность тундры - безлесье, преобладание разреженного мохово-лишайникового, местами травяного, покрова; в южных частях с кустарничками и кустарниками карликовых и стелящихся форм. Почвы - тундрово-глеевые (Лунева с соавт., 2020).

Зона лесотундр и редколесий - это переходная зона, для которой

характерно чередование безлесных тундровых участков и лесов (редколесий), сочетает в себе признаки тундры и лесотундры. Тундровые природные комплексы характерны для водораздельных пространств, редколесья забираются на север по речным долинам. К югу площади, занятые лесами, увеличиваются.

В Южном полушарии (субантарктический пояс) место лесотундры на островах (например, Южная Георгия) занимают злаково-разнотравные океанические луга на дерново-глеевых почвах.

Лесная зона - в Северном полушарии включает подзоны тайги, смешанных и широколиственных лесов, в Южном полушарии представлена только подзона смешанных и широколиственных лесов.

В таёжной подзоне Северного полушария климат варьирует от морского до резко континентального. Лето теплое, +10-20 °С, суровость зимы увеличивается с удалением от океана (в Восточной Сибири до -50 °С), а количество осадков уменьшается (от 600 до 200 мм) (рис.8).



Рис. 8. Таежный участок лесной зоны

Количество осадков превосходит испаряемость, и водоразделы часто заболочены, реки многоводны. Преобладают бедные по видовому составу темнохвойные (из ели и пихты) и светлохвойные (из лиственницы в Сибири, где распространены многолетнемерзлые грунты) леса с примесью мелколиственных пород (береза, осина) и сосны, на востоке Евразии – кедровой сосны. Почвы подзолистые и мерзлотно-таежные.

Подзона смешанных и широколиственных лесов (иногда выделяют две самостоятельные подзоны) распространена преимущественно в приокеанических и переходных поясах материков. Средние июльские температуры достигают +13-23 градуса, январские – не ниже -10 градусов, влажность – не менее 500 мм в год.

В Южном полушарии эта подзона занимает небольшие площади, зима здесь значительно теплее и снежный покров образуется не повсеместно. Хвойно-широколиственные леса в Северном полушарии на дерново-подзолистых почвах сменяются во внутренних частях материков хвойно-мелколиственными и мелколиственными лесами (с мелкими листовыми пластинками – береза, осина, ольха), а южнее (в Северной Америке) или западнее (в Европе) широколиственными из дуба, клена, липы, ясеня, бука и граба на серых лесных почвах (Лунева с соавт., 2020).

Лесостепь - переходная природная зона Северного полушария, с чередованием лесных и степных природных комплексов. Климат умеренно-континентальный, средняя температура января – минус 7-10 градусов, июля + 18,5-23 градуса, влажность – 600 мм.

По характеру естественной растительности различают лесостепи с широколиственными и хвойно-мелколиственными лесами и прерии. Почвы – черноземы.

Прерии рассматривают как подзону лесостепи (либо как подзона степи) с обильным увлажнением (до 700-800 мм в год),

протягивающуюся вдоль восточных побережий Скалистых гор в США и Канаде с высокотравьем на черноземовидных почвах. Естественная растительность здесь практически не сохранилась. Сходные ландшафты свойственны субтропикам восточных районов Южной Америки и Восточной Азии.

Степь - эта природная зона распространена в северном умеренном или обоих субтропических географических поясах и представляет собой безлесные пространства с травянистой растительностью.

Произрастанию древесной растительности здесь в отличие от тундр препятствуют не низкие температуры (температуры зимних месяцев от 0 до -20 градусов, летних – плюс 20-28 градусов), а недостаток влаги (250-450 мм в год). Деревья могут расти лишь по долинам рек (так называемые галерейные леса), в крупных эрозионных формах, например, балках, собирающих воду с окружающих междуречных пространств.

Сейчас большая часть зоны распахана, в субтропическом поясе развивается орошаемое земледелие и пастбищное скотоводство. На распахиваемых землях сильно развита эрозия почв. Естественная растительность представлена засухо- и морозоустойчивыми травянистыми растениями с господством дерновинных злаков (ковыль, типчак, тонконог) (рис.9, 10).



Рис. 9. Цветение тюльпанов в степи



Рис. 10. Ковыльная степь

Почвы плодородные в виде черноземов, темно-каштановых и каштановых в умеренном поясе; коричневых, серо-коричневых, местами засоленных в субтропическом поясе.

Субтропическая степь в Южной Америке (Аргентина, Уругвай) называется пампой (т. е. равниной – в переводе на язык индейцев кечуа) (Лунева с соавт., 2020).

Пустыни.

Эти природные зоны распространены в шести географических поясах - умеренном, субтропическом и тропическом по обеим сторонам от экватора, осадков выпадает мало - в 10-30 раз меньше испаряемости (100-300 мм в год) при средней температуре теплого периода плюс 20-25 градусов (рис.11).



Рис. 11. Пустынный ландшафт

Травянистый покров редкий, почвы развиты слабо. Большое значение приобретают в таких условиях горные породы, слагающие территорию, и в зависимости от них различают глинистые пустыни (их называют такыры в Азии), каменистые (гамады – в Сахаре в Африке, Средней Азии и Австралии), песчаные (пустыня Тар в Индии и Пакистане, Северо-Американские пустыни).

В умеренном поясе пустыни формируются в районах с резко-континентальным климатом, субтропические и тропические пустыни обязаны своим существованием постоянным барическим максимумам 20-30° широт (там формируется область повышенного давления).

Редкие участки повышенного увлажнения (в виде высокого уровня грунтовых вод, выходов источников, орошения из ближайших рек, озер, колодцев и т. п.) становятся центрами сосредоточения населения, произрастания древесной, кустарниковой и травянистой растительности называются оазисами (рис.12).



Рис. 12. Оазис в пустыне

Иногда такие оазисы занимают обширные пространства (например, долина Нила раскинулась на десятки тыс. га) (Лунева с соавт., 2020).

Контрольные вопросы по теме

1. Что такое географическая зональность?
2. Что такое ландшафт? Влияние климата на формирование ландшафта.
3. Характеристика зоны арктических и антарктических пустынь.
4. Характеристика зоны тундр.
5. Зона лесотундр и редколесий - краткая характеристика.
6. Характеристика лесной зоны, ее деление на подзоны.
7. Характеристика лесостепной зоны.
8. Характеристика степной зоны.
9. Характеристика зоны пустынь.

2.2 Виды природообустройства - мелиорация, рекультивация.

2.2.1 Мелиорация как вид природообустройства

Мелиорация (лат. *melioratio* — улучшение) это комплекс организационно-хозяйственных и технических мероприятий по улучшению гидрологических, почвенных и агроклиматических условий с целью повышения эффективности использования земельных и водных ресурсов для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур (Голованов с соавт., 2015).

Различают следующие типы мелиорации земель

1. гидромелиорация;
2. химическая мелиорация;
3. лесомелиорация;
4. агротехническая мелиорация.

Гидромелиорация традиционно представлена следующими видами: оросительной, осушительной, противопаводковой, противоселевой, противоэрозионной, противооползневой.

Оросительная гидромелиорация

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

Орошение применяется в самых различных климатических зонах.

Наибольшая потребность в орошении наблюдается в регионах с жарким сухим (аридным) климатом, характеризующихся малым количеством осадков (200—300 мм в год). Данный климат типичен для государств Средней Азии, где основной культурой, выращиваемой с помощью орошения, является хлопчатник. В России к подобным землям можно отнести территории Астраханской и Волгоградской областей, Республики Калмыкия.

Наибольшая площадь орошаемых земель отмечается в Индии, на второй позиции находится Китай, третье место принадлежит США.

СССР до 1983 г. занимал четвертую позицию (табл.1).

Таблица 1

Распределение площадей орошаемых земель по странам-лидерам

Страна	Площадь орошаемых земель, млн.га
Индия	57
Китай	48
США	25
СССР (1983 г.)	19

Гидромелиорация осуществляется путём строительства инженерных гидротехнических сооружений. Предварительно проводится обводнение территории (осуществляется это через строительство водозаборов, колодцев, каналов, прудов или водохранилищ), так как постоянная транспортировка требуемых для орошения объёмов воды чрезвычайно неэффективна и дорогостояща. С помощью обводнения обеспечивается поступление воды естественным ходом, что позволяет её использовать в дальнейшем непосредственно в оросительных системах (Голованов с соавт., 2015).

Хотелось бы в качестве примеров рассказать о трех значимых оросительных проектах, реализованных в период существования Советского Союза.

1. Большой Ферганский канал

В период с 1938 по 1941 гг. был построен Большой Ферганский канал им. Усмана Юсупова (им.Сталина) в Узбекистане, Кыргызстане, Таджикистане. Вода для орошения берется из рек Нарын и Карадарья. Общая длина канала составляет 350 км и включает два тракта: верхний Нарынский (44 км) и нижний Карадарьинский (301 км). На территорию Узбекистана приходится 283 км, на территорию Кыргызстана — 12 км, на территорию Таджикистана — 62 км. Нормальный расход воды в канале составляет 180 м³/с, расход воды

при наиболее быстром пропуске — 211 м³/с. Для эффективной работы на Большом Ферганском канале было построено свыше 1000 гидротехнических сооружений, из них - 9 плотин, 258 водовыпусков, 7 водосбросов, 8 акведуков, 101 мост для транспортных магистралей. Благодаря постройке Большого Ферганского канала значительно возрос объём орошения в Ферганской долине. В регионе был удвоен сбор хлопчатника ([https://ru.wikipedia.org/wiki/Большой Ферганский канал](https://ru.wikipedia.org/wiki/Большой_Ферганский_канал)).

2. Самур-Дивичинский (Самур-Апшеронский) канал транспортирует воду из реки Самур, которая является второй по величине рекой в Дагестане, в Азербайджан. То есть, канал начинается от реки Самур и заканчивается на северо-западе Апшеронского полуострова. Это оросительно-обводнительный канал, был построен в 1938—1940 годах для водоснабжения г.Баку и Апшеронского полуострова. Общая протяженность канала - 182 км, состоит из двух участков — Самур-Дивичинского протяжённостью 108 км, и Апшеронского длиной 74 км. Состоит из гидроузла на реке Самур, двух каналов, Джейранбатанского водохранилища, магистрального канала к поселку Зыря и оросительной сетью на Апшеронском полуострове, с орошением 100 тыс. га земель. В 1960—65 гг. была проведена реконструкция канала ([https://ru.wikipedia.org/wiki/ Самур-Апшеронский канал](https://ru.wikipedia.org/wiki/Самур-Апшеронский_канал)).

3. Большой Гиссарский канал в Таджикистане Этот самый крупный в стране водный объект был построен в 1940—1942 годах с целью улучшения гидрологических, почвенных и агроклиматических условий, а также повышения эффективности использования земельных и водных ресурсов для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур ряда районов республиканского подчинения Таджикистана и Сурхандарьинской области Узбекистана, расположенных в Гиссарской долине. Соединяет реку Варзоб с рекой Каратаг ([https://ru.wikipedia.org/wiki/Большой Гиссарский канал](https://ru.wikipedia.org/wiki/Большой_Гиссарский_канал)).

В зависимости от местной ситуации возможны разные способы проведения орошений: орошение площади угодий целиком (характерно для засушливого климата), либо отдельных участков определённых культур (характерно для более влажных климатических районов). По частоте проведения орошение может осуществляться единожды за год (так называемое лиманное орошение), при котором в почве создаётся необходимый запас воды, используемый растениями в течение года, или же орошение может производиться постоянно.

Необходимое количество воды определяется режимом орошения.

Режим орошения - это необходимое количества воды, требуемое для проведения оросительных работ с максимальной эффективностью. Для этого учитывают как местные климатические условия, так и вид орошаемых растений, и требуемые условия для максимального произрастания и количества воды в разные периоды роста.

Для успешного расчета необходимо знать фазы развития той или иной культуры и обеспечивать требуемые условия для каждой из фаз. У большинства растений можно выделить следующие фазы роста: прорастание, кущение, цветение и созревание. Каждая фаза развития требует своего количества воды. Наиболее водозатратной для злаковых культур является фаза кущения, для хлопчатника — фаза цветения.

Также различают поливную норму как количество воды, требуемое сельскохозяйственной культуре на один полив, и оросительную норму — весь объём воды на период орошения.

2.2.2 Негативные экологические последствия орошения

Негативные экологические последствия орошения выражаются в ирригационной эрозии и накоплении агроирригационного культурного горизонта почв; вторичном засолении грунта и почвы (из-за подъема уровня грунтовых вод); заболачивании грунта и почвы (при отсутствии системы дренажа избыточной воды); загрязнении поверхностных и подземных вод; в обмелении рек; оседании рельефа

местности (Хамидов с соавт., 2008).

Одним из распространенных способов очистки земель, засоленных и загрязненных пестицидами, является их промывка. При этом формируются большие объёмы загрязненных вод с высоким уровнем минерализации. Основным методом борьбы с минерализованными водами это их накопление в понижениях рельефа с последующим расходом воды на испарение и использованием твердого осадка в народном хозяйстве. Как, например, Сарыкамышское озеро. Это бессточное горько-солёное озеро находится в центральной части Сарыкамышской котловины, в Туркмении и Узбекистане, примерно посередине между Каспийским и бывшим Аральским морями. В озеро поступают промывные воды с хлопковых плантаций. В этой "промывочной" воде растворяются пестициды, оставшиеся в почве после уборки урожая. С начала 1960-х годов Сарыкамышское озеро наполняется коллекторно-дренажными водами и водами от промывки плантаций хлопчатника. К 1977 году площадь поверхности озера составляла около 1500 км², солёность воды равнялась примерно 7 ‰, ежегодно в озеро поступало до 4 км³ воды. Глубина максимальная достигает 40 м, средняя – 8 м. К 1985 году площадь поверхности выросла до 3200 км². Когда установился относительно постоянный уровень воды, солёность стала расти и достигла 15—20 ‰. Тип воды характеризуется как хлоридно-натриевый. В озере развит рыбный промысел (вылавливаются сазаны, судаки, сомы). Также дальнейшее использование таких вод может быть через искусственное опреснение (Хамидов с соавт., 2008, [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сарыкамышское озеро](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сарыкамышское_озеро)) (рис.13).



Рис. 13. Местоположение Сарыкамышского озера

Другим примером хранения накопленных минерализованных вод может служить озеро Айдаркуль. Оно находится посреди пустыни Кызылкум на границе Казахстана и Узбекистана. Катастрофические сбросы воды из р.Сырдарья осенью-весной 1968-1969 годов в соседнем Казахстане, а также коллекторные сбросы с орошаемых территорий в Аргасайскую долину объединили три маленьких по величине озера Тузкон, Айдар и Арнасай, образовали Айдар-Арнасайскую озёрную систему, известную сегодня, как озеро Айдаркуль. В настоящее время его длина составляет 250 км, а общий объём воды – 44,1 км³. Северная часть озера относительно неглубокая

– всего 10-12 метров, а глубокие места достигают 26-40 метров. На озере обитают около 100 видов представителей флоры и фауны, некоторые из которых занесены в региональную Красную книгу. Озеро имеет рыбопромысловое значение, здесь обитают сазаны, жерехи, карпы, судаки ([https://ru.wikipedia.org/wiki/ Айдаркуль](https://ru.wikipedia.org/wiki/Айдаркуль)).

