

**СОВРЕМЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**



**ПРИРОДОТЕХНОГЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ОСНОВЫ  
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА**

Учебное пособие для студентов,  
обучающихся по направлению подготовки  
«Природообустройство и водопользование»

Рязань, 2021

УДК 502  
ББК 20.1  
П77

Природотехногенные комплексы и основы природообустройства:  
Учебное пособие / сост. Викулов А.Ф., Кувшинкова А.Д., Томаля А.В.  
Современный технический универ-т. - Рязань, 2021. - 54 с. -Электронное  
издание.  
Рецензент: генеральный директор ООО «Проспект» Ивкин Ю.В.

Учебное пособие составлено по материалам отечественных учебников, научных монографий и статей. В пособии рассматриваются вопросы основ природообустройства и особенностей природотехногенных комплексов. Уделяется внимание принципам природообустройства, структуре природотехногенных комплексов.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Природообустройство и водопользование»

*Издается по решению Ученого Совета АНО ВО  
«Современный технический университет»*

УДК 502  
ББК 20.1  
П77

© А.Ф. Викулов, А.Д. Кувшинкова, А.В.Томаля  
© Современный технический университет, 2021

## ВВЕДЕНИЕ

Понятие «природа», как совокупность естественных условий существования человеческого общества, эквивалентно понятию «окружающая среда», часто используемому в технической литературе. Если понимать природу как окружающую человека среду, то ее можно представить как географическую оболочку, состоящую из пяти компонентов: массы твердой земной коры, массы вод во всех состояниях, воздушные массы, почва, биота или живые и мертвые организмы.

Человек в своей жизнедеятельности не может отказаться ни от использования природы, ни от изменения компонентов природы, ни от научно-технического прогресса.

Отношения человека с природой можно разделить на природоведение, природообустройство и природопользование.

Природообустройство включает мелиорацию земель различного назначения, восстановление (рекультивацию) нарушенных и загрязненных земель, природоохранное обустройство территорий, борьбу с природными стихиями.

Природообустройство является одним из важнейших элементов национальной безопасности страны, характеризующей состояние защищенности жизни, здоровья, прав человека, интересов и ценностей общества и государства от различных видов вреда.

Национальная безопасность 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);
- информационной.

Очевидно, что легче предотвращать состояние опасности, чем бороться с ним. Природообустройство ставит перед собой прямые задачи, имеющие отношение к природоресурсной, энергетической, продовольственной безопасности, безопасности в сфере прав человека, экологии и здравоохранения.

## **Общие положения природообустройства, его связь с природопользованием и отличия от него**

Окружающую человека среду можно представить как состоящую из четырех неразрывно взаимосвязанных подсистем:

- собственно природной среды,
- квазиприродной, т.е. модифицированной человеком природной среды,
- искусственной или артеприродной среды,
- социальной среды.

**Собственно природная среда** – факторы и условия существования человека чисто естественного происхождения (факторы – материальные, энергетические и информационные компоненты, обеспечивающие жизнь; условия – обстоятельства, в которых развивается жизнь), имеющие свойства самоподдержания и саморегуляции без постоянного вмешательства человека.

**Квазиприродная среда** - преобразованные человеком уголья, внедренные в природную среду культурные растения, грунтовые дороги, внешнее пространство населенных мест, зеленые насаждения (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. Их долговременное существование возможно только при поддержке человеком.

**Артеприродная среда** – весь искусственный мир, созданный человеком для удовлетворения своих потребностей, не имеющий аналогов в естественно природе, чуждый ей и разрушающийся без непрерывного обновления. К ней относятся здания, сооружения, дороги с твердым покрытием, трубопроводы, бетонированные каналы, искусственные водоемы (бассейны) и т.п. Несмотря на свою искусственность, артеприродная среда подчиняется тем же объективным законам природы (тяжести, теплопроводности, электропроводности и др.).

И квазиприродная и артеприродная среды не существуют изолированно, человек их встраивает в природные системы, образуя техноприродные или социоприродные системы.

**Социальная среда** – культурно-психологический, информационный, политический климат, создаваемый для личности, социальных групп и человечества в целом самими людьми и слагающийся из влияния людей, как социально-биологических существ, друг на друга в коллективах с помощью средств материального, энергетического и информационного воздействия. Социальная среда интегрируется с природной, квазиприродной и артеприродной средами, формируя «качество среды жизни». Уровень природопользования и природообустройства в нем является незаменимой составляющей.

Деятельностные отношения человека и окружающей его природы можно разделить на:

- **природоведение** - познание объективных законов возникновения, развития, функционирования отдельных компонентов природы и их совокупности в виде природно-территориальных комплексов или геосистем различного ранга.

- **природопользование** - извлечение из природных объектов вещества, энергии и информации, использование природных объектов как пространственного базиса для размещения антропогенных объектов (населенных пунктов, объектов промышленности, транспорта, связи, природообустройства, обороны); использование природных объектов для размещения отходов антропогенной деятельности (газообразных, жидких, твердых, органических и неорганических);

- **природообустройство** – это особый вид деятельности, заключающийся в улучшении компонентов природы для повышения их потребительской стоимости, восстановлении нарушенных компонентов и защите их от негативных последствий природопользования.

Природообустройство призвано повышать эффективность природопользования, восстанавливать нарушенные природные объекты, защищать природу и человека от стихийных бедствий.

**В природообустройство входит:**

- **мелиорация земель** разного назначения: сельскохозяйственных, водного и лесного фондов, поселений, промышленности, транспорта, связи; рекреационного, оздоровительного, историко-культурного, научного, оборонного назначения. Человек может воздействовать и на качество воздушной среды: увлажнение воздуха при суховеях, борьба с неурочными заморозками посредством лесонасаждений, искусственного увлажнения распыленной водой.

- **рекультивация земель**, т.е. восстановление свойств компонентов природы или даже самих компонентов после их использования, нарушенных при добыче полезных ископаемых, в результате строительства; восстановление растительного покрова, запасов и качества подземных и поверхностных вод; очистка загрязненных территорий. В рекультивации нуждаются и недра (заполнение выработанных полостей), и водные объекты (восстановление нарушенного гидрологического режима, водной биоты, очистка вод).

- **природоохранное обустройство территорий**: борьба с водной и ветровой эрозией, восстановление естественной гидрографической сети, особенно малых рек, водоохраных зон; защита от некоторых природных стихий (наводнений, подтоплений, оползней, размыва берегов, селей).

Таким образом, природообустройство – это особый вид деятельности, Природообустройство глубоко вмешивается в природные процессы, вызывает изменения в развитии и функционировании природных систем. Поэтому проводят его в условиях гласности, на определенной правовой основе, после всесторонней независимой экспертизы, его последствия должны надежно прогнозироваться и контролироваться после осуществления.

Природообустройство тесно связано с природопользованием, часто предшествует ему, иногда проводится после смены характера использования природных объектов, во многих случаях осуществляется одновременно, хотя четкой границы между двумя этими видами деятельности нет.

Отличие природообустройства от природопользования заключается в том, что осуществляют их разными технологиями. Например, при функционировании металлургического или химического предприятия задача природопользователя - максимально сокращать вредные выбросы, загрязняющие природную среду, совершенствуя свои технологии производства, а задача природообустроителя – очистка загрязненных территорий: почв, вод, геологических пород.

При природообустройстве очень важно четко обозначить объект этой деятельности. Воздействие на отдельные компоненты природы - это, в сущности, абстракция, ибо эти компоненты не автономны. Это только кажется, что можно лишь что-то поменять, оставив все остальное неизменным. Построив плотину на реке, чтобы сделать ее судоходной, не только изменяется уровень воды на отдельном участке реки, но и происходит подтопление прилегающих земель, изменяется температурный режим воды в реке и т.д. Полив почву не только изменяет ее свойства и состояние, но и изменяется питание подземных вод, их отток в дренажи, химизм подземных вод, физико-механические свойства грунтов, свойства приземного слоя атмосферы.

**При природообустройстве надо рассматривать целостные геосистемы, из которых состоят обустраиваемые земли. В каждом конкретном случае можно выделить главный объект природообустройства - определенный компонент геосистемы, тесно связанный с другими.**

**Объектом** природообустройства, должна быть геосистема такого ранга, в пределах которой непосредственно проявляются осуществляемые человеком преобразования для целей конкретного природопользования. При осуществлении преобразований необходимо отслеживать ближние и дальние последствия, т.е. оценивать влияние работ по природообустройству и природопользованию на соседние геосистемы.

Помимо обустройства природы человек **осуществляет инженерное обустройство территорий** перед их использованием: создает транспортные коммуникации, системы энергоснабжения, связи, водоснабжения и т.п.

### **Принципы рационального природообустройства**

Человек накопил довольно большой опыт в применении отдельных приемов природообустройства и возникла необходимость в познании общих закономерностей этой деятельности, выработке общих принципов, обеспечивающих гармоничное развитие природных систем и человеческого общества. К основным принципам рационального природообустройства относятся следующие:

- **Принцип целостности** - природные объекты, подвергающиеся обустройству или использованию надо рассматривать как единые геосистемы различного ранга; объектом природообустройства должен быть не отдельный ресурс или компонент природы, а определенного ранга геосистема;

- **Принцип сбалансированности** хозяйственной деятельности на обустроенной территории с ресурсными и экологическими возможностями природных систем;

- **Принцип природных аналогий**, т.е. применение направлений и технологий природообустройства, которые по возможности воспроизводят естественные процессы функционирования компонентов природы;

- **Принцип адекватности воздействий**: управление природными системами должно строиться на основе прямых и обратных связей, т.е. техногенные системы должны оборудоваться средствами получения и обработки информации о состоянии природных систем, а также блоками по выработке управляющих сигналов и их реализации в зависимости от меняющейся во времени ситуации,

- **Принцип гармонизации круговоротов**: нахождение наилучшего сочетания антропогенного и природного круговоротов веществ и энергии; Человек, вмешиваясь в природные процессы, изменяет естественные и создает новые круговороты, например, природа часто выводит из геохимического круговорота токсичные вещества, соли, «захоранивает» их в глубоких пластах или в полужамкнутых геологических образованиях, человек, интенсифицируя круговорот воды орошением и дренажем, «распечатывает» эти склады, что может приводить к засолению почв, загрязнению речных вод.

**Принцип предсказуемости**: природообустройство должно опираться на достоверные количественные долголетние прогнозы изменения как функционирования природных систем под действием управляющих воздействий, так и на прогнозы изменения экономической и социальной обстановки. Этому соответствует принцип «обманчивого благополучия»,

когда первые успехи от преобразования природы могут в последующем измениться на неблагоприятные, для объективной оценки мероприятий нужны годы.

### **Геосистемы (ландшафты) как объекты природообустройства**

Одна из фундаментальных проблем природообустройства, – как встроиться человеку своей деятельностью в единое природное тело.

Вторая проблема – изучение новых, отсутствовавших в природе, техноприродных или квазиприродных систем, познание законов их создания, функционирования, развития и управления ими.