Также орошение может быть весьма эффективным в субаридных областях. Климат в таких областях более благоприятный, чем в аридных зонах, однако раз в несколько лет здесь случаются засушливые периоды, что может наносить большой ущерб сельскому хозяйству.

Орошение здесь служит не столько для создания возможности произрастания, сколько для выравнивания колебаний объёма получаемой продукции по годам и более эффективного использования земель с возможностью снимать урожай несколько раз в год. Определяющими к выращиванию культурами являются кормовые и зерновые.

Осушительная гидромелиорация или дренаж

Дрена́ж (фр. drainage) это либо естественное, либо искусственное удаление воды с поверхности земли, либо понижение уровня подземных вод.

Для устройства дренажа разрабатывается проект дренажной системы (рис.14).

В соответствии с ним определяется места расположения дрен, глубина их залегания, уклоны, устройство каналов, подбор комплектующих изделий и материалов.

В зависимости от уровня залегания грунтовых вод, приводящих к увлажнению территории, может быть выполнен дренаж поверхности участка или глубинный дренаж (Недикова, Постолов, 2014).

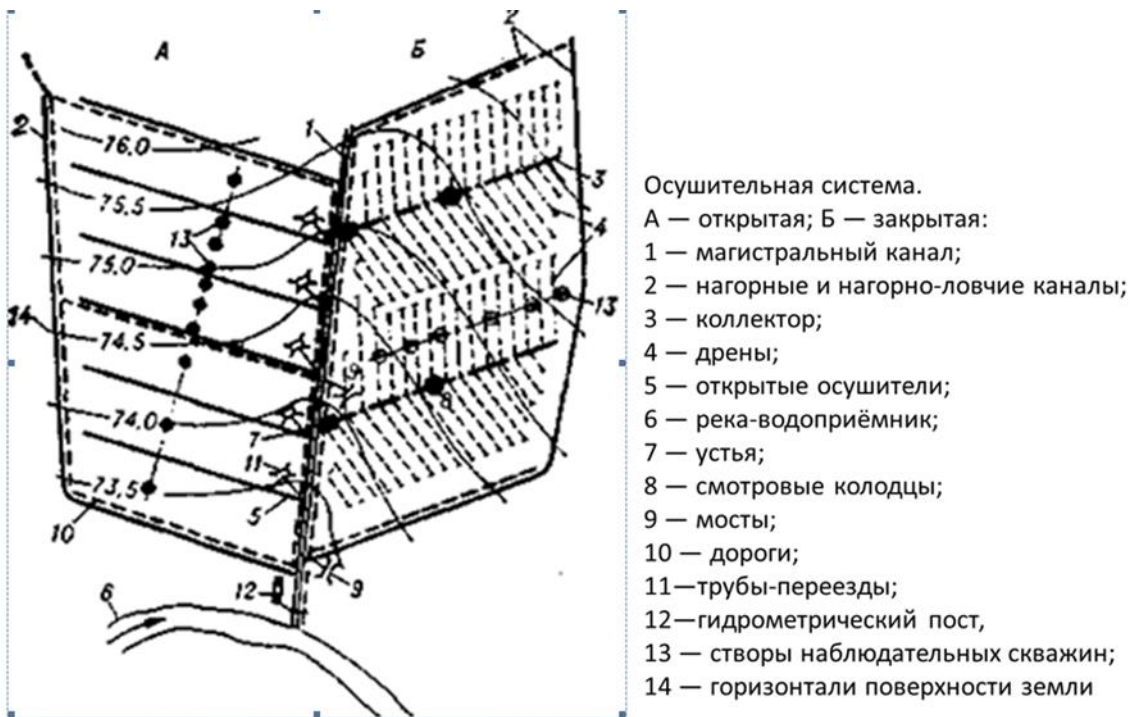


Рис. 14. Принципиальная схема устройства осушительной системы (А - открытого типа, Б – закрытого типа)

Примером успешной реализации проекта осушения – это дренажная система Пицундского полуострова, Абхазия (рис.15). Благодаря работе этой системы происходит поддержание оптимального уровня грунтовых вод на полуострове. Собранная системой вода через озера и каналы перекачивается в Черное море.



Рис. 15. Дренажная система Пицундского полуострова (Республика Абхазия)

Противопаводковая гидромелиорация

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

В отличие от половодий паводки периодически не повторяются. Продолжительность паводка может быть от нескольких долей часа до нескольких суток. В отличие от половодья паводок может возникать в любое время года. Значительный паводок может вызвать наводнение.

Для борьбы с паводками строятся дамбы обвалования, проводится регулировка объемов воды на руслах рек и другие инженерные сооружения (Недикова, Постолов, 2014).

В качестве примера нестандартного подхода в борьбе с паводковыми водами, хотелось бы рассказать о Токийском противопаводковом коллекторе.

Это противопаводковое инженерное сооружение расположено в

окрестностях Токио (Япония), представляет собой широко разветвлённую подземную систему туннелей и водохранилищ, собирающую воду под городом во время разлива рек, цунами и тайфунов, а затем при помощи насосов перекачивающую её в реку Эдогава (рис.16) ([https://ru.wikipedia.org/wiki/ Токийский противопаводковый коллектор](https://ru.wikipedia.org/wiki/Токийский_противопаводковый_коллектор)).



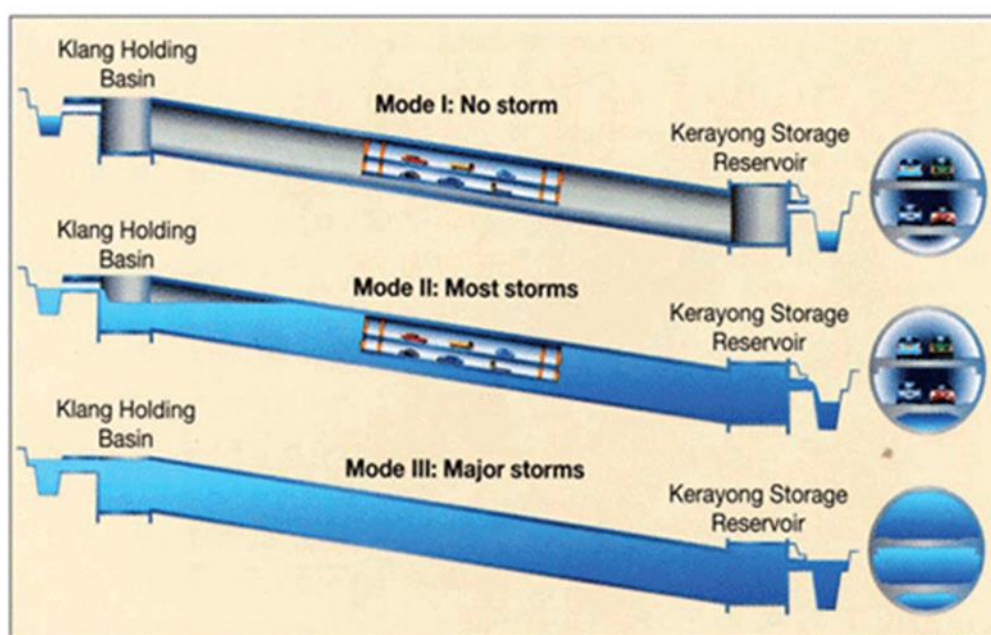
Схема токийского противопаводкового коллектора

Рис. 16. Схема токийского противопаводкового коллектора

Сам коллектор расположен на глубине 50 м. Его водный резервуар состоит из пяти вертикальных залов «стаканов», высота самого большого составляет 72 м. Залы соединены между собой туннелями, имеющими диаметр 10,6 м и протяжённостью более 6,3 км. В самом большом зале длиной 177 м расположены четыре гидронасоса, приводимых в работу газовыми турбинами общей мощностью 14 000 л.с. Мощность гидронасосов позволяет перекачивать более 200 м³/с воды в реку Эдогава. Гигантские размеры коллектора позволяют перемещаться внутри него на автотранспорте. Чтобы хотя бы частично окупить затраты на строительство и эксплуатацию, руководство коллектора превратило объект в туристическую достопримечательность (при отсутствии угрозы наводнения в коллекторе осуществляются туристические экскурсии).

Другим примером необычного подхода к решению проблемы паводков можно назвать SMART-тоннель, построенный в Малайзии

(<https://tunnel.ita-aites.org/ru/cases-histories/case/smart-malaysia>). В 2003 году началась реализация проекта SMART – самого длинного туннеля в г.Куала-Лумпур, Малайзия. Диаметр туннеля 13,2 м, протяженность туннеля для отвода воды - 9,7 км, протяженность туннеля двойного назначения составляет 4 км. SMART-тоннель начинается у озера Кампунг Берембанг и заканчивается у озера Деца. Тоннель SMART был открыт для движения 14 мая 2007 года. Стоимость объекта составила около \$515 млн. Проект был подготовлен по заказу правительства Малайзии (рис.17).



Режимы работы SMART-тоннеля

Рис. 17. Режимы работы SMART тоннеля в зависимости от погодных условий

Режим 1 – нормальные условия – малое количество осадков с открытым проездом для автомобилистов, имеющиеся осадки отводятся через нижнюю часть туннеля. Режим 2 – умеренный шторм, паводковые воды отводятся через средний и нижний уровни, верхний уровень открыт для автомобилистов.

Режим 3 – буря, тоннель закрыт для автомобилистов. После того, как все транспортные средства покидают тоннель, автоматические водонепроницаемые ворота открываются, чтобы пропустить

паводковые воды по всем трем уровням тоннеля

Противоселевая гидромелиорация

Сель (от араб. سيل — «бурный поток») — поток с очень большой концентрацией минеральных частиц, камней и обломков горных пород (до 50—60% объёма потока), внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек длиной до 25—30 км и с площадью водосбора до 50—100 км² и вызываемый, как правило, ливневыми осадками, бурным таянием снега, вследствие обрушения в русло больших количеств рыхлообломочного материала (при уклонах местности не менее 0,08—0,10), вырубки лесов в горной местности (рис.18). Сель — нечто среднее между жидкой и твёрдой массой (<https://ru.wikipedia.org/wiki/сель>).



Рис. 18. Разрушения от прохождения селевого потока

По степени насыщенности наносами и их фракционному составу различают: грязевые сели — смесь воды с мелкозёмом (почвенная

элементарная частица размером мельче 1 мм) при небольшой концентрации камней, объёмный вес $\gamma=1,5—2$ т/м³; грязекаменные сели — смесь воды, гальки, гравия, небольших камней, $\gamma=2,1—2,5$ т/м³; водокаменные (наносоводные) сели — смесь воды с преимущественно крупными камнями, $\gamma=1,1—1,5$ т/м³

Для борьбы с этим явлением рекомендуют строить противоселевые дамбы, в задачу которых входит задержка твердого стока и пропуска смеси воды и мелких фракций пород.

Дамба – это гидротехническое сооружение, представляющее собой грунтовую насыпь трапецеидального сечения для регулирования водных потоков, иногда для защиты от снежных лавин и т. п. Верхняя часть дамбы может использоваться для дорог и других коммуникаций. По используемым материалам, дамбы могут быть грунтовые, каменные, каменно-земляные, железобетонные, из металлоконструкций, деревянные, а также из специальных искусственных материалов. В качестве примера успешной реализации проекта такого рода дамбы, можно привести пример противоселевой дамбы Медео (Казахстан). Дамба расположена на высоте 1733 метров над уровнем моря. Была построена для охраны одноименного урочища от селевых потоков, формирующихся на вершинах западного Тянь-Шаня. Дамба имеет три уровня защиты и способна выдержать 6 миллионов м³ воды (рис.19) (<https://ru.wikipedia.org/wiki/Медео>).

Медео (каз. Медеу — поддержка; опора) — высокогорный спортивный комплекс, расположенный в высокогорном урочище Медео на высоте 1691 метр над уровнем моря, вблизи Алма-Аты, Казахстан. Он проектировался для зимних видов спорта с самой большой площадью искусственного ледового поля — 10,5 тыс. м². Высокогорье и чистейшая горная вода для заливки льда способствуют достижению высоких результатов в конькобежном спорте. За время существования комплекса здесь было установлено свыше 200 мировых рекордов на всех дистанциях среди мужчин и

ЖЕНЩИН.



Рис. 19. Вид на высокогорный спортивный комплекс Медео с дамбы

Для борьбы с селями можно также использовать противоселевые барьеры различной конструкции (рис.20).



Рис. 20. Устройство противоселевого барьера

Каскад запруд на горных реках также будет способствовать разрушению селевого потока и освобождению его от твердого материала (рис.21).



Рис. 21. Устройство каскада запруд на горной реке

Для снижения вероятности формирования селевых потоков необходимо перехватывать и перераспределять воду поверхностного стока, что осуществляется стокотехническими и водосборными канавами (рис.22).



Рис. 22. Устройство нагорных стокоперехватывающих и водосборных канав

Для понижения уровня грунтовых вод и обводненности территории рекомендуется проводить каптаж источников (заключать подземный источник воды в трубы с целью уменьшения просачивания в почву и доставки ее потребителю) (рис.23).

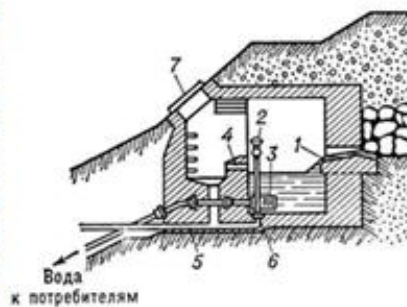
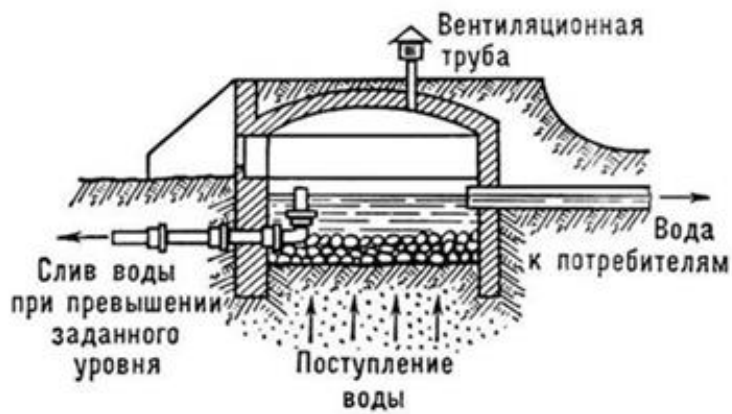


Рис. 23. Примеры проведения каптажа источников подземных вод
 При невозможности задержать селевой поток можно попытаться перенаправить его с помощью седедуков и селеспусков (рис.24).