Теорией членения Земли на генетически однородные объекты разной крупности вводится понятие **геосистема – как пространственно-временной комплекс (полная система) всех компонентов природы, взаимообусловленных в своем размещении и развивающихся как единое целое.**

С этих позиций планета Земля представляется как глобальная геосистема. Суша глобальной геосистемы Земля состоит из ландшафтных зон, те, в свою очередь, из ландшафтных стран, далее следуют ландшафтные области, провинции, округа и собственно ландшафты, которые делятся на местности, те – на урочища и далее на фации. От иерархического уровня геосистемы зависит её внутренняя неоднородность, разнообразие, устойчивость, изменчивость. Наиболее изменчивыми являются наименьшие геосистемы – фации.

Вся суша представляется в виде совокупности ландшафтов.

**Под ландшафтом понимают генетически единую геосистему, однородную по зональным и азональным признакам и включающую специфический набор локальных геосистем: местностей, урочищ, фаций.** Ландшафт – это наименьшая территориальная единица, сохраняющая все типичные для данной зоны черты строения географической оболочки, в нем сочетаются и региональные и локальные особенности природы, полно представлен характерный местный комплекс природных факторов, условий жизни и деятельности людей.

Ландшафт имеет однородный геологический фундамент, определенный состав горных пород, один генетический тип рельефа, единый местный климат и, как следствие, один зональный тип и подтип почв, каждому ландшафту свойственен такой набор компонентов и такое внутреннее строение, что делает каждый ландшафт в целом уникальным, имеющим много индивидуальных черт.



У ландшафта имеются природные, естественные границы, что позволяет составлять ландшафтные карты. Следовательно, ландшафт – это крупный выдел территории, который обладает индивидуальностью, единым происхождением, имеет сложную структуру, состоит из нескольких местностей, урочищ, фаций, всегда выполняет несколько социально-экономических и экологических функций, на нем расположены земли разного назначения.

### **Свойства геосистем**

Геосистемы, как разновидность больших систем, обладают общесистемными свойствами, помимо этого, у них есть особые, только им присущие свойства.

#### **Общесистемные свойства:**

- **Целостность (эмерджентность)** – это способность систем проявлять полностью свои свойства только при взаимодействии элементов. Оно означает, что систему невозможно познать, изучая лишь составные части и не учитывая взаимодействия между ними.

- **Сложность.** Свойство характеризуется числом элементов или возможных состояний системы. В таком случае во всех природных системах число элементов очень велико. Но важно, что при изучении геосистем нужно оставаться на уровне рассмотрения процессов, значимых для ландшафта, местности, урочища, фации. Важная для природообустройства система «почва – вода – атмосфера - растение» состоит из четырех подсистем, каждую из которых можно описывать более или менее сложной моделью в зависимости от поставленных задач.

- **Разнообразие.** Система жизнеспособна только тогда, когда состоит из разнообразных элементов и связей. Минимальное количество разных элементов – два (плюс и минус, северный и южный магнитные полюса, мужской и женский пол). В геосистемах это свойство выражается в **неоднородности и изменчивости свойств** и компонентов природы в пространстве.

- **Структурность** характеризует организацию системы. Степень развития структуры является отражением сложности системы и разнообразия ее элементов, а также видов связей элементов между собой.

Четыре отмеченных свойства характерны для всех систем, от природных до политических. На этих свойствах основаны принципы целостности и необходимого разнообразия, которые позволяют создавать

оптимальные техногенные подсистемы природообустройства с учетом наиболее общих закономерностей теории систем.

**Свойства динамических систем.** В природных системах связи имеют характер потоков вещества, энергии и информации. Это означает, что один элемент системы, например биота, влияет на другой (почву, гидросферу и пр.) с помощью движущихся в пространстве и времени веществ, энергии, а часто и информации. Все такие системы называют динамическими. Перечислим ряд их характерных свойств.

- **Функционирование.** Внутри динамических систем (к ним относятся и геосистемы) идут процессы обмена вещества, энергии и информации и их преобразование. Природообустройство ставит перед собой задачу управления потоками вещества и энергии в природе и гармонизации круговоротов, т.е. нахождения такого оптимального уровня воздействия, который не приводит к неблагоприятным изменениям в управляемой системе.

- **Открытость.** Фундаментальная особенность динамических систем – постоянный обмен веществом, энергией и информацией с окружающей средой. Геосистемы обмениваются энергией, веществом и информацией с другими геосистемами.

- **Устойчивость** – способность восстанавливать или сохранять структуру и другие свойства при резком изменении внешних воздействий.

- **Динамичность** – способность обратимо изменяться под действием периодически меняющихся, внешних факторов без перестройки структуры или с незначительной перестройкой; это обеспечивает геосистеме её гибкость, «живучесть».

### Устойчивость геосистем

Для оценки характера и глубины техногенного воздействия, определения допустимого предела воздействия или допустимой антропогенной нагрузки на геосистему, за которыми наступают необратимые и нежелательные ее изменения, необходимо в каждом конкретном случае определять устойчивость геосистемы к техногенным нагрузкам.

Всякая геосистема приспособлена к определенным условиям, в пределах которых она устойчива и нормально функционирует даже при возмущениях внешних природных факторов (динамичность геосистемы). Техногенные возмущения часто превосходят природные, они более

разнообразны, некоторые вообще отсутствуют в природе, например загрязнение искусственными веществами.

**Общие критерии природной устойчивости геосистем: высокая организованность, интенсивное функционирование и сбалансированность функций геосистем, включая высокую биологическую продуктивность и возобновимость растительного покрова.** Эти качества определяются оптимальным соотношением тепла и влаги, и находят свое выражение в степени развитости почвенного покрова, а в конечном итоге и в плодородии почв.

Так, тундровые ландшафты с недостатком тепла имеют слаборазвитые почвы, они очень неустойчивы при техногенных нагрузках, сильно ранимы и очень медленно восстанавливаются. Дефицит тепла определяет низкую активность биохимических процессов, медленную самоочищаемость от промышленных выбросов. При разрушении растительного и почвенного покровов нарушается тепловое равновесие многолетнемерзлых пород, что вызывает просадки, разрушение фундаментов сооружений и т.п.

Таежные ландшафты в целом более устойчивы из-за лучшей обеспеченности теплом и благодаря мощному растительному покрову, здесь формируются естественно не очень плодородные подзолистые почвы, но отзывчивые на высокую культуру земледелия. Интенсивный влагооборот способствует удалению подвижных форм загрязняющих веществ, но биохимический круговорот еще медленный. Устойчивость геосистем в этой зоне снижается также из-за заболоченности, а также при сведении лесного покрова.

Высокой устойчивостью обладают ландшафты степной зоны, где наблюдается наиболее благоприятное (для условий России) соотношение тепла и влаги. Высокая биохимическая активность степных ландшафтов способствует их довольно интенсивному самоочищению.

В пустынных ландшафтах интенсивная солнечная радиация ускоряет биохимические процессы, но недостаток влаги уменьшает вынос продуктов разложения, в том числе и загрязняющих веществ. Почвы маломощные и, также как и в тундровой зоне, сильно ранимы. Поэтому пустынные ландшафты малоустойчивы.

Восстановление нарушенных компонентов, очистка от загрязнения, т.е. рекультивация земель также способствует росту устойчивости.

Устойчивость геосистем зависит от их внутренней неоднородности, и растет с повышением ее ранга.

### **Техногенные воздействия на геосистемы**

Важной проблемой является изучение закономерностей сосуществования и взаимодействия естественных ландшафтов и встроенных

в них человеком искусственных сооружений, устройств. Встроенные в ландшафт или в геосистемы любого ранга искусственные сооружения или вносимые в него новые элементы (посевы новых культур, здания, сооружения) функционируют в нем, подчиняясь природным законам.

Измененную геосистему, т.е. квазиприродную, нужно рассматривать как особую **техноприродную систему, в которую встроены техногенные инородные для природы блоки**: посевы сельскохозяйственных культур, здания, сооружения, коммуникации и т.п. В такой системе техногенные и природные блоки функционируют, подчиняясь природным законам.

Устойчивость техноприродных систем вступает в противоречие с устойчивостью измененной природной системы. Если природная система старается возвратиться в «первобытное» состояние, человек заинтересован в устойчивости техноприродных систем. Критерии устойчивости в обоих случаях имеют противоположный характер

**Устойчивость преднамеренно модифицированной геосистемы (техноприродной системы) вместе с встроенным в нее техногенным блоком определяется, как способность выполнять заданную социально-экономическую функцию.**

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. С этих позиций выделяют первичные и вторичные компоненты. Геологический фундамент и свойства воздушных масс, т.е. климат, являются базовыми, первичными, формирующими облик ландшафта, их человеку трудней всего изменить. Легче всего человек изменяет вторичные компоненты: растительный покров, почвы, сильно воздействует на поверхностные воды, но вторичные компоненты и легче восстанавливаются.

**Ландшафты по степени их изменения подразделяют на:**

- **условно неизменные**, которые не подверглись непосредственному хозяйственному использованию и воздействию;

- **слабоизмененные**, подвергающиеся преимущественно экстенсивному хозяйственному воздействию (охота, рыбная ловля, выборочная рубка леса), которое частично затронуло отдельные «вторичные» компоненты ландшафта (растительный покров, фауну), но основные природные связи не нарушены;

- **среднеизмененные** ландшафты, в которых необратимая трансформация затронула некоторые компоненты, особенно растительный и почвенный покров;

- **сильно измененные** ландшафты, которые подверглись интенсивному воздействию, затронувшему почти все компоненты (растительность, почвы, воды и даже массы твердой земной коры), что привело к существенному нарушению структуры, часто необратимому;

- **культурные ландшафты**, в которых структура рационально изменена в интересах человека и природы; именно таким ландшафтам должно принадлежать будущее.

## **Нормы техногенного воздействия на ландшафты**

Очень важной проблемой является сосуществование и взаимодействие естественных ландшафтов и встроенных в них человеком искусственных сооружений, устройств. При оценке воздействия человека на природу надо иметь в виду, что как бы сильно ни был изменен ландшафт человеком, в какой бы степени ни был насыщен результатами человеческого труда, он остается частью природы, в нем продолжают действовать природные закономерности. Для оценки характера и глубины техногенного воздействия, определения допустимого предела воздействия или допустимой антропогенной нагрузки на геосистему, за которыми наступают необратимые и нежелательные ее изменения, необходимо в каждом конкретном случае определять устойчивость геосистемы к техногенным нагрузкам.

Совершенствование природопользования и природообустройства невозможно без разработки нормативов антропогенного и техногенного воздействия на ландшафты. Разработка нормативов направлена на сохранение ресурсо- и средовоспроизводящих свойств ландшафтов.

**Норма**, от лат. norma - руководящее правило - узаконенный, признанный, обязательный порядок, мера. Нормы - компромисс между желаемым (допустимым) и экономически возможным. При обосновании норм учитываются реальные возможности фактического этапа развития хозяйства и геосистемы. Например, для сохранения состава атмосферы неизменным в процессе любого производства необходимо исключить выбросы вредных веществ. Если это не удастся экономически или технологически, то вводятся нормы предельно допустимых выбросов (ПДВ). Или по качеству воды - ее чистота и степень очистки связаны с загрязненным стоком в водоисточник, вводят нормы предельно допустимых концентраций (ПДК) и т. д.

Компромисс, между допустимым воздействием на геосистему (в конечном счете, на здоровье человека) и реально возможными воздействиями зависит от уровня материально-технического развития общества и отражен в существующих и разрабатываемых нормативах. При повышении экономических возможностей общества и развитии технологий нормы должны оправданно ужесточаться и пересматриваться в направлении

сокращения разрыва между желаемым и возможным при унификации и стандартизации норм. Комплексные нормативы позволяет выявить закономерности нормирования антропогенно-техногенной нагрузки на ландшафты. Суть подхода заключается в том, что нормируются величины и интенсивность антропогенно-техногенных нагрузок на ландшафт. Нормы ограничивают нарушение функционирования отдельных компонентов, их свойств и ландшафта в целом. Нормы отдельных свойств компонентов не суммируются для всего ландшафта, а теоретически рассматривается их эффективность взаимодействия.

Нормы применяются в тех случаях, когда существует какое-то воздействие (нагрузка) и обнаруживается его последствие или изменение каких-либо показателей. Нагрузка может накапливаться и принять вид цепной реакции. Для охраны природы нормы вводятся перед предполагаемым воздействием. Это предотвращает возникновение цепных реакций, изменений. Нормы должны учитывать состояние ландшафта - стабильное и устойчивое, оптимальное, среднее, переменное, допустимое или критическое. Отсюда непостоянность нормативов. Нормы не носят пространственный характер. Например, дифференцируются водоохранные зоны вокруг водоемов, вдоль рек и каналов, или санитарно-защитные зоны - вокруг промышленных предприятий и т. д. Нормы планируются на значительный отрезок времени, отражают взаимодействие природы и техники при длительном функционировании техно-природной системы.

### **Природно-техногенные комплексы природообустройства**

Для осуществления природообустройства необходимо создание комплекса инженерных сооружений и устройств, надежно функционирующих в разнообразных природных условиях, часто экстремальных, при переменных погодных условиях. Поэтому на больших площадях строятся инженерные системы природообустройства, т.е. комплекс сооружений, устройств, машин и оборудования, предназначенные вместе с мероприятиями для достижения той или иной цели. Инженерные системы природообустройства вместе с природными объектами, на которых они построены и которые они призваны модифицировать, образуют техноприродные системы, которые принято называть природно-техногенными комплексами.

**Природно-техногенный комплекс (ПТК)** состоит из двух основных частей: природной и техногенной, он включает средства управления и управляемую подсистему.

**Для организации управления в природно-техногенном комплексе необходим ряд элементов:**

- **рецептор** – часть комплекса, которая воспринимает и передает информацию об управляемом объекте (измерители влажности почвы, температуры воздуха, уровня воды в реке и др.);

- **эффектор** – та часть, с помощью которой оказывается воздействие на управляемый параметр (насосы, каналы, трубопроводы, дождевальная техника, дренажи, шлюзы и т.п.);

- **блок принятия решений**, который, соотнося поступающую от рецептора информацию с необходимым результатом, вырабатывает решения, позволяющие оптимальным способом достичь определенной социально-экономической цели. Блок принятия решений управляется лицом, принимающим решения. На современном этапе принятие решений поддерживается использованием экспертных систем, баз данных и геоинформационных систем, систем мониторинга, дистанционного зондирования, которые позволяют реализовать принципы адекватности воздействий и предсказуемости.

**Не следует отождествлять инженерные системы природообустройства с природно-техногенными комплексами природообустройства.** Последние помимо сооружений и устройств включают обустраиваемые природные объекты, на них создаются комплексы природопользования. На обустроенных водных объектах помимо средств регулирования речного стока есть гидроэлектростанции, средства судоходства, рыболовства, все они работают в тесном взаимодействии, вместе с водосбором и рекой образуют большую квазиприродную систему, или комплекс.

Природно-техногенные комплексы природообустройства сложны в правовом отношении. Например, в соответствии с Водным кодексом РФ реки являются общенародным достоянием и находятся в государственной собственности, а насосная станция на ее берегу может принадлежать юридическому или физическому лицу, подключенная к ней мелиоративная система – другому лицу.

### **Виды ПТК и инженерных систем природообустройства**

Природно-техногенные комплексы природообустройства – это:

- рекультивируемые земли;
- обустроенные человеком водные объекты (отрегулированные реки, гидроузлы на них);

- защищенные от природных стихий земли (от эрозии, паводков, размывов, подтопления, от селей, оползней);
- земли с воссозданной экологической инфраструктурой (земли с защитными лесополосами, лесонасаждениями);
- природоохранные зоны.

При природообустройстве возникает необходимость в течение сравнительно продолжительного времени и на большой территории оказывать управляющие и изменяющие воздействия на компоненты природы для их полезности, восстановления, очистки, защиты. Это приводит к необходимости создания разнообразных инженерных систем природообустройства:

- **Инженерная мелиоративная система (ИМС)** – комплекс сооружений и мероприятий для создания оптимального мелиоративного режима на землях различного назначения. К ним относятся оросительные и осушительные системы на землях сельскохозяйственного назначения, специальные дренажные системы на городских землях и землях транспорта, землях обороны и других.

- **Инженерно-экологическая система (ИЭС)** – комплекс сооружений и мероприятий по восстановлению естественной самоочищающей способности компонентов геосистем, снижению до допустимых норм поступления в них загрязняющих веществ, локализации и удалению этих веществ, обеспечению экологически безопасного существования биоценозов и человека. К ним относятся системы очистки земель от загрязнения нефтепродуктами, тяжелыми металлами и другими веществами.

- **Инженерная природоохранная система (ИПС)** – комплекс сооружений и мероприятий для защиты территории от негативных последствий природопользования и природообустройства. Назначение таких систем – защита поселений, промышленных и сельскохозяйственных районов, особо охраняемых природных территорий, рекреаций от побочного негативного влияния деятельности вблизи границ объекта

- **Инженерная противостихийная система (ИПСС)** – комплекс сооружений и мероприятий для защиты территории от неблагоприятных природных воздействий: селей, наводнений, подтопления, размыва берегов, оползней, эрозии, заморозков.

- **Инженерная система рекультивации земель (ИСРЗ)** – временно действующий комплекс сооружений и мероприятий, который применяется



для создания оптимального рекультивационного режима на землях различного назначения. Особенность систем в том, что они создаются на сравнительно короткий срок – 10-20 лет, т.е. на период рекультивационных мероприятий, после которого проект завершается, земли переводятся в другой фонд и передаются землепользователям.

- **Системы водоснабжения, водоотведения, обводнения** – комплекс сооружений и мероприятий, обеспечивающих потребности в воде требуемого качества, а также удаляющих использованные воды (с очисткой и размещением их в водоприемнике). Это повсеместно распространенные системы, повышающие полезность территории для человека и потому относящиеся к ПТК природообустройства.

- **Система хранения отходов (СХО)** – 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.

### **Этапы создания и функционирования ПТК природообустройства**

При создании ПТК природообустройства надо последовательно решить ряд задач, которые удобно рассмотреть по стадиям жизни проекта.

**Период проектирования. Обоснование необходимости природообустройства.** Природообустройство дорогая и потенциально экологически опасная деятельность, поэтому обосновывать его необходимость нужно особенно аккуратно. При обосновании необходимости природообустройства человек во многом руководствуется своим опытом, анализируя успехи и неудачи предшествующих проектов, проводит научные исследования, выполняет комплекс расчетных или модельных исследований, показывающих существенную необходимость вмешательства в природу

**Выбор конкретного варианта реализации ПТК и его эколого-экономическое обоснование.** На данном этапе необходимо сформулировать задачу оптимизации, целевая функция которой – экономическая эффективность ПТК. Эколого-экономическое обоснование позволяет еще на предпроектной стадии сравнить методы управления для выбора наилучших. Непременным для данного этапа является изучение различных вариантов параметров инженерных систем природообустройства.

Решение этих задач позволяет сформулировать техническое задание для проектирования и требования к точности и объемам предпроектных изысканий.

**Предпроектные изыскания.** Требование информационного обеспечения реализуется на всех этапах предпроектной стадии. При этом нужно иметь необходимую и достаточную для принятия решений информацию об изменяемой геосистеме, экономической и социальной ситуации. Ввиду уникальности ПТК необходимо научное сопровождение проектов, т.к. типовые решения и сооружения без адаптации к конкретной геосистеме, как правило, не обеспечивают эффективного управления ПТК.

Требуемая степень изучения экономической и социальной сферы зависит от правового статуса ПТК, размеров, сложности и времени жизни проекта, стоимости и источника финансирования, потенциальной экологической опасности и пр.

**При проектировании системы** нужно назначить параметры сооружений, техники и технологий, применяемых в ПТК. Необходимо рассчитать требуемую мощность ПТК (размеры плотин, каналов, диаметры трубопроводов, мощность насосных станций, количество дрен и т.п.), его состав и конструкцию, время жизни проекта. При прочих равных условиях для осуществления принятых решений следует использовать технику и технологию, обеспечивающую ресурсосбережение, высокий КПД, требуемую локализацию воздействия, возможность модернизации и адаптации, сниженное влияние человеческого фактора.

Период прогнозирования должен быть больше времени жизни проекта для оценки критических по природным условиям лет, чтобы заранее иметь сценарии разрешения кризисных ситуаций.

Время жизни проекта определяется физическим износом основных сооружений и устройств, а также моральным износом проекта ПТК в целом. При износе ПТК наступает их реконструкция, для чего нужны специальные проекты.

Время жизни проекта отличается от срока окупаемости, т.е. времени, когда возвращаются затраты в инвестиционный проект природообустройства и проект начинает приносить прибыль, для объектов природообустройства он значителен, срок окупаемости часто превышает 10 лет.

Предпроектная документация и проекты строительства и реконструкции природно-техногенных комплексов и инженерных системы

природообустройства подлежат обязательной государственной экспертизе на предмет соответствия исходным данным, техническим условиям и требованиям нормативной документации по проектированию и строительству. Осуществляется она федеральными органами исполнительной власти. Помимо этого проводится государственная экологическая экспертиза. В проектах обязательно должен быть раздел оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС)

**Период строительства.** На этой стадии, прежде всего, разрабатывается проект организации и технологии строительства. Поскольку ПТК природообустройства – часто большие и сложные объекты, практикуют деление всего периода строительства на очереди, что позволяет постепенно сдавать в эксплуатацию отдельные участки, осваивать их и одновременно доводить мощность системы до проектной. Это реализуется в календарных планах строительства. Далее подбираются способы строительства отдельных элементов инженерных систем, машины и механизмы, разрабатываются технологические карты. В процессе строительства осуществляют постоянный контроль качества строительства, а также контролируются и документально оформляются завершение строительства отдельных объектов. Строительные работы проводят с учетом охраны окружающей среды, они должны завершаться обязательной рекультивацией земель, нарушенных в процессе строительства.

**Период эффективного использования.** Основной на стадии эксплуатации является задача управления ПТК. Ввиду крайней неоднородности свойств природы и нелинейности природных процессов, а также изменчивости погодных условий, нужно, ориентируясь на средние, среднемноголетние величины неуправляемых факторов (осадков, величины температуры воздуха, стока рек), создавать предварительную схему действий на водохозяйственный год, которые позволят достичь определенных проектом ПТК пределов регулирования управляемых параметров. При управлении ПТК кроме стратегического управления (в многолетнем разрезе) необходимо и оперативное.