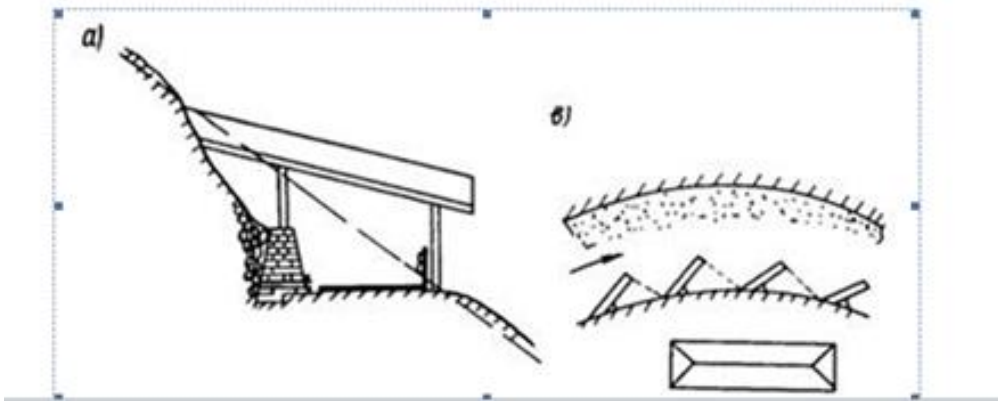


Рис. 24. Устройство селедуков (в) и селеспусков (а) для отведения сели от дорог и мостов

Также возможным противоселевым мероприятием можно считать устройство обводных каналов для перераспределения стока рек, а также понижение уровня воды горных озер, укрепление земли на склонах путем посадки деревьев.

В местах селеобразования необходимы регулярные наблюдения, с организацией системы оповещения и плановой эвакуацией местного населения (Фокин, 2017).

Противоэрозионная гидромелиорация

Начнем с определения процесса эрозии. Эро́зия (от лат. *erosio* — разъедание) — это разрушение горных пород и почв поверхностными водными потоками и ветром, включающее в себя отрыв и вынос обломков материала и сопровождающееся их отложением.

Водная эрозия может проявляться в виде капельной – при этом происходит разрушение почвы ударами капель дождя. Структурные элементы (комочки) почвы разрушаются под действием кинетической энергии капель дождя и разбрасываются в стороны. Этот вид водной эрозии приобретает особое значение во влажных тропиках и субтропиках.

Другой вид водной эрозии – плоскостная. Под плоскостной (поверхностной) эрозией понимают равномерный смыв материала со склонов, приводящий к их выполаживанию. Поверхностная эрозия приводит к образованию смытых и намывных почв, а в более крупных масштабах — делювиальных отложений.

Водная эрозия также проявляется в виде линейной. В отличие от поверхностной, линейная эрозия происходит на небольших участках поверхности и приводит к расчленению земной поверхности и образованию различных эрозионных форм (промоин, оврагов, балок, долин). Сюда же относят и речную эрозию, производимую постоянными потоками воды.

Смытый материал отлагается обычно в виде конусов выноса и формирует пролювиальные отложения. Различают следующие виды линейной эрозии - глубинную (донную), связанную с разрушением дна русла водотока. Донная эрозия направлена от устья вверх по течению. Боковая эрозия сопровождается разрушением берегов. В каждом постоянном и временном водотоке (реке, овраге) всегда можно обнаружить обе формы эрозии, но на первых этапах развития преобладает глубинная, а в последующие этапы — боковая.

В природообустройстве используются следующие меры борьбы с эрозией. Противоэрозионные инженерные сооружения выполняют две основные функции: отвод и задержание стока, а также повышение сопротивляемости грунта к размыву через устройство различных укрепительных конструкций - каналов, валов (рис.25), террас, сооружение водотоков (Фокин, 2017).

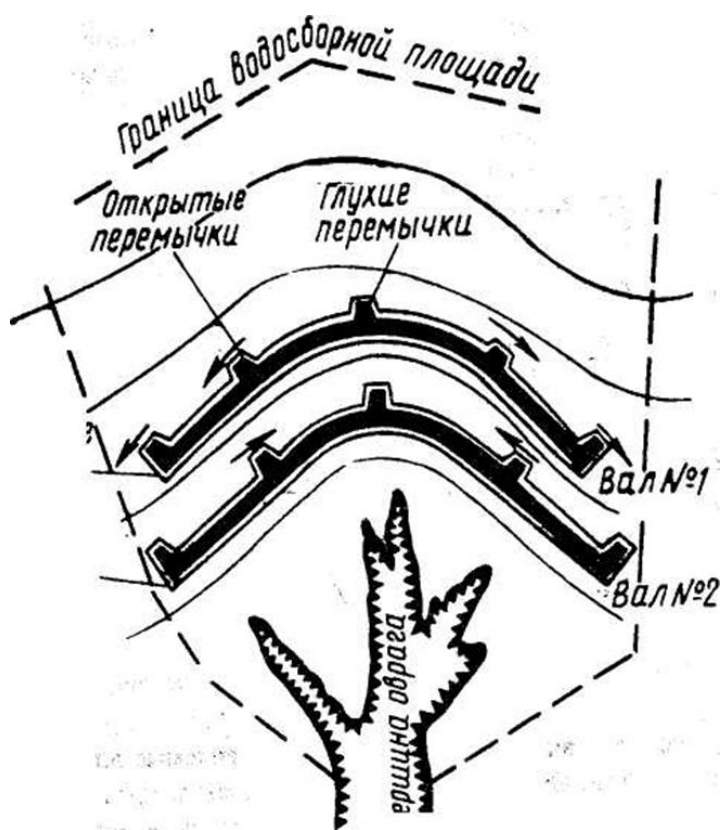


Рис.25. Устройство водозадерживающих валов на вершине оврага

Важнейшими элементами системы мероприятий по защите земель от водной эрозии также являются: противоэрозионная агротехника, обеспечивающая повседневную защиту почвенного слоя и повышение его плодородия при рекультивации земель (почвозащитные севообороты, химические средства борьбы и т. д.); лесомелиоративные мероприятия по борьбе с эрозией почв на восстанавливаемых землях (полезащитные и водорегулирующие лесные полосы, лесные насаждения на оврагах, балках и т. д.). Устройство противоэрозионных прудов используется для борьбы с донной эрозией, для орошения, рыборазведения, водоснабжения, пожаротушения и рекреации. Пропуск воды в этих прудах происходит через специальные водосбросные сооружения. Все параметры сооружений определяются комплексом гидрологических и гидротехнических расчетов (Фокин, 2017).

Противооползневая гидромелиорация

Начнем с того, что оползнем называют отделившуюся массу рыхлых пород, медленно и постепенно или скачками оползающих по наклонной плоскости отрыва, сохраняя при этом часто свою связанность, монолитность и не опрокидывая при этом свой грунт.

Оползни возникают на склонах долин или речных берегов, в горах, на берегах морей, самые грандиозные происходят на дне морей.

Смещение крупных масс земли или породы по склону вызывается в большинстве случаев смачиванием дождевой водой грунта так, что масса грунта становится тяжелой и более подвижной. Силы трения, обеспечивающие сцепление грунтов или горных пород на склонах, оказываются меньше силы тяжести, и вся масса горной породы приходит в движение (рис. 26, 27). Также оползень может быть вызван землетрясениями или разрушающей деятельностью моря (<https://ru.wikipedia.org/wiki/оползень>).



Рис. 26. Тело крупного оползня, заполнившего русло ручья во французских Альпах

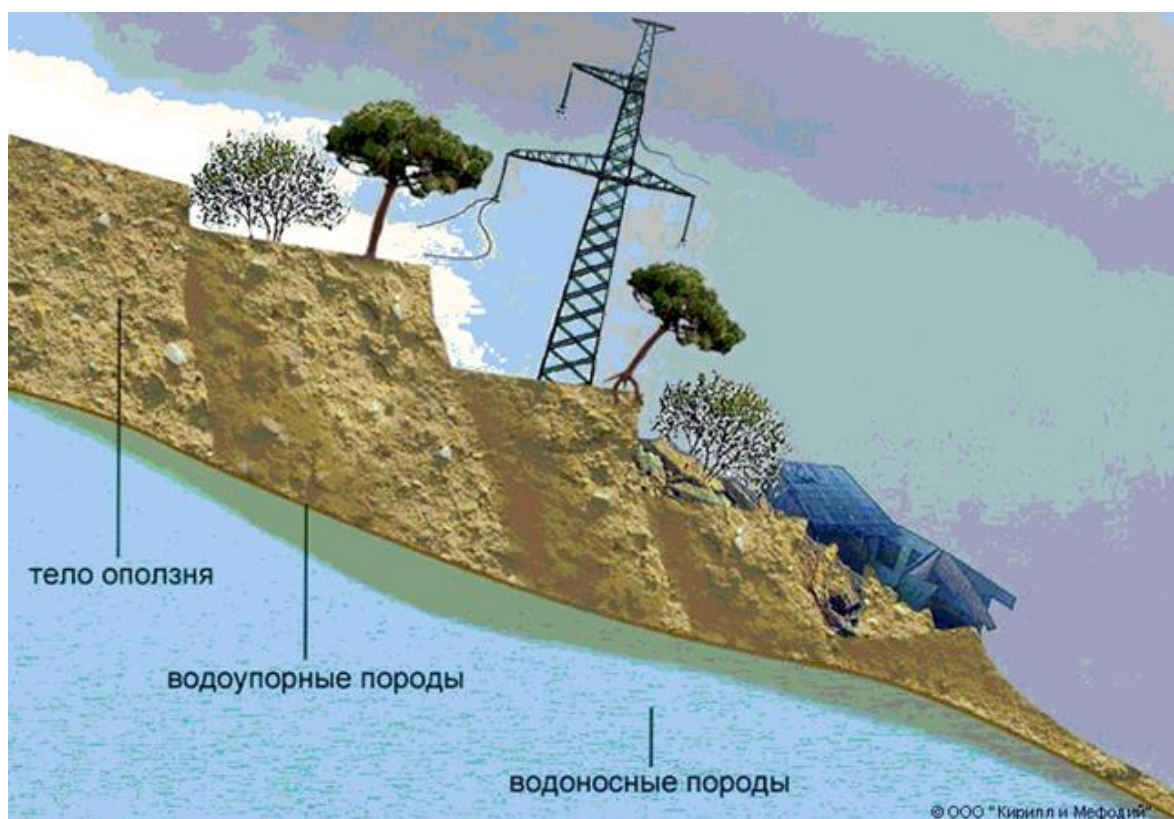


Рис. 27. Нарушение равновесия между сдвигающей силой тяжести и удерживающими силами приводит к образованию оползней

Также образование оползней вызывается: увеличением крутизны склона в результате подмыва водой; ослаблением прочности пород при выветривании или переувлажнении осадками и подземными водами; воздействием сейсмических толчков; строительной и хозяйственной деятельностью.

Оползни обычно возникают на склонах, сложенных чередующимися водоупорными (глинистыми) и водоносными породами. Оползни вредят сельскохозяйственным угодьям, предприятиям, населённым пунктам.

Меры борьбы с оползнями

Для борьбы с оползнями применяются берегоукрепительные сооружения, высаживание растительности. Также применяются различные сооружения из геосинтетической сетки (габионы, барьеры), противооползневые сваи (стержневые укрепления) в

основании оползнеопасного склона. Для снижения напряженного состояния откосов часто проводится срезка земельных масс в верхней части склона и укладка их у подножия (рис.28); иногда используется искусственное замораживание грунтов. Подземные воды выше возможного оползня отводят устройством дренажной системы, штольнями или горизонтальными скважинами, каптажом; поверхностные воды отводятся канавами; защита берегов рек и морей достигается завозом песка и гальки, созданием водоотбойных стенок, а склоны укрепляют посевом трав, высадкой деревьев и кустарников (Фокин, 2017).

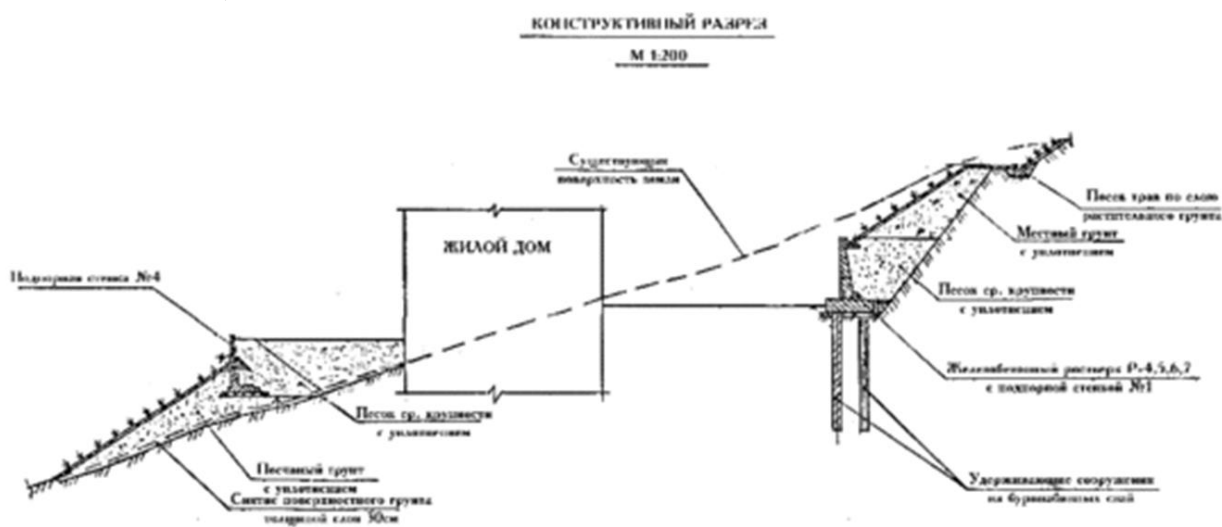


Рис. 28. Организация противооползневой защиты путем срезки грунта в верхней части склона и укладка его у подножия склона

2.2.3 Химическая мелиорация

Это комплекс мероприятий по улучшению химических и физических свойств почв, включающий в себя: известкование, фосфоритование, гипсование, внесение поваренной соли и серной кислоты.

Известкование – это метод химической мелиорации кислых почв, заключающийся во внесении в них известковых соединений: кальцита, доломита, известняка, отходов сахарного производства, гашеной извести и т. д. (рис.29).



Рис. 29. Использование известковых соединений в химической мелиорации

Эффект известкования основан на замещении в почвенных комплексах ионов водорода и алюминия на содержащиеся во вносимом веществе кальций или магний (Голованов с соавт., 2015).

Фосфоритование заключается в удобрении почв фосфоритной мукой для повышения урожайности полевых культур, в частности озимых хлебов, в зонах подзолистых и северных черноземных почв, а также в районах, прилегающих к месторождениям фосфоритов. В связи с хорошим действием фосфоритной муки на озимые культуры и клевер и с сильным длительным ее последствием в севообороте, этот вид химической мелиорации имеет очень большое значение для повышения урожайности, особенно при развитии клеверосеяния в условиях недостатка растворимых фосфорных удобрений

(суперфосфата и др.).