При управлении существует ряд рисков: из-за аварий (их можно скомпенсировать созданием запаса элементов, запчастей, стройматериалов), из-за изменчивости погодных условий (решается оптимизационная задача максимизации эффекта от принятых решений; например при распределении водохозяйственной системой ограниченного количества воды потребителям). Риски по причине форс-мажорных обстоятельств нужно оценивать расчетами и страховать.

Задачей эксплуатации инженерной системы природообустройства также являются плановые предупредительные текущие и капитальные ремонты.

Непременный элемент управления ПТК – мониторинг природных и техноприродных процессов, т.е. система повторных наблюдений за

компонентами природы в пространстве и во времени с определенными целями в соответствии с заранее подготовленными программами. Мониторинг обеспечивает обратные связи в управлении ПТК.

### **Функциональный состав техногенного блока ПТК природообустройства**

К техногенным компонентам ПТК относятся мероприятия и все виды созданных человеком объектов. Техногенные объекты можно разделить на:

- **технические устройства и сооружения** – точечные, локальные объекты (скважина, шлюз-регулятор на канале, насосная станция);

- **инженерные сети** – протяженные и разветвлённые объекты, связывающие устройства и сооружения (каналы, дренажная и дорожная сети, сети водоснабжения и водоотведения и пр.);

- **технические системы** – комплекс разнообразных сооружений и инженерных сетей, расположенных на определённой территории и функционирующих в соответствии с единой задачей (инженерно-экологическая система, водохранилищный гидроузел).

Принципиально важно, что встроенные в ландшафт или в геосистемы любого ранга искусственные сооружения или вносимые в него новые элементы (здания, сооружения) функционируют в нем, подчиняясь природным законам, «работают» вместе с природными элементами.

Участие человека в техногенном изменении геосистем не ограничивается встроенной техникой. Большую роль играют мероприятия, которые, будучи однажды (множественно, периодически) проведенными, придают компонентам природы новые качества, не оставляя после себя сооружений, построек, технических систем (например, культуртехнические работы, регулирование русел рек). Таким образом, мероприятия влияют в основном на свойства компонентов природы. Для регулярных воздействий изменения состава компонентов природы и управления природными процессами создаются специальные технические элементы – **подсистемы**.

**Технические подсистемы, общие для всех инженерных систем природообустройства:**

- **Регулирующая подсистема** непосредственно оказывает влияние на природные процессы. Представляет собой, как правило, инженерные сети, подводящие, либо отводящие вещество; они должны оптимально покрывать площадь. Примеры: вертикальный дренаж, создающий условия для очистки земель от нефтепродуктов; сеть дренажных и газоотводных трубок для отвода фильтрата и биогаза из пласта отходов на полигоне ТБО.

- **Проводящая подсистема** подает (отводит) вещество к (от) регулирующей сети. Это сеть коллекторов в осушительной и

канализационной сети, магистральные и распределительные каналы и трубопроводы.

- **Локализирующая подсистема** ограничивает по площади действие регулирующей сети, защищая окружающую ПТК среду от косвенных и побочных негативных воздействий. Это, например, стена в грунте, изолирующая область загрязнения нефтепродуктами и препятствующая их движению.

- **Ограждающая подсистема** защищает ПТК от нежелательных внешних воздействий. Это дамба обвалования для защиты территории от затопления, нагорные и ловчие каналы по границам осушаемой площади.

- **Аккумулирующая подсистема** запасает вещество. Например, чаша водохранилища запасает воду в соответствии со способом регулирования – сезонным или многолетним. Водооборотные системы имеют специальные накопительные резервуары для повторного использования воды, на системах утилизации сточных вод накопители стоков используются для согласования режимов их поступления и режима орошения.

- **Заборные и сбросные подсистемы** – с их помощью ПТК связаны с источниками и приемниками веществ. Как правило, это водозаборы, водовыпуски.

- **Гидротехнические сооружения** строятся в составе тех ПТК, которые используют водные потоки. К гидротехническим сооружениям относятся сооружения на каналах, насосные станции, плотины, водосбросы.

- **Подсистемы обеспечения экологической безопасности** снижают и компенсируют экологическую опасность ПТК, действуют как в штатном, так и в аварийном режимах. К ним относятся очистные сооружения и биоплато, опреснители поливной воды, поля фильтрации, песколовки в каналах и пр.

- **Подсистемы мониторинга, контроля и автоматизации** поддерживают и обеспечивают прямую (само воздействие) и обратную (восприятие и анализ ответных реакций) связи при управлении ПТК.

- **Эксплуатационная инфраструктура** включает в себя производственные, жилые и административные постройки; дороги; линии связи и электросети; технику для эксплуатации ПТК; запасы стройматериалов, стандартных сборных элементов, запчастей для техники.

## **Прогнозирование процессов в ПТК природообустройства**

**Прогнозирование** – основанный на ретроспективном анализе системы и её поведения метод получения конкретного предсказания или вероятностного суждения о состоянии системы в будущем (т.е. прогноза). По сути, прогнозирование – это выбор одного или нескольких наиболее вероятных вариантов (сценариев) состояния системы в будущем из множества возможных.

Прогноз должен быть достоверным, по возможности опираться на модели прогнозируемых процессов. От прогноза следует отличать предупреждение - экстраполяцию, которое основывается на простейших балансовых расчетах и отвечает на вопрос что будет, если процесс будет идти наблюдаемыми темпами.

В природообустройстве нужны прогнозы функционирования и развития природных систем при антропогенном влиянии. Прогнозирование природных и техно-природных процессов осложнено неопределенностью условий, в которых они протекают, а также изменчивостью во времени свойств природных тел; нелинейностью природных процессов, а также резкой вариацией погодных условий.

Прогноз может быть количественным или качественным. По масштабам прогнозируемых явлений прогнозы делятся на глобальные, региональные, национальные, локальные. По срокам прогнозы делятся на краткосрочные (в основном для нужд оперативного управления ПТК), среднесрочные (на год, для вегетационного периода и т.д.) и долгосрочные (на время, сравнимое со сроками существования ПТК).

### **Методики прогнозирования:**

- **линейная экстраполяция** с помощью функциональных зависимостей, обнаруженных для предшествующего и современного развития процесса;
- **модельная экстраполяция** с помощью расчетов на модели процесса, в том числе учитывающей возможную нелинейность процесса, для условий будущего;
- **интуитивное (экспертное) предсказание (метод Делфи)**, когда мнения ряда исследователей-экспертов обобщаются с помощью специальных методик статистики и теории планирования эксперимента;
- **анализ причинно-следственной связи (метод аналогии)**, когда предполагается, что грядущий процесс для данной системы в чем-то аналогичен уже известным явлениям, проходившим в сходных условиях;

- **на основе гипотезы первичного толчка**, при котором наблюдаемое слабое изменение, несущественное сейчас, рассматривают как способное перерасти в сильное, значительное;
- **качественный скачок**: прогноз основан на предсказании перехода слабого роста в резкий (экспотенциальный, степенной) и вызванных этим изменений.

## **Мелиоративный режим, методы, способы и приемы мелиорации земель различного назначения**

**Мелиорация** (латинское *melioratio* — улучшение) представляет собой совокупность организационно-хозяйственных и технических мероприятий, направленных на длительное (коренное) улучшение неблагоприятных природных свойств и условий мелиорируемых земель в целях получения устойчивых высоких урожаев всех сельскохозяйственных культур.

Мелиорацией территории придается устойчивость к сельскохозяйственному производству и наиболее производительному использованию земель как факторам интенсификации земледелия.

Мелиорации создают благоприятные для возделываемых сельскохозяйственных культур (растений) водно-воздушный, тепловой и питательный режимы почвы и режимы влажности, температуры и движения воздуха в приземном слое атмосферы.

**Необходимость в мелиорациях определяется для каждой территории зональными особенностями и конкретными хозяйственными задачами.**

Мелиорация имеет вполне конкретного заказчика, перед ней ставится вполне определенная цель, это очень дорогое мероприятие, сильно воздействующее на природу. Она призвана повысить, причем существенно, полезность некоторой территории. Поэтому в практическом плане надо говорить о мелиорации конкретных земель. Под землями понимают территории с угодьями, находящиеся в чем-то пользовании, владении, собственности. Из этого вытекает, во-первых, что мелиорировать надо земли, пригодные, или потенциально пригодные для конкретного использования, а во-вторых, у этих земель есть хозяин, который заинтересован долгое время получать устойчивую прибыль от мелиорации. Хозяином может быть, как говорят юристы, физическое или юридическое лицо. Это может быть фермер, коллективное хозяйство, муниципалитет, предприятие, а в некоторых случаях даже государство.

Земли, по своему использованию, принято делить на сельскохозяйственные, лесного, водного фонда, земли населенных пунктов, промышленности, транспорта, связи, обороны, рекреационного, оздоровительного, историко-культурного, научного назначения, земли государственного запаса.

**Мелиорации по своему действию на почву и растения делятся на следующие виды:**

**Агротехнические мелиорации** (агромелиорации) — предусматривают существенное улучшение агрономических свойств путем углубления и окультуривания пахотного слоя почвы с неглубоким перегнойным горизонтом, малым количеством содержания гумуса и общим низким естественным плодородием. Для улучшения водного режима почв проводятся специальные приемы обработки почвы с поделкой прерывистых борозд, валиков, щелей, лунок и других препятствий для сноса снега и стока воды.

**Лесотехнические мелиорации** (лесомелиорации) осуществляются для улучшения водного режима почвы и микроклимата, а также защиты почв от эрозии путем лесных насаждений по границам полей севооборотов, вокруг водоемов, на крутых склонах, в балках и оврагах, на территориях подвижных песков и разведения лесов общего агрономического назначения.

**Химические мелиорации** предусматривают коренное улучшение агрохимических и агрофизических свойств почв путем использования извести (на кислых почвах), гипса (на солонцеватых и солонцовых почвах), а также других веществ — дефеката, торфа, сапропеля, компостов, навоза, сидератов и других органических материалов в целях обогащения почв органическими веществами.

**Гидротехнические мелиорации** (гидромелиорации) предусматривают цель коренного улучшения водного режима территории путем обводнения или осушения. В этих целях осуществляются крупные гидротехнические работы по созданию водохранилищ, оросительных и осушительных систем. В степных засушливых районах для задержания талых вод на больших площадях создаются лиманы.

В зоне недостаточного увлажнения применяются различные способы орошения (поливы), а в зоне избыточного увлажнения осушительные мелиорации.

**Культуртехнические мелиорации** — мероприятия, связанные с подготовкой территории и вовлечением площадей в активное сельскохозяйственное использование (превращение их в пахотные земли) путем раскорчевки лесных вырубков, расчистки кустарников, уничтожения мелколесья, т. е. превращение территорий, находившихся под естественной древесной растительностью, в высокопродуктивные сельскохозяйственные угодья (пашню, сенокосы, пастбища).

**Оросительная мелиорация. Орошение** (ирригация) — искусственное пополнение запасов воды в недостаточно увлажненной почве в целях создания в ней благоприятного водно-воздушного, теплового и пищевого режимов для роста и развития растений независимо от атмосферных осадков.



В южных сухостепных районах России, где количество осадков составляет в год 300—350 мм, а резкий дефицит воды в почве наблюдается через 2—3 года, орошению принадлежит решающая роль в деле получения устойчивых урожаев. Большой эффект орошение дает и в местах с достаточным количеством осадков при возделывании таких влаголюбивых культур, как овощи, картофель, многолетние травы, особенно люпин.

**Виды и принципы орошения сельскохозяйственных культур.** Орошения могут быть одноразовыми и регулярными. При одноразовом орошении вода на поле подается один раз в больших количествах до начала вегетации орошаемой культуры, например при лиманном орошении.

Регулярное орошение проводится в определенные сроки, в соответствии с установленными нормами полива, каждый раз в зависимости от состояния погоды, особенностей культуры, почвы, техники полива и т. д. На отдельные поливы расходуется от 300 до 800 м<sup>3</sup> воды на 1 га. Разные культуры на протяжении вегетации поливаются несколько раз, например, овощи до 8—10 раз за период их вегетации.

**Используются разные виды поливов:** лиманное орошение, влагозарядковый, предпосевной, припосадочный, вегетационный, промывной, освежающий, провокационный и др.

**Лиманное орошение** состоит в том, что на определенной площади временно задерживается вода местного стока с целью однократного увлажнения почвы с промачиванием ее на глубину до двух метров и более. Такое орошение проводится на ровных площадях с пологими склонами в долинах и поймах рек путем возведения земляных валов или дамб.

В результате образуются залитые водой площади, получившие название лиманов. Обвалованные площади затопляются талыми весенними водами, или сбросными водами из водохранилищ, или полыми водами небольших рек. Лиманы могут быть глубоководными и мелководными. При глубоководном затоплении слой воды достигает 0,5—0,8 м, а при мелком — 0,3—0,35 м. Лиманы, занятые озимыми, затопляются на 2—3 дня, многолетними сеянными травами — на 5—6 дней, а природными лугами — до 15 дней.

**Влагозарядковый полив** проводится обычно осенью, весной перед севом или летом. Цель полива состоит в том, чтобы создать в корнеобитаемом слое почвы на глубине 1,5—2,0 м достаточный запас влаги, который будет использоваться растениями в период вегетации. Примерные нормы влагозарядкового полива могут составлять 1000—1500 м<sup>3</sup> воды на 1 га.

**Предпосевной полив** проводится непосредственно перед севом культуры для увлажнения верхнего посевного слоя почвы для появления дружных и равномерных всходов.

Этот вид полива чаще всего применяется под озимую пшеницу на полях, на которых подпочвенные воды залегают неглубоко, а также под

кукурузу, картофель и другие культуры в очень сухую погоду во время сева. Поливная норма составляет 400—600 м<sup>3</sup> на 1 га.

**Припосадочный полив** применяется во время высадки рассады овощных культур, посадочного материала плодовых и ягодных растений. Норма полива составляет 250—400 м<sup>3</sup> на 1 га.

**Вегетационный полив является основным видом полива в орошаемом земледелии на протяжении вегетации возделываемых культур.** Он проводится периодически на протяжении вегетационного периода для поддержания благоприятного водного режима почвы на посевах, посадках всех сельскохозяйственных культур. Общая оросительная норма на протяжении всей вегетации за несколько поливов может достигать 3—5 тыс. м<sup>3</sup> и более на 1 га.

**Промывные поливы применяются на засоленных почвах.** Проводятся они в невегетационный период для того, чтобы вымыть из верхнего, наиболее активного слоя почвы избыточное количество солей. В зависимости от типа и степени засоления почвы минимальные промывные нормы составляют 3500—4500 м<sup>3</sup> воды на 1 га.

**Освежающие поливы** применяются для повышения влажности и снижения температуры приземного слоя воздуха. Для этого используют дождевальные установки с расходом воды на 1 га 50—100 м<sup>3</sup>. При этом относительная влажность воздуха повышается на 15—20%, а температура снижается на 2—3°С.

**Противозаморозковые поливы** используются поздней весной или ранней осенью в случаях наступления весенних и осенних заморозков с использованием дождевальных установок.

**Подкормочные поливы,** когда в период вегетации вместе с оросительной водой вносятся растворенные в ней удобрения, что способствует повышению эффективности удобрений. Норма полива при этом достигает 100 м<sup>3</sup> на 1 га.

В орошаемом земледелии часто используются так называемые **провокационные поливы** для того, чтобы вызвать массовые всходы сорняков для последующего уничтожения и **предпахотные поливы** для обеспечения высококачественной обработки почвы в тех случаях, когда пахотный слой перед вспашкой сильно иссушен. Для увлажнения слоя почвы на 30—35 см потребуются 350—400 м<sup>3</sup> воды на 1 га.

За последние годы приобретают большое распространение капельный и аэрозольный способы орошения.

**Осушительная мелиорация. Осушительная система** – это комплекс инженерных сооружений и устройств для регулирования водного режима переувлажненных земель в соответствии с потребностями сельскохозяйственного производства.

Основной задачей осушительных мелиораций является удаление избыточной влаги с болот и заболоченных земель. Если заболачивание

земель вызывается поверхностными водами, то осушение этих земель сводится к удалению излишка поверхностных вод путем усиления стока или же к ограждению осушаемой площади от притока вод извне. При питании болот и заболоченных земель грунтовыми водами методы осушительных мероприятий направлены на регулирование оттока грунтовых вод и поддержание оптимальной влажности почв, на ограждение от поступающих извне на осушаемый участок грунтовых вод или снижение их напора. В том случае, когда заболачивание происходит за счет нескольких источников, осушение производится смешанным путем: открытая осушительная сеть может соединяться с закрытым дренажем и т.д. на отдельных территориях необходимо сочетать осушение с увлажнением почв в засушливые периоды года.

Причины заболачивания, источники питания болот и заболоченных земель, а также цель мелиорации определяют способы и методы ее проведения. Под способом осушения понимается характер применения технических средств, с помощью которых решаются задачи мелиорации.

**К способам осушения относятся:**

- горизонтальный дренаж (закрытый, открытый, систематический, выборочный разреженный);
- вертикальный дренаж (головной, площадной, выборочный);
- комбинированный дренаж;
- оградительная система;
- агромелиоративные мероприятия и д.р.

Метод осушения – это принцип воздействия на водный режим почвы, определяющий путь отвода избыточных вод.

**Выделяются следующие методы осушения:**

- при атмосферном типе питания обеспечивается ускоренный поверхностный сток;
- при грунтовом – понижение уровня грунтовых вод;
- при напорном – снижение напора и уровней напорных вод;
- при грунтово-напорном – понижение уровней напорных и грунтовых вод;
- при намывном – ускорение паводкового стока.

Взаимное расположение элементов осушительной подсистемы на плане и в вертикальной плоскости отражается в схеме осушения. Определяющими ее факторами являются: тип водного питания, причины заболачивания, характер использования земель и д.р.

Наряду со схемой осушения составляется схема комплексного использования и охраны водных и земельных ресурсов. Это проектно-прогнозный документ, от которого зависят характер, очередность и эффективность мелиоративного и водохозяйственного строительства. Выделяются региональные, бассейновые, областные и районные схемы.

**Элементы осушительных систем.**

Все осушительные системы, при помощи которых осуществляется мелиорация, принято классифицировать:

- по степени канализации (сеть каналов развитая и разреженная);
- по способу отвода воды (самотечные и с механическим подъемом воды);
- по типам осушительных каналов (открытые и закрытые).

Выделяются также системы двустороннего действия (осушительно-оросительные, осушительно-увлажнительные с предупредительным шлюзованием). По принадлежности системы делятся на внутривладельческие и межхозяйственные.

**В осушительной системе различают следующие основные части:** оградительную, регулируемую и проводящую сети, водоприемник и сооружения на осушительной сети, водообеспечивающую и оросительную сети.

**Оградительная сеть** служит для ограждения мелиорируемого участка от поступления вод извне. Она состоит из защитных валов, нагорных и ловчих каналов. Валы создаются обычно при мелиорации пойм в дельтах рек для защиты от паводка. Нагорные каналы предназначены для перехвата поверхностных вод. В зависимости от характера водосборов и количества поверхностных вод нагорные каналы могут быть прерывистые, подсоединенные к магистральному каналу или водоприемнику.

Для задержки стока грунтовых вод служат ловчие каналы (дрены). Обычно они глубже нагорных. Ловчие каналы могут быть как открытыми, так и в виде закрытого дренажа. Для перехвата глубинных грунтовых вод по дну ловчего канала строятся трубчатые колодцы. Глубина ловчих каналов очень большая, иногда может превышать 3-4 м.

**Назначение регулирующей сети** – создавать водный и воздушный режимы почв непосредственно на осушаемой площади путем сбора и отвода избыточных поверхностных и грунтовых вод. В зависимости от почвенных и гидрологических условий регулирующая сеть может быть собирательной или дренажной. Собирательная сеть состоит из собирателей на тяжелых почвах, дренажная – из осушителей на легких почвах, где сток формируется по порам подпахотных слоев почв. Состав элементов регулирующей части осушительной системы зависит от метода осушения. Регулирующая осушительная сеть может быть открытой, временной и закрытой.

**Основная задача проводящей сети** состоит в своевременном и полном отводе в водоприемник поверхностных или почвенно-грунтовых вод (ПГВ), стекающих непосредственно в проводящие каналы или поступающие через регулируемую сеть. Проводящие осушительные каналы подразделяются на магистральный (главный) и боковые – коллекторы различных порядков, которые подают воду в магистральный канал и через него в водоприемник. Магистральный канал прокладывают по наиболее низким отметкам осушаемой территории, стремясь обеспечить двусторонний прием воды.

**Водоприемник** предназначен для приема воды, собираемой осушительной сетью. Водоприемниками могут быть естественные или искусственные водотоки и водоемы. Естественные водотоки и водоемы – это озера, морские заливы, реки, ручьи, балки, ложбины; искусственные – пруды, водохранилища, крупные каналы. Однако не все водоемы и водотоки могут быть использованы в качестве водоприемников. Как водоприемники они должны отвечать следующим требованиям: положение горизонта воды не должно создавать подпора ее в магистральном канале и подтопления осушаемой территории; пропускная способность водоприемника должна быть такой, чтобы своевременно удалять все поступающие в него с осушаемой площади воды; водоприемник должен иметь постоянные и устойчивые русло и берега.

**К сооружениям на осушительных системах относятся: гидротехнические сооружения, дорожная сеть, природоохранные сооружения, эксплуатационная сеть.**

**Гидротехнические сооружения** служат для управления потоком воды при ее отводе и перераспределении, а также для предотвращения размывов и заиления каналов дрен.

**Дорожная сеть** (дороги, мосты, проезды) предназначена для обеспечения беспрепятственного въезда и выезда транспортных средств и сельскохозяйственных машин на любое поле осушаемого массива в необходимые сроки.

**Природоохранные сооружения и устройства** применяют для охраны и улучшения естественных ландшафтов, фауны и рекреационного использования осушаемых земель.