Гипсование состоит во внесении в почву гипса, что позволяет удалить из нее избыток обменного натрия, отрицательно влияющего в первую очередь на физические свойства почвы. Гипсование является одним из способов химической мелиорации солонцов и солонцеватых почв (которые широко распространены в степях и полупустынях, в России это могут быть Саратовская, Омская области и т.д.). В результате гипсования натрий, растворённый в почве, замещается кальцием. В итоге улучшаются физические, физико-химические и биологические свойства почвы, что благоприятно сказывается на её плодородии. Дозировка гипса определяется тем, какое количество натрия должно быть замещено кальцием в корнеобитаемом слое почвы. Обычно это от 3 до 15 тонн на гектар. Больше всего гипса требуется на содовых солонцах. Гипс в таких условиях вносится в два приёма: первый раз перед вспашкой, второй — после неё, непосредственно под культивацию. На солонцеватых почвах, в которых меньше натрия, чем в солонцах, гипс вносится в меньших дозах. Обычно, гипсование проводится совместно с агротехническими мероприятиями, такими, как глубокая вспашка, орошение, внесение органических удобрений, задержание талых вод и снега, посев многолетних трав (Голованов с соавт., 2015).

Внесение поваренной соли тоже можно рассматривать как мелиоративный прием, в данном случае соль выступает косвенным удобрением. При внесении в почвенный субстрат поваренной соли (NaCl) улучшается растворение питательных веществ, и они начинают полнее усваиваться растениями. Особенно эффективен этот прием на бедных песчаных почвах.

Иногда используется **внесение серной кислоты** для рассолонцевания содовых солонцов. Применение серной кислоты на содовых солонцах оказывает положительное действие, так как снижается (нейтрализуется) щелочность почвенного раствора и обменный натрий вытесняется ионами водорода кислоты; в результате

образуется свежесажженный гипс, который более растворим, активнее вступает в реакции и быстрее замещает натрий в почвеннопоглощающем комплексе, чем природный сыромолотый гипс; при этом осуществляется переход труднорастворимых соединений в подвижные, доступные для растений; улучшаются физические свойства почвы вследствие быстрой коагуляции гидрофильных коллоидов и снижения дисперсности почвы.

Внесение гербицидов тоже можно рассматривать как вид химической мелиорации, если они используются для борьбы с зарастанием мелиоративных каналов и прилегающих полей сорной растительностью (Голованов с соавт., 2015).

2.2.4 Лесомелиорация земель

Можно использовать два определения лесомелиорации.

Первое – это вид природообустройства, при котором происходит коренное улучшение земель посредством использования почвозащитных, водорегулирующих и иных свойств защитных лесных насаждений. Второе определение лесомелиорации – это улучшение земель при помощи посадки древесной или травянистой растительности в сочетании с древесной.

Широко применяется противоэрозионная лесомелиорация для защиты земель от эрозии путем создания лесных насаждений на оврагах, балках, песках, берегах рек и других территориях, полезащитная лесомелиорация применяется для защиты земель от воздействия неблагоприятных явлений природного, антропогенного и техногенного происхождения путем создания защитных лесных насаждений по границам земель сельскохозяйственного назначения и пастбищезащитная лесомелиорация для предотвращения деградации земель и пастбищ путем создания защитных лесных насаждений (Голованов с соавт., 2015).

Говоря о лесомелиорации нельзя не упомянуть о грандиозном проекте по созданию лесозащитных полос, который был успешно осуществлен в СССР.

Лесозащитные полосы в СССР

20.10.1948 было принято Постановление Совета Министров СССР и ЦК ВКП(б) № 3960 «О плане полесозащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоёмов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР». Сам план был принят по инициативе и подписан И.В. Сталиным и вошел в историю, как «Сталинский план преобразования природы». Согласно этому плану, предполагалось «в течение 1950 — 1965 годов создание следующих крупных государственных лесных полос:- Государственной защитной лесной полосы от Саратова до Астрахани по обоим берегам реки Волги шириной по 100 метров и протяженностью 900 километров; Государственной защитной лесной полосы в направлении Пенза — Екатериновка — Вешенская — Каменск на Северном Донце, на водоразделах рек Хопра и Медведицы, Калитвы и Березовой, состоящей из трех полос шириной по 60 метров каждая с расстоянием между полосами 300 метров и протяженностью 600 километров; Государственной защитной лесной полосы в направлении Камышин — Сталинград, на водоразделе рек Волги и Иловли, состоящей из трех полос шириной по 60 метров каждая с расстоянием между полосами 300 метров и протяженностью 170 километров; Государственной защитной лесной полосы в направлении Чапаевск — Владимировка, состоящей из четырех полос шириной по 60 метров каждая с расстоянием между полосами 300 метров и протяженностью 580 километров ([https://ru.wikipedia.org/wiki/Сталинский план преобразования природы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сталинский_план_преобразования_природы)).

Направления водораздельных гослесполос было следующим (рис.30):

1) Пенза – Каменск – проходит по Волгоградской, Пензенской, Ростовской, Саратовской областям, 600 км/11,3 тыс. га.

2) Волгоград – Элиста – Черкесск – проходит по Волгоградской области, Республике Калмыкия, Ставропольскому краю, 570 км/ 14,4

тыс. га.

3) Чапаевск – Владимировка – проходит по Саратовской и Самарской областям, 680 км/ 15,3 тыс. га.

4) Камышин – Волгоград – проходит целиком по Волгоградской области, 170 км/ 3,3 тыс. га.

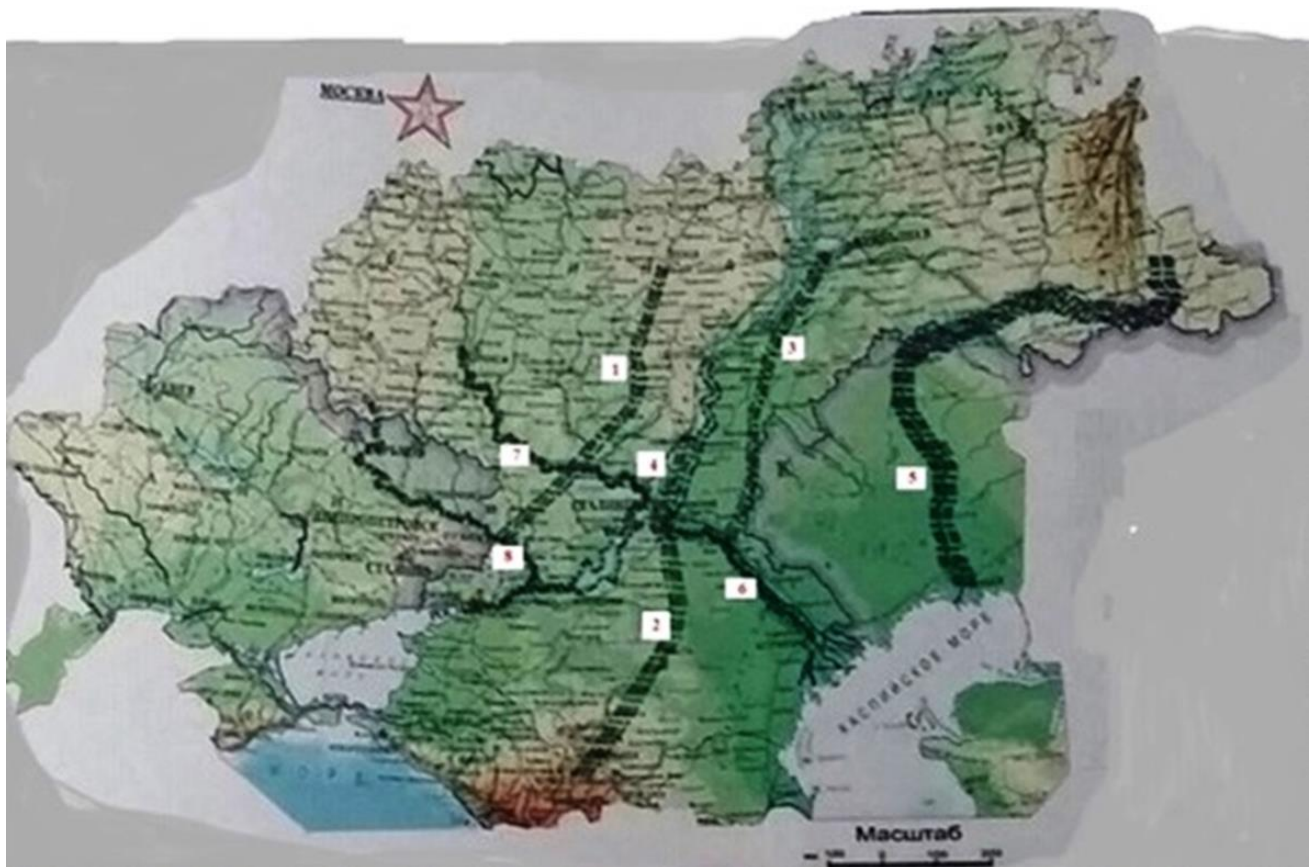


Рис. 30. Размещение государственных лесных полос: 1. Пенза – Каменск, 2. Волгоград – Элиста – Черкесск, 3. Чапаевск – Владимировка, 4. Камышин – Волгоград, 5. Гора Вишневая – Каспийское море, 6. Саратов – Астрахань, 7. Воронеж – Ростов-на-Дону, 8. Белгород – р.Дон

Приречные гослесполосы были проложены по следующим маршрутам:

1) Гора Вишневая – Каспийское море (в пределах России) – в Оренбургской области по берегам р. Урал, 1080 км/ 41,5 тыс. га.

2) Саратов – Астрахань – по берегам р. Волги в пределах

Саратовской, Волгоградской и Астраханской областей, 900 км/ 18,0 тыс. га.

3) Воронеж – Ростов-на-Дону – по берегам р. Дон в пределах Воронежской, Волгоградской и Ростовской областей, 920 км/ 11,0 тыс. га.

4) Белгород – р. Дон (в пределах России) – вдоль р. Северский Донец по Белгородской и Ростовской областям, 620 км/ 3,0 тыс. га

Сталинский план преобразования природы появился в результате двадцатилетней работы в астраханской полупустыне, где практически на голом месте в 1928 г. учёные и лесоводы своими руками посадили первые гектары молодых деревьев. Благодаря хорошему уходу деревья выросли. И если в открытой степи жара достигала 53 градуса по Цельсию, то в тени деревьев было на 20% прохладнее, испарение почвы уменьшалось на 20%. Наблюдения показали, что сосна высотой всего 7,5 метров собирала за зиму 106 кг изморози и инея. Это в свою очередь означало, что небольшая роща способна «добыть» из осадков влаги несколько десятков тонн.

Для внедрения плана в действие работниками лесхозов было заготовлено шесть тысяч тонн семян древесных и кустарниковых пород. Учёными были разработаны составы лесополос. В них входили такие деревья как липа, ясень, дуб, клён татарский, жёлтая акация и другие. Для привлечения птиц в лесополосы предполагалось высаживать малину и смородину.

По плану созданного института «Агролеспроект» лесом покрылись четыре крупных водораздела бассейнов Днепра, Дона, Волги, Урала, европейского юга России.

Одновременно с полезащитным лесоразвитием были приняты меры по сохранению особо ценных лесных массивов. В том числе Шипова леса и Хреновского бора, Борисоглебского лесного массива (Воронежская область), Тульских засек, Чёрного леса (Херсонская область), Великоанадольского леса (Донецкая область), Бузулукского бора (Оренбургская и Самарская области). Восстанавливались леса и

парки, уничтоженные во время войны.

К настоящему времени площадь государственных защитных лесных полос, составляет 85,7 тыс. га из 117,9 тыс. га. Наиболее неблагоприятными районами являются Астраханская область и Республика Калмыкия, где покрытые лесной растительностью земли занимают менее половины площади государственных защитных лесных полос (41,2 % и 38,9 % соответственно) (рис.31).

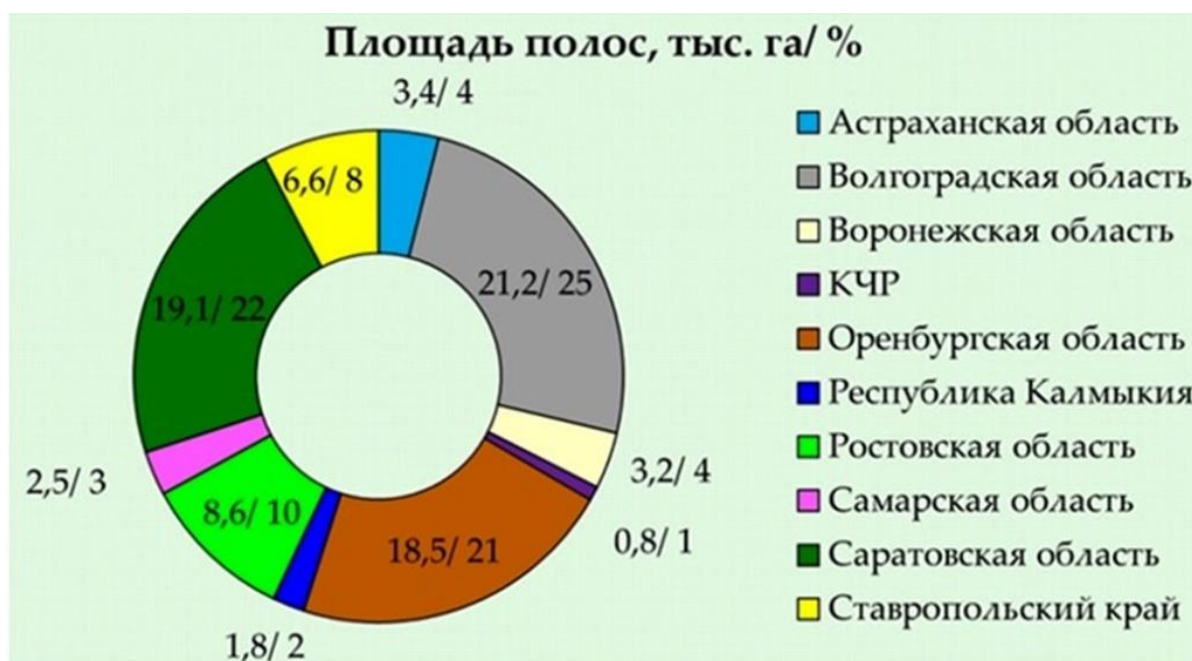


Рис. 31. Распределение площадей Государственных защитных лесных полос (ГЗЛП) по субъектам РФ

Из древесных пород в составе ГЗЛП преобладает дуб – 35,4 % от общего количества пород, второе место занимает ясень, третье – вяз. Так дуб преобладает в Ростовской области, ясень – в Карачаево-Черкесской республике, вяз – в Астраханской области и Республике Калмыкия, сосна - в Воронежской области. Установлено, что более половины площадей (55,7 %) занимают средневозрастные насаждения, 16,6 % – приспевающие, 8,9 % – спелые и перестойные. При этом спелые и перестойные насаждения в Астраханской области занимают 50,0 % площадей ГЗЛП, покрытых лесной

растительностью, а в Республике Калмыкия – 100 %.

Интересный пример комбинации двух видов мелиорации гидротехнической и лесной, можно наблюдать в Республике Марий Эл. Там расположен Государственный природный лесомелиоративный заказник республиканского значения «Лебедань», образованный в 1977 году в целях охраны высокопроизводительного лесного массива, возникшего на осушенном в 1912 году болоте «Лебедань» (рис.32).

Дренажная система заказника «Лебедань»

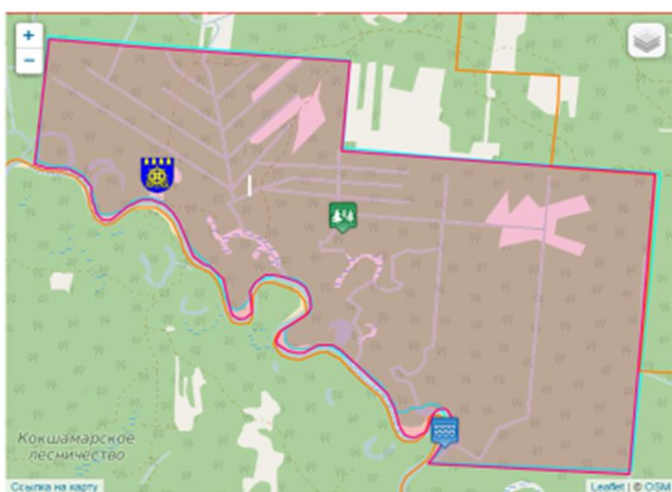


Рис. 32. Дренажная система заказника «Лебедань»

Заказник расположен в юго-западной части Звениговского муниципального района на левобережной пойме реки Большая Кокшага; заказник имеет важное средообразующее, природоохранное и научное значение, образован на бессрочный период, является лесомелиоративным (рис.33).

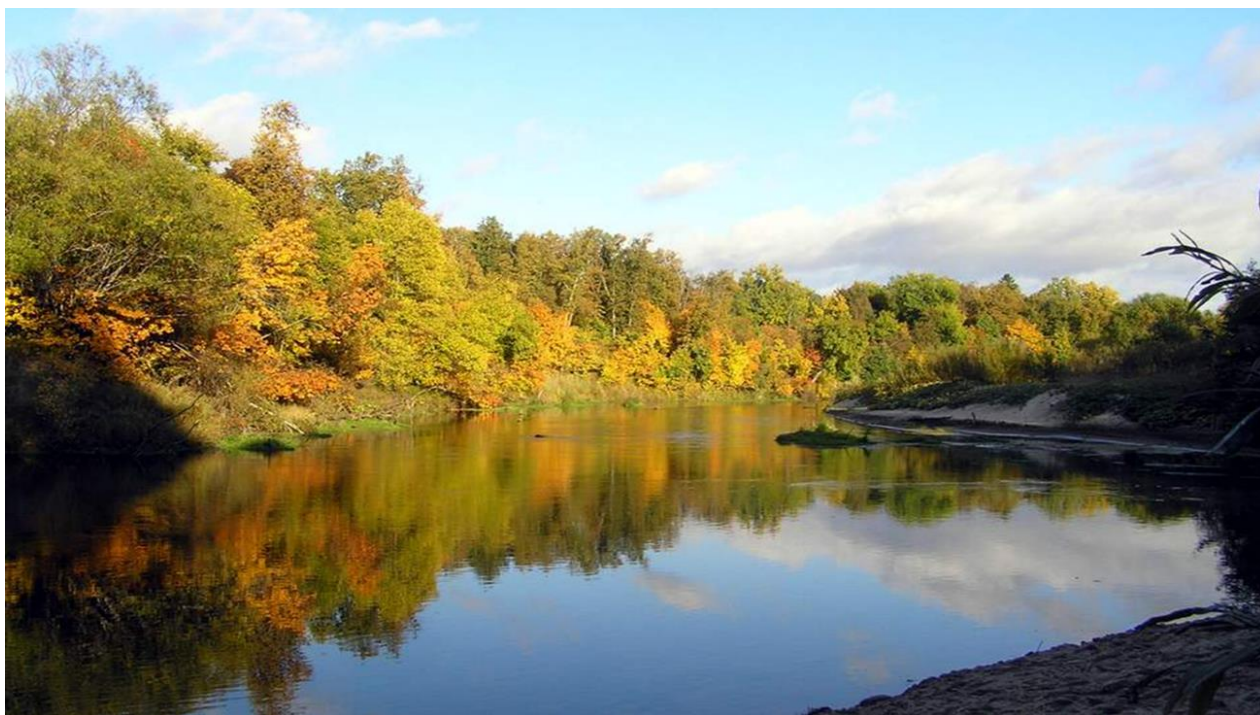


Рис. 33. Общий вид территории Государственного природного лесомелиоративного заказника республиканского значения "Лебедань"

Изменение гидрологического режима территории благоприятно отразилось на условиях произрастания древесной растительности. В итоге было принято решение о создании заказника. Основными задачами заказника являются: осуществление охраны природной территории в целях сохранения высокопроизводительного лесного массива, возникшего на осушенном болоте "Лебедань", и сохранения биологического разнообразия; проведение научных исследований в области гидроресомелиорации; ведение экологического мониторинга на территории Республики Марий Эл.

2.2.5 Агротехническая мелиорация земель

Агротехническая мелиорация земель направлена на повышение плодородия земли путем правильного выбора глубины и направления вспашки, почвоуглублением, сочетанием вспашки с созданием глубоких борозд, гряд, валиков. Могут также использоваться залужение крутых склонов, мульчирование почвы (поверхностное покрытие почвы мұльчей для её защиты от перепада температур и

улучшения физико-химических свойств), улучшение лугов, пастбищ, снегозадержание (Голованов с соавт, 2015).

Другим очень важным направлением природообустройства являются работы по рекультивации.

Контрольные вопросы по теме

1. Определение мелиорации.
2. Типы мелиораций.
3. Водные мелиорации земель.
4. Примеры реализованных оросительных систем.
5. Оросительная и поливная нормы.
6. Режим орошения.
7. Перечислите основные негативные последствия орошения.
8. При каких условиях может происходить засоление почвогрунтов в условиях орошения?
9. Главные факторы образования засоленных земель.
10. Меры по предупреждению засоления почв.
11. Осушительная гидромелиорация или дренаж.
12. Опишите принципиальную схему устройства осушительной системы открытого типа.
13. Опишите принципиальную схему устройства осушительной системы закрытого типа.
14. Что такое паводок? Опишите условия его возникновения.
15. Какие инженерные сооружения используют для борьбы с паводками?
16. Опишите принцип работы Токийского противопаводкового коллектора.
17. Опишите принцип работы SMART-тоннеля в Малайзии.
18. Что такое сель?
19. Какие инженерные сооружения используют для борьбы с селью?
20. Пример успешной реализации противоселевых мероприятий.

21. Что такое каптаж и для чего его используют?
22. Что такое эрозия? Какие виды эрозии существуют?
23. Какие основные меры борьбы с эрозией существуют?
24. Что такое оползень? Перечислите условия его возникновения.
25. Перечислите основные меры борьбы с оползнями.
26. Что такое химическая мелиорация? Какие виды химической мелиорации существуют?
27. Для чего проводится известкование почв?
28. Для чего проводится фосфоритование почв?
29. В каких случаях и для чего проводится гипсование почв?
30. В каких случаях в почву вносятся поваренная соль и серная кислота?
31. Дайте определение лесомелиорации земель.
32. Основное назначение лесомелиорации.
33. Проект по созданию лесозащитных полос, успешно осуществленный в СССР.
34. Современное положение государственных лесозащитных полос в Российской Федерации.
35. Агротехническая мелиорация – определение, основное назначение и виды.

2.3 Рекультивация земель как направление природообустройства

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

Рекультивации подлежат нарушенные земли всех категорий, а также прилегающие земельные участки, полностью или частично утратившие продуктивность в результате отрицательного воздействия нарушенных земель. Рекультивации подлежат земли, нарушенные при проведении: строительных, мелиоративных,

лесозаготовительных, геолого-разведочных, эксплуатационных, проектно-изыскательских и иных работ, связанных с нарушением почвенного покрова (Голованов, Зимин, Сметанин, 2015).

К основным направлениям рекультивации относятся:

сельскохозяйственное, лесохозяйственное, водохозяйственное, рекреационное.

Рекультивация земель должна осуществляться в два последовательных этапа: технический и биологический, в соответствии с требованиями:

– ГОСТ 17.5.1.03-86 «Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель» и ГОСТ Р 59060-2020, Национальный стандарт Российской Федерации, «Охрана окружающей среды, Земли. Классификация нарушенных земель в целях рекультивации», дата введения 2021-04-01.

При проведении технического этапа рекультивации земель в зависимости от направления должны быть выполнены следующие основные работы: грубая и чистовая планировка поверхности, засыпка нагорных, водоподводящих, водоотводных каналов; выполаживание или террасирование откосов; засыпка и планировка шахтных провалов; освобождение рекультивируемой поверхности от крупногабаритных обломков пород, производственных конструкций и строительного мусора с последующим их захоронением или организованным складированием; строительство подъездных путей к рекультивированным участкам, устройство въездов и дорог на них с учетом прохода сельскохозяйственной, лесохозяйственной и другой техники; устройство, при необходимости, дренажной, водоотводящей оросительной сети и строительство других гидротехнических сооружений; устройство дна и бортов карьеров, оформление остаточных траншей, укрепление откосов, ликвидация или использование плотин, дамб, насыпей, засыпка техногенных озер и проток, благоустройство русел рек, создание и улучшение структуры

рекультивационного слоя, изоляция токсичных пород и рекультивация загрязненных почв, если невозможна их засыпка слоем потенциально плодородных пород; создание, при необходимости, экранирующего слоя; покрытие поверхности потенциально плодородными и (или) плодородными слоями почвы; противоэрозионная организация территории (Голованов, Зимин, Сметанин, 2015).

При производстве горнопланировочных работ чистовая планировка земель должна проводиться машинами с низким удельным давлением на грунт, чтобы уменьшить переуплотнение поверхности рекультивируемого слоя (Захаров, 2007).

При подготовке участка к биологическому этапу рекультивации должно быть проведено глубокое безотвальное рыхление уплотненного горизонта для создания благоприятных условий развития корневых систем растений.

Рекультивируемые земли и прилегающая к ним территория после завершения всего комплекса работ должны представлять собой оптимально организованный и экологически сбалансированный устойчивый ландшафт.

Биологический этап должен осуществляться после полного завершения технического этапа. Земельные участки в период осуществления биологической рекультивации в сельскохозяйственных и лесохозяйственных целях должны проходить стадию мелиоративной подготовки (Захаров, 2007, (Игловилов, 2012).

Требования к рекультивации земель по направлениям их использования

Сельскохозяйственное направление рекультивации

Требования к рекультивации земель при сельскохозяйственном направлении использования должны включать: формирование участков нарушенных земель, удобных для использования по рельефу, размерам и форме, поверхностный слой которых должен

быть сложен породами, пригодными для биологической рекультивации;

планировку участков нарушенных земель, обеспечивающую производительное использование современной техники для сельскохозяйственных работ и исключаящую развитие эрозионных процессов и оползней почвы;

нанесение плодородного слоя почвы на малопригодные породы при подготовке земель под пашню;

использование потенциально плодородных пород с проведением специальных агротехнических мероприятий при отсутствии или недостатке плодородного слоя почвы;

выполнение ремонта рекультивируемых участков (работы по устранению неровностей рельефа, возникших в результате уплотнения отвальных пород или эрозионных процессов в период рекультивации, а также дефектов гидротехнических сооружений и дорог);

проведение интенсивного мелиоративного воздействия с выращиванием однолетних, многолетних злаковых и бобовых культур для восстановления и формирования корнеобитаемого слоя и его обогащения органическими веществами при применении специальных агрохимических, агротехнических, агролесомелиоративных, инженерных и противоэрозионных мероприятий;

получение заключения агрохимической и санитарно-эпидемиологической служб об отсутствии опасности выноса растениями веществ, токсичных для человека и животных (Голованов, Зимин, Сметанин, 2015).

Лесохозяйственное направление рекультивации

Требования к рекультивации земель при лесохозяйственном направлении должны включать: создание насаждений эксплуатационного назначения, а при необходимости, лесов защитного, водорегулирующего и рекреационного назначения;

создание рекультивационного слоя на поверхности откосов и берм отвалов из мелкоземистого нетоксичного материала, благоприятного для выращивания леса (Игловилов, 2012);

определение мощности и структуры рекультивационного слоя в зависимости от свойств горных пород, характера водного режима и типа лесонасаждений;

планировку участков, не допускающую развитие эрозионных процессов и обеспечивающую безопасное применение почвообрабатывающих, лесопосадочных машин и машин по уходу за посадками;

создание в неблагоприятных почвенно-грунтовых условиях лесонасаждений, выполняющих мелиоративные функции;

подбор древесных и кустарниковых растений в соответствии с классификацией горных пород, характером гидрогеологического режима и других экологических факторов; организацию противопожарных мероприятий (Голованов, Зимин, Сметанин, 2015).

Лесохозяйственное направление рекультивации в России распространено преимущественно на отвалах с почвенно-грунтовыми условиями, неблагоприятными для выращивания сельскохозяйственных культур или требующими почвозащитных, водоохраных и других природоохранных мероприятий.

В Кузбассе большинство земель, нарушенных при открытой и подземной добыче угля, признано пригодными для выращивания леса. На долю лесной рекультивации здесь приходится 80 % всех рекультивируемых площадей.

Приживаемость и рост древесных и кустарниковых пород не уступают аналогичным показателям на ненарушенных землях.

Для посадок на отвалах Кузбасса используются обычно лиственница сибирская, сосна обыкновенная, береза бородавчатая; из кустарников – облепиха, акация желтая, ивы, жимолость татарская (рис.34)



Рис. 34. Перечень древесных пород, используемых при лесохозяйственном направлении рекультивации

На выровненных отвалах применяются механизированная посадка и уход, на крутых откосах – ручная. При формировании отвалов практикуется создание лесопригодного слоя мощностью не менее 1 м. Широко используется посев в междурядьях бобовых культур (главным образом люпина), чередование основных пород деревьев (сосна обыкновенная, береза, вяз перистоветвистый, дуб черешчатый) с азотофиксирующими видами (черная ольха, белая акация, лох, облепиха) (рис.35).



Рис. 35. Древесные формы азотфиксирующих видов растений

Доказана возможность выращивания на отвалах более 40 видов древесных и кустарниковых растений.