**Эксплуатационная сеть** служит для контроля и надзора за работой всех звеньев осушительной системы и обеспечения ее безупречной работы. Она включает здания, линии связи, эксплуатационные дороги, гидрометрические посты и т.д.

В системы двустороннего регулирования входит еще аппарат обратного действия, либо задерживающий сток, либо подводящий воду извне (осушительно-увлажнительные системы). Для увлажнения осушенных почв применяют способ подпочвенного и внутripочвенного увлажнения и орошение дождеванием.

**Способы осушения почв:**

**Осушение открытыми каналами** применяют для регулирования режима почвенно-грунтовых вод, избыточных поверхностных вод и в качестве предварительного осушения перед строительством закрытого дренажа.

**Магистральные осушительные открытые каналы** прокладываются главным образом в понижениях на местности, куда стекают поверхностные и грунтовые воды. Кроме того, необходимо стремиться, чтобы каналы располагались нормально к линиям токов грунтовых вод, т. е. в направлении горизонталей грунтового потока (при регулировании почвенно-грунтовых

вод). Осушительные каналы располагают в плане так, чтобы они как можно больше пересекали и перехватывали поток поверхностных и грунтовых вод. Это основное положение при проектировании расположения в плане сети каналов для регулирования грунтовых и поверхностных вод.

Для максимального перехвата поверхностных вод **регулирующие каналы** должны следовать в направлении горизонталей местности и быть прямолинейными. При сложном рельефе каналы могут быть и не прямолинейными, но тогда углы поворота канала должны иметь большой радиус, а изогнутость канала – одно направление.

**Открытые регулирующие каналы** необходимо прокладывать с учетом рельефа местности и поверхности болота, который она примет после осадки торфа, причем, по возможности, под прямым углом к проводящим каналам. Длину каналов и расстояния между ними определяют из расчетных данных. Для отвода собранной воды дну канала придают уклон не менее 0,0005. Каналы бывают обычно трапециевидного сечения, но могут быть параболического или сложного. Поступление почвенных вод в канал происходит через его дно и стенки.

Открытые каналы обладают рядом существенных недостатков и самостоятельное использование их для осушения земель в настоящее время не рекомендуется. На массивах, где осушение производится открытыми каналами, теряется полезная площадь угодий (примерно 12-15% осушаемой территории).

Каналы требуют постоянного ухода, так как зарастают водной растительностью, а их берега – сорняками. Они создают неудобства при механизированной обработке земли. Сейчас открытые каналы применяют главным образом для предварительного осушения болот, чтобы отвести воду из верхних слоев залежи и обеспечить осадку торфа и его уплотнение, а также в качестве временной меры для осушения сенокосных угодий и предварительного осушения перед укладкой закрытого материального дренажа.

Развитие технического прогресса способствовало развитию методов и способов осушения, новых технических средств осушения и конструкций осушительных устройств, а также технологии их изготовления, разработке и внедрению новых машин, устройств и приспособлений для механизации строительства осушительных систем в различных природных условиях.

Осушение заболоченных земель и болот осуществляется системой открытых каналов и с помощью закрытых дрен (горизонтальный дренаж), посредством водопонижающих скважин (вертикальный дренаж), а также различных комбинаций средств осушения. Открытые каналы располагают в плане с учетом использования сельскохозяйственных и дождевальных машин.

На глубоких открытых каналах, врезающихся в слой хорошо водопроницаемых песков, залегающих под торфом, желаемого результата при шлюзовании не достигают, поскольку в этом случае водопроницаемые

пески служат большой естественной пластовой дренажной, но которой вода уходит в водоприемник. В подобных случаях делают неглубокие открытые каналы (глубиной до 1,5-1,6 м) через 500-1000 м и укладывают малоуклонные дрены (0,0005).

Откосы каналов часто разрушаются, особенно в местах высачивания воды на откос. При этом происходит его размыв, оплывание и т. д. Для предотвращения таких явлений, в частности, если канал проходит в мелкозернистых песках, его дно и стенки нужно крепить пористобетонными плитами, задерживающими мелкие частицы грунта и предохраняющими канал от заиления и разрушения. На сильно оплывающих и заливаемых участках открытые каналы заменяют лотками из пористого бетона.

Способ осушения открытыми каналами получил широкое распространение при мелиорации торфяных почв и пойменных минеральных земель, когда осушенные земли используют под естественные луга и сенокосы. Среднее расстояние между открытыми каналами 200-400 м. На минеральных землях этот способ неэкономичен, так как требует густой сети каналов.

Открытые каналы часто строятся в сочетании с закрытым дренажем (комбинированные системы), особенно с кротовым.

**Кротовый дренаж** применяют преимущественно для улучшения водных свойств тяжелых глинистых почв. Он перспективен при использовании в нечерноземных областях и при осушении болот и заболоченных земель. Этот способ дренажа наиболее простой и дешевый. Специальную кротовую машину, или дренажный плуг, оснащенную вертикально закрепленным ножом (или с небольшим наклоном) с расположенным спереди рыхлителем, протаскивают в почве трактор, или канатная тяга, за рыхлителем следует конусообразный уширитель. Кротовый дренаж применяют в сочетании с закрытыми дренами или открытыми каналами – так называемый комбинированный дренаж.

Кротовые дрены способствуют растрескиванию грунта, что повышает его водопроницаемость, понижает избыточную влажность верхних слоев почвы и не позволяет в дождливые периоды скапливаться воде на более плотном нижнем слое. Таким образом, кротовый дренаж улучшает не только водные свойства почв, но и их структуру. Кротовые дренажные ходы играют роль регулирующих дрен и выпускаются либо в закрытые трубчатые горизонтальные дрены, либо в открытые канавы.

Концы кротовых ходов при выпуске их в открытую канаву делают из гончарных или асбестоцементных труб. В глинистых почвах кротовый дренаж может сохраняться до 10 лет и более, в легких почвах – три-пять лет, в песчаных неустойчивых почвах и в жидких торфяных кротовый дренаж без крепления стенок неприменим.

При соединении кротовых дрен с гончарными трубами следует сначала делать открытую траншею коллектора, затем проводить кротовые дрены,

впадающие в эту траншею, после чего укладывать гончарные трубы, соединять их с выходами кротовых дрен и засыпать траншеи.

На торфяных почвах кротовые дрены устанавливают при степени разложения торфа не более 45%. Дрены делают кротодренажными машинами. Диаметры дрен 5-12 см в минеральных грунтах и 10-25 см – в торфах на глубине 70-100 см с уклоном 0,002-0,004, расстояние между дренами 2-15 м, длина кротовых дрен до 170 м.

Слой дренажного стока под влиянием кротования увеличивается в два-три раза.

Для получения нужной формы кротовой дрены кротодренажная машина должна продвигаться с такой скоростью, при которой частицы грунта, образующие свод дрены, успевают оклеиваться, а вытесняемая вода и воздух уходят в полость дрены.

Предельные скорости кротодренажных машин в границах 0,7-3 км/час, в торфяных грунтах скорость выше, чем в минеральных. В системах с двусторонним регулированием водно-воздушного режима расстояния между кротовыми дренами 5-10 м. Кротовые дрены закладывают на глубину 70, 90, 100 см от поверхности земли.

Диаметр уширителя при создании кротовых дрен на минеральных почвах должен быть 80-100 мм и на болотных 120-200 мм.

При осушении торфяных болот со степенью разложения менее 45-50% и мощностью торфа более 1-1,5 м применяют щелевой дренаж. Это вертикальные щели шириной 16 см, вырезанные в почве для сбора и отвода воды, глубина щелей 80-100 см. Их делают дренажно-дноковой машиной ДДМ-5 на глубину до 1,2-1,4 м, а также машинами ДШ-1,2 и ДШ-1,4. Длина щелей 200-300 м, расстояние между ними 20-45 м с минимальным уклоном 0,001. Щелевые дрены выводят так, как и кротовые.

Кротовый дренаж с креплением стенок можно применять на любых почвах, в том числе и на легких. Стенки кротовых дрен рекомендуют крепить пористобетонной смесью, что повышает производительность дрен.

**Закрытый горизонтальный дренаж** имеет преимущества перед открытыми каналами, главное из них – сокращение потерь земель под каналы и удобство при эксплуатации полей.

Дренажная система (сеть) состоит из регулирующих (всасывающих, собирательных) дрен и проводящих дрен, или коллекторов, по которым собранная вода отводится в закрытый или открытый коллектор и далее в водоприемник.

Для обеспечения нормальной работы гончарного дренажа стыки трубок обсыпают фильтрующим материалом. Долгое время для этого использовали торф, а в настоящее время применяют явно не эквивалентные заменители – стеклохолсты, стекловату и другие стекломатериалы. За рубежом при хорошо развитой химической промышленности для защиты дрен от заиления широко используют гравий, щебень, шлак котельный, песчано-гравийную смесь (ВНР, Финляндия, Франция, Австрия, Греция, Голландия,



Великобритания и др.), а также маты из ржаной соломы, стружки, опилки, фрезерный торф, измельченный еловый хворост, камыш и другие материалы. В странах Запада наметилась тенденция отказа от применения стекломатериалов. Стекловата и другие стекломатериалы – загрязнители почвы и воды. Они загрязняют их мельчайшими частицами стекла. Вода становится опасной для питья. Кроме того, работа с таким материалом, когда при его укладке поднимается мельчайшая стеклянная пыль, представляет опасность для дыхательных путей, и рабочим приходится работать в противогазах и длинных резиновых перчатках.

Исходя из условий охраны здоровья людей и окружающей среды, такие материалы для дренажа не следует рекомендовать.

В России, Беларуси, в странах Балтии осушительно-увлажнительные системы строились с применением материального, в основном гончарного, дренажа – наиболее эффективного способа осушения.

В России закрытым дренажем осушено свыше 35% общей площади осушенных земель. Для закрытого дренажа используют главным образом гончарные трубы (99% общей площади), однако применяют и пластмассовые. При этом сохраняется и открытая сеть. Чтобы обеспечить устойчивость откосов осушительных каналов, широко используют крепление их местными строительными материалами и железобетонными плитами. Большое развитие получают осушительно-увлажнительные системы.

Для стыкования дренажных гончарных трубок разработаны различные конструкции муфтовых соединений.

При строительстве дренажных систем особое внимание необходимо уделять планировке местности и регулированию поверхностного стока на тяжелых почвах, засыпать различные ямы, впадины и блюдцеобразные понижения.

Осушаемые поля должны быть хорошо подготовленными для прохождения всех сельскохозяйственных машин с ранней весны до поздней осени. Механизация полевых работ – решающий фактор при определении оптимальной интенсивности осушения болот и заболоченных земель.

В больших глубоких понижениях следует устраивать поглощающие трубчатые и шахтные колодцы. Эффективность закрытого дренажа повышается при глубоком рыхлении на его фоне почв и устройстве кротовых дрен, что особенно нужно при осушении уплотненных почв.

Недостаточная интенсивность осушения в многоводные годы приводит к тому, что осенью невозможно убрать урожай, а весной затягиваются сроки сева.