Известен опыт облесения песчаных и мело-мергельных пород на транспортных отвалах и гидроотвалах железорудных карьеров КМА (Курской магнитной аномалии).

Применяется глинование песчаных пород, примешивание песка к мело-мергельным породам. Подобран ассортимент наиболее пригодных культур, разработана агротехника их выращивания.

Водохозяйственное направление рекультивации земель

Водохозяйственное направление рекультивации - предусматривает использование карьерных выемок и других техногенных понижений для создания различного рода водоемов (рис.36), в том числе и рыбоводческих, а также для целей рекреации;

строительство соответствующих гидротехнических сооружений, необходимых для затопления карьерных выемок и поддержания в них расчетного уровня воды;



Рис. 36. Общий вид обводненной карьерной выемки мероприятия по предотвращению оползней и размыва откосов водоемов;
экранирование токсичных пород (рис.37), ложа и бортов водоемов и пластов, склонных к самовозгоранию, в зоне переменного уровня и выше уровня воды;



Рис. 37. Экранирование токсичных пород и защита дна и берегов от фильтрации

защиту дна и берегов от возможной фильтрации;
мероприятия по предотвращению попадания в водоемы кислых или щелочных подземных вод и поддержанию благоприятного режима и состава воды в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами;
мероприятия по благоустройству территории и озеленению откосов (Голованов, Зимин, Сметанин, 2015).

Рекреационное направление рекультивации

Целесообразно вблизи крупных населенных пунктов в сочетании с водохозяйственной рекультивацией.

Для этих целей могут использоваться внутренние и внешние отвалы вскрышных пород, малопригодные для сельскохозяйственной рекультивации.

Определение вида рекреационного использования производится на основании ГОСТа 17.5.1.02-78 и технических условий.

Требования к рекультивации земель при рекреационном направлении должны включать: вертикальное планирование территории с минимальным объемом земляных работ, сохранение существующих или образованных в результате производства работ форм рельефа на стадии технического этапа; обеспечение стабильности грунтов при строительстве сооружений для отдыха и занятий спортом; проектирование, строительство и эксплуатация зон рекреации водных объектов для организованного массового отдыха и купания должны проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.5.02 и с учетом требований, предусмотренных пп.6.2 и 6.3 настоящего стандарта (Игловиков, 2012).

Требования к рекультивации земель при санитарно-гигиеническом направлении должны включать: выбор средств консервации нарушенных земель в зависимости от состояния, состава и свойств слагаемых пород, природно-климатических условий, технико-экономических показателей; согласование всех мероприятий по технической и биологической рекультивации при консервации нарушенных земель с органами санитарно-эпидемиологической службы; применение вяжущих материалов для закрепления поверхности нарушенных земель, не оказывающих отрицательного воздействия на окружающую среду и обладающих достаточной водопрочностью и устойчивостью к температурным колебаниям; нанесение экранирующего слоя почвы из потенциально плодородных пород на поверхность промышленных отвалов, сложенных непригодным для биологической рекультивации субстратом; выполнение мелиоративных работ; консервацию шламоотстойников, хвостохранилищ, золоотвалов и других промышленных отвалов, содержащих токсичные вещества, с соблюдением санитарно-гигиенических норм; закрепление промышленных отвалов техническими, биологическими или химическими способами.

В связи с тем, что большие площади земель выводятся из использования вследствие их загрязнения, появилось отдельное

направление рекультивации загрязненных земель (Голованов, Зимин, Сметанин, 2015).

Санитарно-гигиеническое направление рекультивации

Требования к рекультивации земель при санитарно-гигиеническом направлении должны включать:

выбор средств консервации нарушенных земель в зависимости от состояния, состава и свойств слагаемых пород, природно-климатических условий, технико-экономических показателей;

согласование всех мероприятий по технической и биологической рекультивации при консервации нарушенных земель с органами санитарно-эпидемиологической службы;

применение вяжущих материалов для закрепления поверхности нарушенных земель, не оказывающих отрицательного воздействия на окружающую среду и обладающих достаточной водопрочностью и устойчивостью к температурным колебаниям;

нанесение экранирующего слоя почвы из потенциально плодородных пород на поверхность промышленных отвалов, сложенных непригодным для биологической рекультивации субстратом;

выполнение мелиоративных работ;

консервацию шламоотстойников, хвостохранилищ, золоотвалов и других промышленных отвалов, содержащих токсичные вещества, с соблюдением санитарно-гигиенических норм;

закрепление промышленных отвалов техническими, биологическими или химическими способами.

Разработаны приемы биологической рекультивации наиболее опасных источников загрязнения окружающей среды – золоотвалов электростанций, шламохранилищ обогатительных фабрик. Консервация и озеленение таких отвалов – одно из необходимых и сложных направлений рекультивации.

На крупноплощадных золоотвалах для выращивания полевых и кормовых культур поверхность покрывается потенциально-

плодородной породой слоем 0,4–0,5 м с последующим нанесением 0,2 м плодородной почвы, торфа или ила очистных сооружений.

Для создания сенокосов поверхность золоотвалов покрывают 20 сантиметровым слоем потенциально-плодородной породы с внесением полных минеральных удобрений или ограничиваются только внесением удобрений.

Урожай сена в золе с внесением удобрений достигает 20 ц/га, при поливе сточными водами – 50–70 ц/га.

С целью консервации золоотвалов наносят слой почвы, торфа или потенциально плодородной породы в 2–3 см.

Наиболее пригодны при рекультивации золоотвалов следующие типы трав: донник белый, донник желтый, люцерна желтая, люцерна синегибридная, эспарцет песчаный, ежа сборная, костер безостый, овсяница красная, овсяница луговая и др.

Для стабилизации золоотвалов практикуют высадку древесных и кустарниковых пород с внесением в посадочные ямы плодородной почвы или минеральных и органических удобрений.

Рекомендуется высаживать березу бородавчатую, клен ясенелистный, акацию желтую, осину и разные виды ив.

Шламоотвалы обогатительных фабрик подразделяются на токсичные и нетоксичные для растений. Для успешного произрастания растений на токсичных шламах рекомендуется нанесение на них слоя (экрана) из песка, гравия и нейтрализующих пород (экран – 0,4 м плюс слой потенциально-плодородной породы 0,5–0,8 м).

Для создания растительного покрова сенокосного типа на нетоксичных шламах достаточно покрытие их потенциально-плодородной породой.

Шламоотвалы после рекультивации используются в основном как сенокосные угодья. При внесении удобрений на них выращиваются травы, рекомендуемые при освоении золоотвалов.

Уменьшение кислотности шлама при рекультивации в меднорудном районе Корнуэлл (Великобритания) обеспечивается путем внесения

нейтрализаторов, в частности фосфорных удобрений. Восстановление нарушенных земель в угольном бассейне Мидвест проводится путем нанесения на хвосты обогатительных фабрик слоя нетоксичных грунтов мощностью не менее 1,2 м с последующим посевом соответствующих видов растений.

В Чехии рекультивация токсичных отходов производится путем нанесения 0,3–0,5 м слоя грунта и 200 кг/га удобрения после предварительного вымывания кислоты и нейтрализации известью. Применяется капельное орошение в течение 6 дней в неделю в жаркое время.

При биологической рекультивации хвостов обогащения медной, молибденовой, свинцовой и цинковой промышленности в США широко применяется нанесение потенциально плодородного грунта мощностью до 0,8 м, внесение минеральных удобрений и бытовых отходов сточных вод в количестве от 60 до 325 кг/га с последующим аэропосевом (Голованов, Зимин, Сметанин, 2015).

Контрольные вопросы по теме

1. Понятие о рекультивации земель.
2. Рекультивация земель как вид природообустройства.
3. Объекты рекультивации.
4. Нарушенные земли, их образование.
5. Объекты рекультивации.
6. Основные этапы рекультивации.
7. Основные требования сельскохозяйственного направления рекультивации.
8. Основные требования лесохозяйственного направления рекультивации.
9. Основные требования водохозяйственного направления рекультивации.
10. Санитарно-гигиеническое направление рекультивации.

2.3.1 Рекультивация загрязненных земель

Рекультивация загрязненных земель проводится для земель, загрязненных нефтью, пестицидами, тяжелыми металлами.

Рекультивация земель, загрязненных нефтью.

Мировая годовая добыча нефти находится на уровне 3,1—3,3 млрд. т

В год теряется примерно 2% или примерно 66 млн. т.

Загрязнение земель и вод происходит при добыче нефти, транспортировке нефти и нефтепродуктов, переработке, хранении, заправке машин топливом, в результате аварий, утечек, испарении (рис.38).



Рис. 38. Негативное влияние нефтяного загрязнения

Испаряющиеся нефтепродукты загрязняют воздух, выпадая вместе с атмосферными осадками, расширяют ареал загрязнения, особенно опасно образование канцерогенных соединений. Значительная часть нефтепродуктов попадает в почву, вызывая неблагоприятные изменения ее микроэлементного состава, физико-химических

свойств, водно-воздушного и окислительно-восстановительного режимов, нарушение нормального соотношения углерода и азота, приводя к дефициту кислорода, азота и фосфора. На территориях добычи, хранения, переработки нефтепродуктов и на прилегающей площади почвенный покров деградирует и полностью разрушается. Значительная часть пролитых на суше нефтепродуктов просачивается вниз, достигает поверхности грунтовых вод и образует зону загрязнения, в которой в разных пропорциях содержатся нефтепродукты и подземные воды (рис.39).

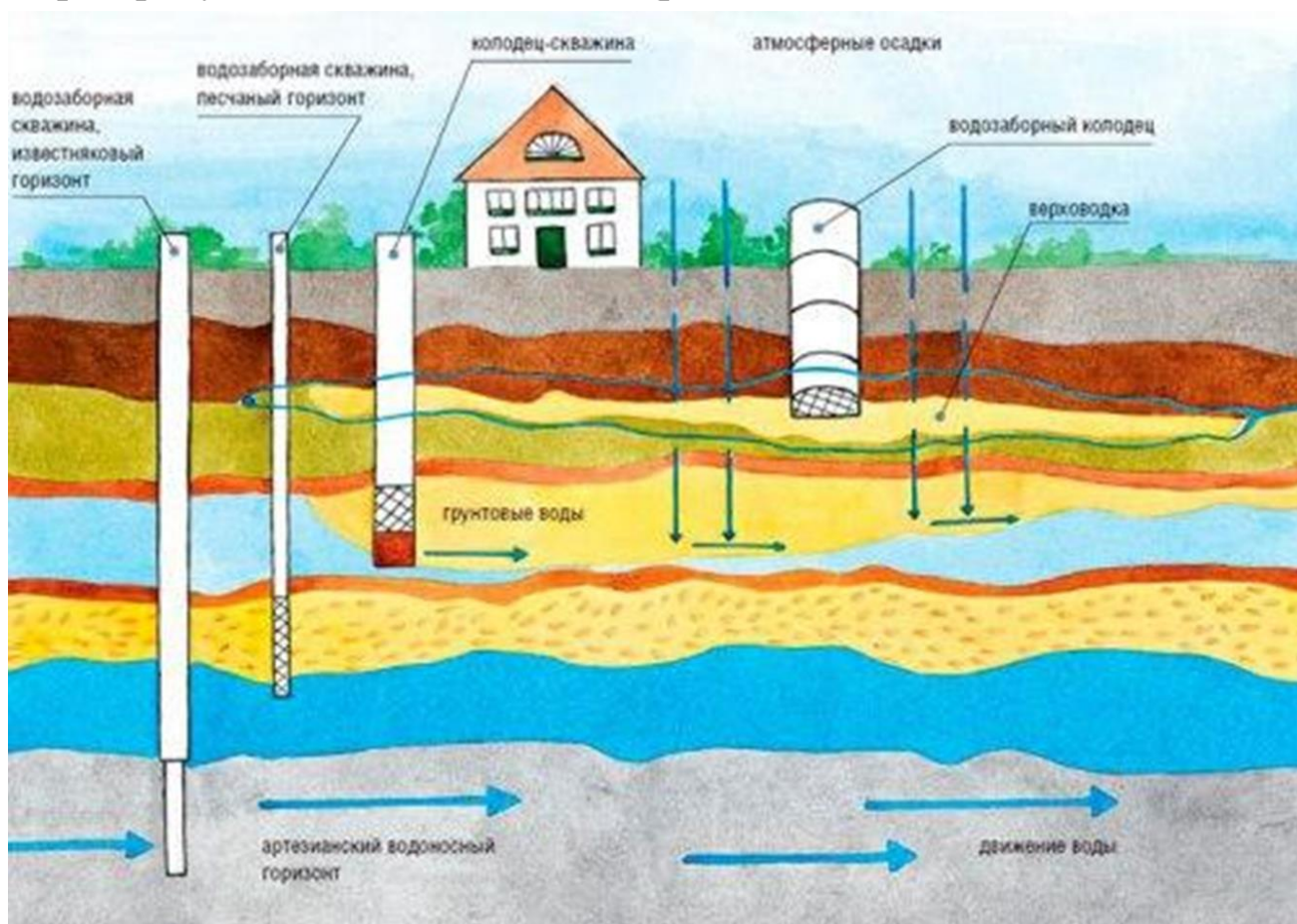


Рис. 39. Загрязнение грунтовых вод от пролитых на почву нефтепродуктов

Просочившиеся нефтепродукты создают большую угрозу водоносным горизонтам, а также водоемам и водотокам, так как незначительное содержание нефтепродуктов порядка 0,1мг/л делает воду непригодной для питья, а концентрация больше 0,05мг/л

недопустима для рыбохозяйственных водоемов.

Мероприятия по рекультивации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, необходимо назначать с учетом санитарно-гигиенических норм и экологической оценки территорий.

Для России в нефтедобывающих районах институт Геоэкологии РАН рекомендует безопасные уровни загрязнения грунтов нефтепродуктами:

в мерзлотно-тундровых и таежных районах до 1000 мг/кг,

в таежно-лесных – до 5000 мг/кг,

В лесостепных и степных районах – до 10000 мг/кг.

Республиканским Институтом биологии в Республике Башкортостан предельное допустимое содержание нефтепродуктов в почве было принято равным 1000 мг/кг, выше которого необходимы рекультивационные работы. Для г. Москвы утверждено предельное содержание нефтепродуктов в почве 300 мг/кг (Ильин, 1991).

В отдельных регионах страны в качестве ориентировочно допустимых уровней используют «фоновые значения» содержания углеводородов в почве или такое содержание нефтепродуктов, при котором за счет самоочищающей способности почвы в течение одного года восстанавливается продуктивность растений или восстанавливаются микробиологические процессы.

Если учитывать, что фоновое содержание нефтепродуктов в грунтах для территории России изменяется от 10 до 500 мг/кг, а подавление микробиологических процессов на вновь загрязненных землях начинается при содержании нефтепродуктов 200...300 мг/кг, то для сельскохозяйственных земель ПДС нефтепродуктов не должно быть больше 300 мг/кг.

Норматив содержания нефти и нефтепродуктов при рекультивации необходимо определять с учетом фонового содержания, характера загрязнения, вида нефтепродуктов, характера использования земель и природных условий, обуславливающих самоочищающую способность компонентов геосистем.

В настоящее время в РФ различают 2 уровня загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами:

1. Умеренное – оно может быть ликвидировано в течение пяти лет за счет процессов самоочищения.

2. Сильное – может быть ликвидировано более чем за пять лет, требует проведения специальных мероприятий (Лунева с соавт.2020).

Состав работ по рекультивации при загрязнении первого уровня направлен на активизацию почвенных микроорганизмов по деструкции углеводородов. Сюда входят рыхление почвы, внесение извести, гипса, высоких доз органических и минеральных удобрений с последующей заправкой, создание мульчированной поверхности из высокопитательных смесей, посев нефтетолерантных растений.

При умеренном загрязнении, кроме ежи сборной и полевицы белой, можно высаживать тимopheевку луговую, овсяницу красную, кострец безостый, люпин многолетний, бекманию восточную, канареечник, лядвенец рогатый, клевер и люцерну. Использование этих растений для корма животным должно строго контролироваться, поскольку в них могут накапливаться такие канцерогены, как полициклические ароматические углеводороды.

В составе рекультивационных работ при нефтяном загрязнении второго уровня проводят замену загрязненного слоя путем удаления последнего, создают рекультивационный слой способом смешивания замазученных и чистых слоев почвы, вносят органоминеральные и бактериальные активаторы (керамзитовые окатыши, навоз, биодеструкторы), устраивают поглотительно-экранирующие слои под загрязненным слоем из минеральных грунтов и извести.

Почвы с сильным уровнем загрязнения направляют на переработку с целью добычи извлекаемой части нефтепродуктов, после чего их рекультивируют в стационарных или полевых условиях.

Одним из приоритетных способов очистки почв от нефтепродуктов является использование биодеструкторов.

Их эффективность обеспечивается активностью микроорганизмов по

отношению к углеводородам в условиях хорошей аэрации почв, благоприятного водного, температурного (5...30⁰С) и питательного режимов почв.

Так, благодаря действию таких препаратов содержание нефтепродуктов в почве за 10 суток может снизиться на 30 %. По мере снижения загрязненности почвы применяют мероприятия первого уровня рекультивации (Лунева с соавт.2020).

Рекультивация земель, загрязненных пестицидами

К пестицидам относятся органические и неорганические соединения, применяемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорняками, а также для ускорения созревания регенеративных органов ряда культур, убираемых с помощью машин. В мире на один гектар в среднем вносится 300 г. химических средств защиты растений.

Оценка почв, загрязненных остаточным количеством пестицидов, проводится путем сравнения исходного содержания с санитарно-гигиеническими нормативами. ПДК для некоторых из них составляют: атразин – 0,01 мг/кг почвы, ДДТ – 0,1 мг/кг, линурон – 1,0 мг/кг, купроцин – 1,0 мг/кг, симазин – 0,01мг/кг.

Основной задачей рекультивационных работ на почвах, загрязненных пестицидами, является активизация процессов разложения их остаточных форм. Для этого применяются биодеструкторы, ориентированные на разложение определенных соединений, проводится ультрафиолетовое облучение растений и почв, вносятся органические и минеральные удобрения, проводятся агротехнические и агромелиоративные мероприятия.

В качестве специальных мероприятий применяют химические мелиоранты, сокращающие время полураспада пестицидов или образующие нетоксичные соединения, вносят природные и искусственные сорбенты, проводят известкование, вводят в севообороты культуры, способные усваивать отдельные соединения,

например, выращивание кукурузы, рапса и люпина для очистки почв от атразина, линурона и др. (Лунева с соавт.2020).

Рекультивация земель, загрязненных тяжелыми металлами

Загрязнение почв тяжелыми металлами приводит к образованию кислой или щелочной реакции почвенной среды, снижению обменной емкости катионов, потере питательных веществ, к изменению плотности, пористости, отражательной способности, к развитию эрозии, дефляции, к сокращению видового состава растительности, ее угнетению или к полной гибели (Ильин, 1991, Сорокин, 2016).

Прежде, чем начать рекультивацию таких земель необходимо установить источник и причины загрязнения, провести мероприятия по снижению выбросов, локализации или ликвидации источника загрязнения. Только при таких условиях может быть достигнута высокая эффективность рекультивационных работ.

Ориентиром для разработки состава работ по рекультивации земель в первую очередь служит приоритетное вещество, вызывающее ухудшение экологического состояния почв и качество сельскохозяйственной продукции, а ожидаемая подвижность других опасных веществ должна регулируется специальными или комплексными мероприятиями.

1. Культивирование устойчивых к загрязнению культурных и дикорастущих растений.

В зонах с чрезвычайной экологической ситуацией, имеющих многоэлементный набор загрязнителей, целесообразно переходить с производства овощей на зерно-кормовые севообороты и развитие животноводства с особым режимом содержания животных, например, со стойловым и кормлением разбавленными кормами или с выгоном на загрязненные и чистые луга. Переход на другие сельскохозяйственные культуры определяется различной их отзывчивостью на уровень содержания металлов в почве, причем эта отзывчивость у растений проявляется как в зависимости от вида, сорта, так и по распределению металлов в вегетативных и

регенеративных органах.

Различное накопление тяжелых металлов в растениях вызвано существованием биологических барьеров в системе: **почва - корень – стебель (листья) – регенеративный орган.**

Обычно наибольшее накопление тяжелых металлов наблюдается в вегетативных органах, наименьшее – в регенеративных, например, при содержании в почве 800 мг/кг свинца в соломе ржи обнаружено 9 мг/кг, а в зерне – 0,9 мг/кг.

Отзывчивость растений на отдельные металлы можно проследить на примере кадмия, наиболее чувствительными к избытку кадмия являются соя, салат, шпинат, а устойчивыми - рис, томат, капуста.

С учетом конкретных условий на почвах, загрязненных тяжелыми металлами, можно выращивать следующие устойчивые культуры: зерновые, злаковые травы, картофель, капусту, томаты, хлопчатник, сахарную свеклу.

2. Рекультивация почв с помощью растений (фитореккультивация), способных накапливать тяжелые металлы в вегетативных органах.

Установлено, что дерево за вегетационный период вдоль автомобильной дороги способно накапливать в себе количество свинца, равное его содержанию в 130 кг бензина, поэтому в населенных пунктах с загрязненными районами листовой опад целесообразно собирать и утилизировать.

Для очистки почв от цинка, свинца и кадмия необходимо выращивать большой горец, от свинца и хрома – горчицу, от никеля - гречиху и т.д., при загрязнение радиоактивными изотопами можно использовать вику, горох, люцерну, махорку (Ильин, 1991, Сорокин, 2016) (рис.40).



Рис. 40. Виды растений, устойчивые к загрязнениям тяжелыми металлами

3. Регулирование подвижности тяжелых металлов в почве.

Поглощение тяжелых металлов растениями зависит от содержания их подвижных форм в почве. Существование подвижных форм определяется свойствами и плодородием почв, биогеохимическими процессами, интенсивностью и объемами поступления тяжелых металлов в почву, выносом растениями. Поведение тяжелых металлов в почве и способы управления их содержанием вытекают из теории геохимических барьеров, а рекультивация загрязненных почв сводится к созданию дополнительных барьеров, управлению существующими барьерами или к ослаблению некоторых из них.

Почвы, тяжелые по механическому составу и имеющие высокое плодородие, содержат меньше подвижных форм тяжелых металлов, чем почвы легкие и малопродуктивные. Многие из металлов, относящиеся к первому классу опасности, в нейтральной почвенной среде образуют трудно растворимые соединения, а в кислой – легко растворимые. Кадмий наиболее подвижен в кислой среде и слабо

подвижен в нейтральной и щелочной среде. К подвижным в кислой среде относятся химические соединения, содержащие катионы Zn, Cu, Pb, Cd, Sr, Mn, Ni, Co и др. К подвижным в нейтральной и щелочной среде – Mo, Cr, As, V, Se. В равных условиях наименьшей растворимостью обладают фосфаты и сульфиды тяжелых металлов, из карбонатных соединений меньшую растворимость имеют соединения ртути, свинца и кадмия. Гидроксиды тяжелых металлов образуют трудно растворимые формы в слабокислых и нейтральных средах, исключением являются гидроксид Fe(pH = 2,5) и Al(pH = 4,1). На подвижность оказывают влияние органические вещества с малой молекулярной массой, фульвокислоты и гуминовые кислоты, так количество подвижной меди изменяется от 4,5 мг/кг до 2,0 мг/кг при изменении содержания гумуса в почве от 0,6 до 6,5%. Адсорбция свинца почвой при изменении содержания в ней гумуса от 2,5% до 7,0% возрастает с 5 мкг/кг до 20 мкг/кг.

Внесение в почву жидкого навоза и слабо разложившихся органических веществ повышает подвижность тяжелых металлов за счет образования низкомолекулярных водорастворимых комплексов. Поступление тяжелых металлов в растения по степени их подвижности: кадмий – свинец – цинк - медь.

Для регулирования подвижности соединений тяжелых металлов в почве используют известкование, гипсование, внесение органических и минеральных удобрений, землевание (внесение глины или песка).

При рекультивации земель, загрязненных тяжелыми металлами, значительное внимание уделяется поддержанию и образованию в почве труднорастворимых соединений. Для этого в дополнение к приведенным способам используют искусственные и природные адсорбенты. К природным относятся торф, мох, черноземные почвы, сапропель, бентонитовые и бентонитоподобные глины (разновидности огнеупорной глины), глауконитовые пески (минерал, содержащий водный алюмосиликат железа, кремнезема и оксида калия), клиноптилолиты (цеолиты - минералы из группы водных

алюмосиликатов), опоки (мергели и глины), трепелы (тонкопористая опаловая осадочная порода, состоящая в основном из аморфного кремнезема SiO_2), диатомиты.

Искусственные адсорбенты создаются в результате активации или смешения природных адсорбентов, например, активированный уголь, алюмосиликатные и железо-алюмосиликатные адсорбенты, углеалюмогели, адсорбент «СОРБЭКС», ионообменные смолы, полистирол. Избирательная способность адсорбентов может быть ориентирована на определенные металлы, например, при использовании адсорбента «МЕРКАПТО-8-ТРИАЗИН» кадмий, свинец, ртуть и никель переходят в недоступные для растений соединения (опыт Японии, Франции, Германии и других стран), применение клиноптололита значительно снижает поступление свинца, хрома, кадмия, меди, цинка в растения и т.д.. (Ильин, 1991, Сорокин, 2016).

4. Регулирование соотношений химических элементов в почве.

В основе этого способа лежит антагонизм и синергизм химических элементов, т.е. когда один элемент препятствует или способствует поступлению другого в растение, например, цинк препятствует поступлению ртути, а избыток фосфора приводит к снижению токсичности цинка, кадмия, свинца и меди, присутствие кальция может создать для одних металлов антагонистические, а для других синергические условия, в плодородной почве цинк и кадмий противостоят закреплению меди и свинца, а в малоплодородной почве процесс может развиваться в обратном направлении.

5. Создание рекультивационного слоя, замена или разбавление загрязненного слоя почвы может проводиться по многослойной схеме, а также путем нанесения одного слоя почвы на предварительно экранированную или неэкранированную загрязненную поверхность. Разбавление загрязненного слоя проводится землеванием чистой почвы с последующим смешением, разбавление может также проводиться с помощью глубокой вспашки,

когда верхний загрязненный слой перемешивается с чистым нижним слоем. Применяют снятие загрязненного слоя и его переработку, или снятие загрязненной почвы с последующей очисткой и возвращением обратно, но обычно такие операции проводят на небольших участках, они являются дорогостоящим способом рекультивации.

При значительном загрязнении почв и грунтовых вод токсичными веществами необходимо создавать инженерно-экологическую постоянно действующую систему управления потоками вещества в компонентах: почва - грунтовые воды. Подобная система обеспечивает рекультивацию загрязненных почв и грунтовых вод, а также служит барьером для поступления техногенных продуктов в реки и другие места разгрузки подземных стоков (Ильин, 1991, Сорокин, 2016).

2.3.2 Система хранения отходов (полигоны твердых бытовых отходов (ТБО)) и их рекультивация

Система хранения отходов – это комплекс сооружений и мероприятий, обеспечивающих длительное экологически безопасное хранение отходов потребления и производства.

К ним относятся полигоны твердых бытовых отходов (ТБО), устройство которых позволяет компактно, экологически и пожаробезопасно хранить ТБО, контролируя и управляя процессом их разложения. На полигоне выполняют прием, складирование и изоляцию отходов. Нельзя вывозить на полигоны токсичные, радиоактивные и биологически опасные отходы.

Организация работ должна соответствовать требованиям Охраны окружающей среды. Рабочую карту (площадку) разбивают на две части. На одной разгружают машины, на второй работают бульдозеры и грунтоуплотнители.

Полигоны размещаются за пределами городов и других населенных пунктов. Размер санитарно-защитной зоны от жилой застройки до границ полигона 500 м (СНиП 2.07.01-89, табл. 12).

Кроме того, размер санитарно-защитной зоны уточняется при расчете газообразных выбросов. Границы зоны устанавливаются по изолинии 1 ПДК, если она выходит из пределов нормативной зоны. Размер зоны менее 500 м не допускается.

По топографическим условиям наиболее благоприятными являются участки с умеренно-наклонным рельефом, в идеале – односклоновые, одной стороной примыкающие к линии поверхностного водораздела. Такой тип участка значительно упрощает отвод из тела полигона фильтрата и организацию противофильтрационной защиты полигона. Неблагоприятными являются участки практически горизонтальные (с уклоном менее 0,002) и косогорные (где уклоны более чем 0,02), в особенности, когда подобные участки располагаются в нижней части склона 8. (Инструкция, 1998 г.).

По геологическому строению наиболее благоприятным является залегание на поверхности слоя земли четвертичных отложений мощностью не менее 4-х метров.

По гидрогеологическим условиям наиболее приемлемыми являются те варианты размещения площадки полигона ТБО, по которым уровень первого слоя подземных вод от поверхности горизонта залегает ниже, чем подошва глинистого слоя; в основании (ниже, чем дно котлованов) имеется слой глинистых грунтов с толщиной более 2 метров;

исключается использование под полигон болот глубиной более 1 м и участков с выходами грунтовых вод в виде ключей, затопляемых паводковыми водами, территорий и районов геологических разломов, а также земельных участков, расположенных ближе 15 км от аэропортов.

По сопоставительной ценности изымаемых под полигон ТБО земель наиболее приемлемыми являются варианты размещения их на малоценных землях сельхозугодий. Также подходят незалесённые или покрытые лесами низших категорий участки земли, отработанные карьеры. Площадь участка, отводимого под

полигон, выбирается, как правило, из условия срока его эксплуатации не менее 15-20 лет.