Кроме гончарных трубок, для дренажа применяют трубы и фильтры из искусственных материалов. Более 25 лет назад стало известно об использовании в водоснабжении пластмассовых напорных труб. Дренажные трубки изготавливают в основном из поливинилхлорида. На трубках делают отверстия с таким расчетом, чтобы суммарная площадь водовыпускных отверстий на 1 м длины была не менее 6 см<sup>2</sup> при номинальном диаметре

трубки 40 мм, при диаметре 50 мм – не менее 8 см<sup>2</sup> и более 50 мм – не менее 10 см<sup>2</sup>.

Дренажные трубки из пластмасс применяют почти на всех континентах, но особенно широко в европейских странах и Японии. В Германии дренажные трубки из ПВХ часто покрываются защитными фильтрующими материалами, например, трубы из ПВХ с фильтрами из стиромуля + кокосовое волокно, соломы, штапельного волокна, кокосового волокна, торфа + штапельное волокно.

Применяют дренажные муфты из ПВХ с пенистым фильтром из полиуретана для труб диаметром 50 и 100 мм. Дренажные муфты используют на всех почвах.

Дренажные трубки укладывают с помощью различных дренажных машин-дреноукладчиков. Машины для укладки дренажных труб бестраншейным способом могут работать на влажных и даже мокрых почвах и на вспаханном поле. Скорость прокладки дренажа бестраншейными машинами в два-четыре раза выше скорости работы фрезерно-цепных дренажных машин.

Фрезерно-цепные дренажные машины разрабатывают траншеи, укладывают гончарные или пластмассовые дренажные трубы (с объемным фильтром или без него) и фильтрующий материал, могут также засыпать траншеи.

В суглинистых грунтах с малыми коэффициентами фильтрации (менее 0,1 м/сут) рекомендуют обсыпать дрены фильтрующими материалами. Дреноукладчик может укладывать дрены из пластмассовых труб диаметром до 90 мм в минеральных почвах и торфяниках на глубину до 1,8 м.

Пластмассовый дренаж широко используют в Латвии. В Белоруссии, Украине также применяют дренаж из пластмассовых труб. Однако практика эксплуатации дренажных сооружений свидетельствует, что наиболее эффективным является гончарный дренаж, а также дренаж из пористобетонных трубок.

Весьма эффективен и перспективен дренаж из пористых материалов, в частности из пористых бетонов и его различных разновидностей, – керамзитобетон, асфальтобетон и т. д.

Пористобетонные трубчатые дренажные трубы бывают бескаркасными и каркасными, их изготавливают из различных материалов и конструкций. Фильтры из пористого бетона укладывают в ответственные гидротехнические сооружения. Оборудование горизонтальных дрен и вертикальных трубчатых колодцев фильтрами из пористого бетона дает большую экономию металла и камня, что снижает общую стоимость дренажа при высоком эффекте осушения.

Пористый бетон для изготовления дренажных труб применяют в строительстве и сельском хозяйстве (мелиорация) в США, Великобритании, Германии, Бельгии, и других странах.

### **Вертикальные системы осушения**

Способ осушения с помощью вертикальных трубчатых, или шахтных, колодцев называют вертикальным дренажем, или вертикальной системой осушения, если имеется несколько таких колодцев. Вертикальные шахтные, или трубчатые, колодцы, из которых с помощью насосов откачивают воду, понижая уровень грунтовых вод, называют водопонижающими шахтными или трубчатыми колодцами. Если понижение уровня грунтовых вод происходит за счет их перелива из верхних водоносных горизонтов в нижние водопоглощающие с помощью трубчатых или шахтных колодцев, то такие колодцы называют поглощающими. Когда напор напорного водоносного горизонта снимается за счет скважин, работающих на самоизлив, такие скважины называют разгрузочными. Все перечисленные способы вертикального дренажа при соответствующих гидрогеологических условиях можно применять при осушении болот, заболоченных земель, торфяников. Благоприятные условия для вертикального дренажа – такие, при которых водоносными горизонтами являются обводненные пески (лучше всего средне- и крупнозернистые) мощностью 5,0-10 м и более. Эффективная мощность 15-25 м.

Для вертикальных систем осушения используют различные конструкции водопонижающих и водопоглощающих трубчатых и шахтных колодцев.

Трубчатые водопонижающие колодцы или скважины в пределах водоносного горизонта или по длине  $1/3$  его мощности оборудуют специальными фильтрами, через которые вода поступает в такой колодец и затем из колодца насосом откачивается на поверхность. Происходит понижение уровней грунтовых вод (осушение). К фильтрам, которыми оборудуются водопонижающие или водопоглощающие скважины для осушения обводненных почв, предъявляют очень высокие требования, поскольку от правильного выбора конструкции фильтра зависят работа скважины и желаемый эффект водопонижения (осушения). Особенно важно создать совершенную конструкцию фильтра для осушения водоносного пласта, сложенного мелкозернистыми глинистыми песками с плохой водоотдачей. В таких условиях большие отверстия в фильтрах допускают пескование скважин, а слишком мелкие – создают значительное входное сопротивление, вследствие чего фильтр работает плохо.

По типу материала, из которого изготавливают фильтры, их разделяют на металлические и неметаллические. На металлические фильтры расходуется большое количество металлических труб и дефицитных цветных и черных металлов, поэтому необходимо там, где только возможно, заменять их на равноценные или более эффективные неметаллические.

Вертикальные трубчатые дренажные колодцы могут быть оборудованы пористобетонными фильтрами – бескаркасными и на каркасе из перфорированных труб различных материалов или стержней. Каркас может быть зацементирован в монолите фильтра; блоки фильтров свободно

надеваются на тот или иной каркас и, наоборот, каркас можно надевать на блок фильтра.

Трубчатые дренажные колодцы с пористобетонными фильтрами можно применять и в качестве поглощающих колодцев, когда вода из вышележащего водоносного горизонта перепускается в нижележащий (под водоупором) поглощающий горизонт.

Немаловажное значение имеет своевременный отвод поверхностных вод с объектов осушения, особенно из замкнутых понижений и придорожных зон. Для осушения дренажем в пределах замкнутых понижений проектируют сгущенную дренажную сеть, а при наличии глубоких замкнутых понижений (при водосборной площади больше 5 га) для отвода поверхностных вод предусматривают фильтры-поглотители, через которые поверхностные воды поступают в дренажную сеть. В Прибалтике строят фильтры колодезного типа из железобетонных колец с водоприемными отверстиями, крышками и днищами. В Германии для осушения отдельных мульд и понижений применяют поглощающие колодцы.

В качестве поглотителей можно применять шахтные колодцы, собранные из пористобетонных или из железобетонных колец с пористобетонными окнами. Иногда вода из блюдцеобразных понижений (особенно после снеготаяния) перекачивается насосами.

Опытным путем установлено, что применение вертикального дренажа не приводит к неравномерности осушения площадей, воронки депрессии существуют только в непродолжительные периоды откачек. Все процессы по осушению, водопонижению и орошению сельскохозяйственных угодий на базе вертикального дренажа легко автоматизировать. Оптимальная норма осушения на системах вертикального дренажа поддерживается периодическим включением и отключением дренажных скважин.

Подача воды на увлажнение в общем случае может осуществляться по трем схемам:

- из каналов, наполняемых из скважин, через подземные или поверхностные трубопроводы к дождевальным машинам («Волжанка», «Фрегат», «Днепр» и др.);
- из бассейнов суточного регулирования по той же сети;
- непосредственно из скважин в дождевальные машины по подземным трубопроводам.

Скважины вертикального дренажа размещают так, чтобы они обеспечивали равномерное осушение земель, необходимые дебиты и позволяли использовать дождевальную технику. В системах вертикального дренажа важнейшие параметры – глубина скважин и их диаметр с учетом фильтров. Конструкции скважин, фильтров, насосов и другого оборудования выбирают из расчета наибольшей надежности и экономичности. Сочетание вертикальных скважин небольшой глубины (25-50 м) с широкозахватной дождевальной техникой типа «Фрегат», «Днепр», «Волжанка» дает

возможность создать экономичные, весьма оперативные мелиоративные системы двустороннего действия.

### **Польдерные системы**

Польдерными системами осушения называются такие системы, в которых осушаемая территория защищена от затопления насыпными валами. Польдерный способ осушения позволяет управлять удалением стока с обвалованной территории и использовать воду в засушливые периоды на увлажнение почвы. На заболоченных почвах, подстилаемых песчаными отложениями с хорошей водопроницаемостью мощностью до 25-30 м, применяется комбинированная схема осушения – сеть открытых каналов, проложенных через 400-600 м, и впадающих в них малоуклонных или безуклонных дрен, что позволяет уменьшить глубину каналов.

Кроме естественных условий, пригодных для строительства польдерных систем, такие условия можно создавать при помощи деятельности человека. Особенно расширяется строительство польдерных систем зимнего незатопляемого типа. Польдерные системы летнего затопляемого типа проектируют в исключительных случаях – для использования земель под посевы многолетних трав, выдерживающих длительное затопление.

Дамбы обвалования располагают либо вокруг всей польдерной площади, либо ограждают территорию лишь со стороны реки. Дамбы строят из минерального грунта. Длина дамб на 1 га польдерной площади составляет 9-18 м с объемом насыпи 200-950 м<sup>3</sup>/га. На польдерных системах площадью менее 500 га высоту дамбы проектируют из расчета 5% обеспеченности, а при площади более 500 га – не менее 1 %.

Дамбы обвалования некоторых польдерных систем в поймах таких крупных рек, как Припять, Днепр, Десна и Днестр, могут затем войти в общую систему противопаводковой защиты.

Особенно эффективны польдерные системы в поймах рек, затопляемых на продолжительное время. Длительное затопление и высокое стояние грунтовых вод после затопления в половодье или при дождевых паводках приводит к переувлажнению и заболачиванию пойменных земель, затрудняет механизированную уборку сена, сокращает период вегетации сельскохозяйственных культур, задерживает их посев и уборку и т. д.

Обычная польдерная система – отгороженный глухими дамбами участок поймы, на котором строили осушительную систему с регулирующей и проводящей сетью. Излишки воды с этого участка откачивали насосные установки в реку-водоприемник. Для регулирования водно-воздушного режима в летнее время на каналах строили водорегулирующие сооружения – шлюзы-регуляторы. Однако такая система не обеспечивает необходимого регулирования водного режима и во время весеннего половодья, а также зимой излишки воды сбрасываются, а в летнее время местный сток часто не может компенсировать дефицита влаги, который наблюдается в период вегетации растений.

Чтобы устранить этот недостаток, необходимо не сбрасывать излишки воды в реку-водоприемник, по которой вода уходит совсем, а аккумулировать их часть в специальных водоемах, в результате чего уменьшится холостой сброс. Значит, следует регулировать речной сток путем создания регулирующих водохранилищ. Объем водохранилища определяется водохозяйственными расчетами, приблизительные его размеры можно установить из расчета 1 млн.м<sup>3</sup> на 1 тыс.га увлажняемых сельскохозяйственных угодий.

Такая система работает по схеме: регулирующая сеть – проводящая сеть – насосная станция – водохранилище – проводящая сеть – регулирующая сеть, т. е. это система замкнутого типа. Если и в ней окажутся небольшие излишки воды, то они сбрасываются из водохранилища в реку.