Участки складирования должны быть защищены от стоков поверхностных вод с вышерасположенных земельных массивов. Для перехвата дождевых и паводковых вод по границе участка проектируется водоотводная канава. На расстоянии 1-2 м от водоотводной канавы размещается ограждение вокруг полигона. По периметру на полосе шириной 5-8 м проектируется посадка деревьев, прокладываются инженерные коммуникации (водопровод, канализация), устанавливаются мачты электроосвещения.

При отсутствии инженерных сооружений на этой полосе отсыпается кавальеры грунта для использования его на изоляцию ТБО.

На участке складирования ТБО проектируется устройство котлована с целью получения грунта для промежуточной и окончательной изоляции.

Средняя глубина котлована, отрываемого в основании полигона, рассчитывается из условия баланса земельных работ и уровня грунтовых вод. Уровень грунтовых вод должен быть на 1 м ниже днища котлована. Для грунтов, характеризующихся высоким коэффициентом фильтрации более 10-5см/с, необходимо предусматривать устройство искусственных непроницаемых экранов.

Виды непроницаемых экранов

1. Глиняный экран однослойный, толщиной не менее 0,5 м.

Исходная глина ненарушенной структуры должна иметь коэффициент фильтрации не выше 0,001 м/сут. Поверх экрана укладывается защитный слой из местного грунта, толщиной 0,2-0,3 м.

2. Грунтобитумный экран, обработанный органическими вяжущими веществами или отходами нефтеперерабатывающей

промышленности, толщиной от 0,2 м до 0,4 м, с одной стороны или двойной пропиткой битумной эмульсией, в зависимости от состава отходов и климатических условий.

3. Экран двухслойный из латекса. Экран состоит из планировочного подстилающего слоя толщиной 0,3 м, слоя латекса, промежуточного слоя из песчаного грунта высотой 0,4 м, второго слоя латекса и защитного слоя из мелкозернистого грунта толщиной 0,5 м.

4. Экран из полиэтиленовой пленки двухслойный (или геомембраны).

Двухслойный экран состоит из подстилающего слоя – глинистого грунта толщиной не менее 0,2 м, двух слоев полиэтиленовой пленки, толщиной 0,2 мм. Между слоями пленки устраивается дренажный слой из крупнозернистого песка, толщиной 0,4 м. На верхний слой пленки укладывается защитный слой ($h = 0,5$ м) песчаного грунта с частицами максимальной крупности до 5 мм.

Допускается применение однослойных искусственных экранов без дренажа фильтрата при благоприятных гидрогеологических условиях участка складирования: уровень грунтовых вод не менее 6 м от поверхности основания рабочих карт;

наличие в основании карт суглинков с коэффициентом фильтрации не более 10-3см/с и мощностью не менее 6 м.

Дренажный слой предусматривается для аварийных ситуаций и контроля выхода фильтрата.

На любом полигоне ТБО хозяйственная зона проектируется для размещения:

административно-бытового корпуса, контрольно-пропускного пункта совместно с пунктом стационарного радиометрического контроля; весовой; гаража и площадки с навесами и мастерскими для стоянки и ремонта машин и механизмов; склада горюче-смазочных материалов; складов для хранения энергоресурсов, строительных материалов, спецодежды, хозяйственного инвентаря

и др.; объектов и линий электроснабжения и других сооружений. Территория хозяйственной зоны должна иметь твердое покрытие, освещение и въезд со стороны полигона.

На крупных полигонах, принимающих свыше 360 тыс. м³/год ТБО и ОГСВ (осадки городских сточных вод), рассчитанных на срок эксплуатации более 15 лет, водоснабжение обеспечивается из артезианских скважин, проектируемых в составе объекта.

На меньших полигонах, рассчитанных на срок эксплуатации менее 15 лет, по согласованию с органами санэпиднадзора и местными коммунальными органами водоснабжение обеспечивается привозной водой.

Удаление стоков осуществляется: с использованием городской системы канализации (при наличии канализационного коллектора на экономически оправданном расстоянии), контрольно-регулирующего пруда и пруда испарителя; в засушливых районах можно использовать бессточную схему, при которой стоки отстаиваются в грязеотстойниках и подаются для испарения на поверхность рабочих карт полигона.

На выезде из полигона должна быть контрольно-дезинфицирующая зона с устройством железобетонной ванны длиной 8 м, глубиной 0,3 м и шириной 3 м для дезинфекции колес мусоровозов. Ванна заполняется трехпроцентным раствором лизола (бактерицидное вещество) и опилками.

В санитарно-защитной зоне полигона запрещается размещение жилой застройки, скважин и колодцев для питьевых целей. При отсутствии в санитарно-защитной зоне зеленых насаждений или земляных насыпей, по периметру полигона устраиваются кавальеры грунта, необходимого для изоляции при его закрытии. Режим санитарно-защитной зоны определяется действующими нормами и правилами.

Основным фактором, определяющим негативное воздействие полигонов ТБО, является свалочный фильтрат, который образуется в результате слеживания и отжимания из них воды, а также

фильтрации дождевой воды через свалочное тело.

В силу отсутствия в России отдельного сбора отходов и реальном несоблюдении даже имеющихся нормативных требований по сбору опасных отходов на практике на полигонах твердых бытовых отходов оказывается множество опасных и чрезвычайно токсичных веществ, таких как: ртуть из градусников и люминесцентных ламп; кадмий из батареек; свинец из аккумуляторов; канцерогенные вещества из банок с остатками краски или растворителя; просроченные лекарства и т.д. Все это попадает в свалочный фильтрат, который чрезвычайно ядовит, содержит в итоге токсичные вещества, соли тяжелых металлов, канцерогены и болезнетворную микрофлору.

На протяжении жизненного цикла полигона бытовых отходов, фильтрат является постоянным источником загрязнения грунтовых вод, и представляет серьезную опасность для здоровья населения и окружающей местности. Данную проблему эффективно решают Станции для очистки фильтрата полигонов ТБО на основе использования мембран обратного осмоса (рис.41).



Общий вид зданий: параллельно работающие и технологически связанные Станции очистки стоков (СОС 1 и СОС 2), общей производительностью 400 м³ в сутки.



Узел обеззараживания сточных вод озонированием



Узел мембран обратного осмоса

Рис. 41. Общий вид станции для очистки фильтрата полигонов ТБО на основе использования мембран обратного осмоса

Закрытие полигона и передача участка под дальнейшее использование

Полигон закрывают после отсыпки его на проектную отметку. Допускается превышение отметки на 10%. Последний слой перед закрытием полигона засыпают слоем грунта с учетом дальнейшей рекультивации. Защитные экраны по верху свалочного грунта выполняют главные природоохранные функции - это комбинация изоляционных и фильтрующих элементов, собирающих и отводящих воду, осадки и биогаз.

Сначала выполняют планировку (выравнивание) с общим уклоном к краям полигона. Затем насыпают слой минерального грунта не менее 0.5 м. При наличии биогаза по верху укладывают слой газопроводящего материала, например, песка до 0.3 м. Затем идет противифльтрационный материал, состоящий из двух слоев глины и рулонной изоляции. Наружные откосы укрепляют минеральным грунтом и озеленяют.

В конце процесса стабилизации производится завоз грунта автомобильным транспортом для засыпки и планировки образовавшихся провалов. Рекультивацию проводят после окончания стабилизации закрытого полигона.

Сроки стабилизации закрытых полигонов для различных климатических зон (табл.2).

Таблица 2

Сроки стабилизации закрытых полигонов для разных климатических

зон

Вид рекультивации	Сроки стабилизации закрытых полигонов для различных климатических зон, год		
	южная	средняя	северная
Посев многолетних трав, создание пашни, сенокосов, газонов	1	2	3
Посадка кустарников, сеянцев	2	2	3
Посадка деревьев	2	2	3
Создание огородов, садов	10	10	15

Рекультивация таких свалок требует выполнения большого объема подготовительных работ, а именно:

- проведения комплекса экологических исследований (гидрогеологических, геологических, почвенных, исследования атмосферы, проверки отходов на радиоактивность и т.п.);
- решения вопросов по утилизации отходов, консервации фильтрата, использования биогаза, устройства экранов и т.д.

Наиболее приемлемы для закрытых полигонов сельскохозяйственное, лесохозяйственное, рекреационное и строительное направление рекультивации.

Сельскохозяйственное направление рекультивации закрытых полигонов осуществляется в случае расположения полигона в зоне землепользования того или иного сельскохозяйственного предприятия. Оно имеет целью создание, на нарушенных в процессе заполнения полигона землях, пахотных и сенокосно-пастбищных угодий, площадей для поливного высокопродуктивного овощеводства, коллективного садоводства.

При осуществлении сельскохозяйственного направления рекультивации выращивание овощей и фруктов, а также коллективное садоводство допускается через 10-15 лет, создание сенокосно-пастбищных угодий - через 1-3 года после закрытия полигона.

Лесохозяйственное направление рекультивации - создание на

нарушенных полигонами землях лесных насаждений различного типа. Лесоразведение предусматривает создание и выращивание лесных культур мелиоративного, противоэрозионного, полезного, ландшафтно-озеленительного назначения.

Строительное направление рекультивации закрытых полигонов - приведение территории закрытого полигона в состояние, пригодное для промышленного и гражданского строительства. Строительное направление осуществляется двумя способами: строительство объектов на территории закрытого полигона без вывоза свалочного грунта и с вывозом свалочного грунта.

Вопрос о капитальном строительстве на закрытых полигонах без вывоза свалочного грунта решается после проведения соответствующих исследований.

Гражданское строительство с подвальными помещениями (жилые здания, детские и лечебно-профилактические учреждения) на территории закрытого полигона без вывоза свалочного грунта не допускается. При вывозе свалочного грунта жилищное строительство может быть разрешено только после проведения соответствующих санитарно-бактериологических исследований.

Контрольные вопросы по теме

1. Принципы рекультивации загрязненных земель.
2. Рекультивация земель, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.
3. Уровни загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами.
4. Культивирование устойчивых к загрязнению растений.
5. Использование биодеструкторов в рекультивации загрязненных земель.
6. Очистка почв от нефтепродуктов с использованием биодеструкторов.
7. Состав рекультивационных работ при нефтяном загрязнении первого и второго уровней сельскохозяйственных земель.

8. Регулирование подвижности тяжелых металлов в почве.
9. Регулирование соотношений химических элементов в почве.
10. Рекультивация земель, загрязненных пестицидами.
11. Каковы требования к размещению полигонов ТБО?
12. Каковы мероприятия технического этапа рекультивации полигонов ТБО?
13. Каковы особенности биологического этапа рекультивации свалок и полигонов ТБО?
14. Каковы направления рекультивации закрытых полигонов ТБО?

ЛИТЕРАТУРА

Голованов А.И., Зимин Ф.М., Козлов Д.В., Корнеев И.В. Природообустройство. Изд. Лань, 2015.

Голованов А.И., Зимин Ф.М., Сметанин В.И. Рекультивация нарушенных земель. Изд. Лань, 2015.

ГОСТ 17.5.1.03-86 «Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель»

ГОСТ Р 59060-2020, НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ «Охрана окружающей среды, Земли. Классификация нарушенных земель в целях рекультивации», дата введения 2021-04-01.

Захаров Н.Г. Учебно-методический комплекс по рекультивации и охране земель Ульяновск 2007 г.

Зеньков И.В., Нефедов Б.Н., Барадулин И.М., Юронен Ю. П., Вокин В.Н., Кирюшина Е.В. Технологии рекультивации и обустройство нарушенных земель в Западной и Восточной Сибири. 2015.

Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. Новосибирск: Наука, 1991.

Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов твердых бытовых отходов, 1998.

Игловиков А.В. Рекультивация и охрана нарушенных земель. Тюмень.2013.

Лунева Е.Н., Новикова И.В., Гурина И.В., Панкарикова А.А., Уржумова Ю.С. Основы мелиорации и ландшафтоведения. Учебное пособие. Москва-Берлин: Директ-Медиа, 2020.

Недикова Е.В., Постолов В.Д. Основы природообустройства и землеустройства. Учебное пособие. Изд. Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I (Воронеж). 2014.

Сорокин Н.Д. Рекультивация нарушенных и загрязнённых земель. Изд. Санкт-Петербург.Знание. 2016.

Фокин С.В. Инженерное обустройство территорий. Учебное пособие. Москва. Изд.КНОРУС. 2017.

Хамидов М.Х., Мухамедов А.К., Бегматов И.А., Бараев А.А. Природообустройство. Учебное пособие. Ташкент. 2008.

Айдаркуль [Электронный ресурс]
[URL:https://ru.wikipedia.org/wiki/Айдаркуль](https://ru.wikipedia.org/wiki/Айдаркуль) (дата обращения: 24.02.2023).

Аральское море [Электронный ресурс]
[URL:https://ru.wikipedia.org/wiki/Аральское море](https://ru.wikipedia.org/wiki/Аральское_море) (дата обращения: 24.02.2023).

Большой Ферганский канал [Электронный ресурс]
[URL:https://ru.wikipedia.org/wiki/Большой Ферганский канал](https://ru.wikipedia.org/wiki/Большой_Ферганский_канал) (дата обращения: 24.02.2023).

Большой Гиссарский канал [Электронный ресурс]
[URL:https://ru.wikipedia.org/wiki/Большой Гиссарский канал](https://ru.wikipedia.org/wiki/Большой_Гиссарский_канал) (дата обращения: 24.02.2023).

Медео [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Медео> (дата обращения: 24.02.2023).

Оползень [Электронный ресурс] URL:
<https://ru.wikipedia.org/wiki/оползень> (дата обращения:
24.02.2023).

Самур-Апшеронский канал [Электронный ресурс]
URL:[https://ru.wikipedia.org/wiki/Самур-Апшеронский канал](https://ru.wikipedia.org/wiki/Самур-Апшеронский_канал)
(дата обращения: 24.02.2023).

Сарыкамышское озеро [Электронный ресурс]
URL:[https://ru.wikipedia.org/wiki/Сарыкамышское озеро](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сарыкамышское_озеро) (дата
обращения: 24.02.2023).

Сель [Электронный ресурс] URL:
<https://ru.wikipedia.org/wiki/сель> (дата обращения: 24.02.2023).

Смарт-тоннель [Электронный ресурс] URL: <https://tunnel.it-aites.org/ru/cases-histories/case/smart-malaysia> (дата обращения:
24.02.2023).

Сталинский план преобразования природы
URL:[https://ru.wikipedia.org/wiki/Сталинский план преобразования природы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сталинский_план_преобразования_природы) (дата обращения: 24.02.2023).

Токийский противопаводковый коллектор [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Токийский противопаводковый коллектор](https://ru.wikipedia.org/wiki/Токийский_противопаводковый_коллектор) (дата обращения: 24.02.2023).

Тржебоньская прудовая система, c-trebon-pond-system
[Электронный ресурс] URL:<https://www.visitczechrepublic.com/ru-RU/63ec2e15-86c4-40b4-875d-5a1363f35375/place/c-trebon-pond-system> (дата обращения: 24.02.2023).

Учебное издание

Палагушкина Ольга Викторовна

Учебное пособие