Вне польдеров остается полоса с неблагоприятным гидрологическим режимом. На этих землях можно создавать летние затопляемые польдеры, защищающие территорию от летне-осенних паводков дамбами небольшой высоты (0,9-1,2 м). Вследствие интенсивной откачки воды на спаде половодья после обнажения гребней дамб сокращается продолжительность весеннего затопления. Летние польдеры, расположенные рядом с зимними, целесообразно объединить (совмещенные польдерные системы, СОПС) с общей насосной станцией.

На существующих польдерных системах при поддержании оптимального водного режима и соблюдении высокой агротехники колхозы получают хорошие урожаи зерновых и технических культур.

Прогрессивное направление развития осушительно-увлажнительных систем – создание водооборотных систем, позволяющих аккумулировать дренажный сток в искусственно созданном водохранилище или пруде и использовать его в периоды засухи для полива. Такие системы дают возможность одновременно с использованием сбросных вод утилизировать удобрения, повторно вынесенные из почвы с дренажными водами, и предотвращать загрязнение водных источников химическими веществами (удобрения, пестициды и пр.), содержащимися в дренажных водах. Массив осушен закрытым малоуклонным и безуклонным дренажем.

В некоторых случаях устраиваются комплексные польдерные системы в целях снижения капитальных затрат на строительство летних и повышения эффективности зимних польдеров.

Для предотвращения разрушения дамб обвалования летнего польдера в период интенсивного подъема воды в пойме, когда впускные сооружения не обеспечивают необходимой скорости подъема уровня воды внутри одамбированной площади, в теле дамб устраиваются специальные прорезы (с пологими откосами шириной до 30 м и глубиной 0,30 м, через которые происходит перелив воды). В пиковый период половодья вода проходит по верху дамб обвалования летнего польдера и не создает большого форсированного подъема уровня в пойме.

При спаде уровня воды в пойме ниже гребня дамбы на 0,3-0,4 м закрываются впускные сооружения и открываются выпускные для сброса ее с чеков в придамбовый канал. Сброс можно производить одновременно из всех чеков в определенной последовательности с учетом выживаемости трав.

При водооборотных польдерных системах излишки воды откачиваются с польдера в специальную аккумулирующую емкость (пруд или водохранилище), а не непосредственно в реку, что частично предотвращает загрязнение рек-водоприемников ядохимикатами. Аккумулированная вода затем подается на увлажнение осушенных земель польдерной системы или прилегающих территории. За пределы такой водооборотной системы сбрасываются только избыточные объемы воды после заполнения аккумулирующих емкостей.

Польдерные системы обладают существенным преимуществом, так как с помощью насосных станций позволяют регулировать водный режим почвы, уменьшая или увеличивая сброс воды.

Для водообеспечения осушительно-увлажнительных систем в качестве источника используют водорегулирующие сооружения на открытой и на закрытой сети, аккумулирующей запасы воды из почвы, искусственные водохранилища и пруды, а также в незначительной степени реки, каналы и озера. При проектировании водоемов следует максимально использовать торфовеяработки, отмирающие озера, бросовые земли, малопродуктивные леса и т. д.

### **Осушительная система как природно-техническая система**

Как природно-техническая система (ПТС) осушительные сооружения представляют собой сложную взаимосвязь технических объектов и природной среды. Это управляющая природой, регулирующая, преобразующая система. В состав природно-технической системы входят две подсистемы: техническая (осушительные сети, водоприемник, сооружения на осушительной сети) и природная (площадь мелиорации, прилегающие к ней площади и воздушное пространство) и блок управления. Управление системой сводится к регулированию потоков.

Все изменения природной среды происходят в пространстве и во времени, и часто бывает весьма трудно оценить последствия того или иного мероприятия. Изменение некоторых факторов во времени протекают очень медленно (например, осадка и сработка торфяной залежи, смена биоценозов, исчезновение ягодных делянок в прилегающих лесных массивах в течение десятков лет). Изменения в пространстве не равномерны. В связи с этим можно выделить пять зон влияния мелиоративных систем на природную среду, а именно:

- зона мелиоративного объекта, то есть площадь самого объекта;
- внутренняя зона, охватывающая немелиорируемые площади в контурах объекта мелиорации;
- непосредственно прилегающая зона влияния;
- отдаленная зона влияния;

- зона воздушного пространства в контурах отдаленной четвертой зоны.

Эти зоны выделяют по признаку природоохранных мероприятий, причем в каждой зоне последние могут быть различными.

Границы зон можно установить только приближенно, поскольку время проявления заметных изменений в природной среде может быть весьма растянуто. Однако в некоторых случаях границы очевидны. Изменения при этом, как правило, связаны с параметрами мелиоративной системы, регулируя которые, можно ослабить или не допустить некоторого ущерба от проведения инженерных мероприятий. Границы третьей и четвертой зон установить довольно трудно, однако критерием выделения зон, очевидно, следует считать изменение водного режима территории (поверхностного стока и уровня грунтовых вод), а иногда и изменение микроклимата.

В водосборах рек, где возможно создание двух и более мелиоративных систем, зоны, непосредственно прилегающие к мелиоративной системе и отдаленные от нее, могут налагаться друг на друга, в результате совместное действие мелиоративных объектов в этих зонах усилится. В таких случаях две и более системы в природоохранном аспекте следует рассматривать как единую систему, определенным образом воздействующую на прилегающие территории.

Внутри контура мелиоративного объекта могут отсутствовать площади, не подлежащие мелиоративному воздействию, тогда можно выделить только четыре или даже три зоны, поскольку может не выделяться зона отдаленного влияния (для мелиоративных систем, расположенных в понижениях с крутыми бортами прилегающих территорий, в междуречьях и др.). В последнем случае зона воздушного пространства будет находиться в контурах непосредственно прилегающей зоны.

На практике зоны влияния мелиоративных систем на природную среду выделяют по основным признакам, а их границы уточняют по дополнительным признакам.

К основным признакам относят:

- прогнозный уровень грунтовых вод,
- рельеф объекта прилегающей территории;

к дополнительным:

- локальные понижения рельефа прилегающей территории и локальные возвышенности на объекте мелиорации,

- механический состав и высоту капиллярного поднятия грунтов,

- наличие почвенного покрова и тип почв,

- доминирующая растительность на прилегающих землях (лесная, луговая, поля севооборотов),

- общее направление потока грунтовых вод (в сторону объекта мелиорации или от него),

- химический состав грунтовых вод.



Внутренняя (первая) зона включает все мелиорированные земли объекта, кроме земель, отнесенных ко второй зоне.

Во вторую зону входят земли, имеющие средние отметки на 1 м и более выше средних отметок мелиорируемой территории и внешнюю форму в виде холмов и гряд.

В третью зону входят земли, на которых после создания мелиоративной системы возможны существенные изменения водного режима корнеобитаемого слоя из-за снижения уровня грунтовых вод.

Внешней границей четвертой зоны условно принята линия, где капиллярная кайма высотой  $\alpha h_k$  (при  $\alpha=0,1$  для всех грунтов) пересекает существовавшую среднегодовую депрессионную поверхность.

Зоны влияния мелиоративного объекта на прилегающую территорию определяют после отыскания точек пересечения линий: верхней границы высоты капиллярного поднятия и существующей кривой депрессии грунтовых вод до осушения. При этом имеет место следующая закономерность: чем больше протяженность третьей зоны, тем больше протяженность и четвертой. Это связано с тем, что с удалением от объекта мелиорации кривая депрессии выполаживается и ее уклон становится все меньше. Протяженность четвертой зоны вычисляют по формуле.

За пределами внешней границы четвертой зоны не наблюдается заметного влияния мелиоративного объекта на все факторы внешней среды.

Граница пятой зоны условно совпадает с внешней границей четвертой, так как за пределами этой границы запыление воздушной среды (от ветровой эрозии), связанное с влиянием одной мелиоративной системы, незначительно, хотя в отдельных случаях и может иметь место (при весьма больших скоростях ветра над осушенными торфяниками).

Количество зон влияния уменьшается при условиях, отличающихся от стандартных. Если отметки поверхности на внутренней границе третьей зоны превышают среднюю отметку осушаемой территории на 2-2,5 м (крутой подъем), то третья зона не выделяется и в этом случае можно только выделить четвертую зону при условии, если грунтовые воды движутся в сторону осушенного объекта с образованием кривой депрессии, повышающейся в сторону прилегающей территории.

Может не выделяться и четвертая зона при незначительных ее размерах в связи с малой высотой капиллярной каймы и крутопадающей кривой депрессии уровня грунтовых вод. В этом случае внешняя граница третьей зоны служит внешней границей пятой зоны.

Может не выделяться и вторая зона вследствие отсутствия всхолмлений в пределах первой зоны.

Для проектируемых систем границы зон влияния определяют на основании материалов изысканий и расчетов. При этом устанавливают:

- связь между грунтовыми водами осушенного массива с прилегающими землями;
- направление потока грунтовых вод – в сторону болота или от него;

- слоистость геологического профиля, наиболее водопроницаемый слой и глубину до водоупора;
- величину расхода в сторону мелиоративного объекта (для определения необходимости устройства нагорно-ловчих каналов);
- характер потока в плане: сужающийся к объекту мелиорации, расходящийся от объекта мелиорации – трехмерный поток; фронтальный – двухмерный поток;
- характер растительности;
- химический состав грунтовых вод.

Природоохранные мероприятия на мелиорируемой территории носят почвозащитный и противоэрозионный характер (закрепление откосов каналов и дамб от размывов, мероприятия по консервации дренажных вод с целью их повторного использования и др.). Немелиорируемые земли, расположенные в контурах объекта (вторая зона, т.е. песчаные и моренные гряды, всхолмленные приречные участки), считаются объектами особого рода мелиорации, в результате которых можно создать зоны рекреации, лесопосадки, резерваты для дикой фауны. Непосредственно прилегающие к мелиоративным объектам территории могут быть землями сельскохозяйственного назначения, лесными массивами и, наконец, зеркалом естественного или искусственного водоема. В этой зоне больше всего проявляется влияние мелиоративного объекта, часто отрицательного свойства, вследствие снижения уровня грунтовых вод, некоторого изменения влажности и температуры воздуха и почвы. В отдаленной зоне влияния, где действие параметров элементов мелиоративной системы (длины и глубины каналов, расстояний между дренами, высоты дамб обвалований) не проявляется, а изменение физических параметров, скорее всего, связано с самим фактором создания мелиоративной системы, природоохранные мероприятия могут быть минимальными или ограничиваться прогнозами изменения физических параметров, которые будут учитываться, если это необходимо, в других аспектах хозяйственной деятельности. Наконец, в зоне воздушного пространства проводят мероприятия по охране воздуха от загрязнений. Загрязнение воздуха пылью над мелиорируемой территорией и в прилегающих зонах не должно допускаться.

### **Химическая мелиорация**

Химическая мелиорация, система мер химического воздействия на почву для улучшения её свойств и повышения урожайности сельскохозяйственных культур. При химической мелиорации из корнеобитаемого слоя почвы удаляются вредные для сельскохозяйственных растений соли, в кислых почвах уменьшается содержание водорода и алюминия, в солонцах — натрия, присутствие которых в почвенном поглощающем комплексе ухудшает химические, физико-химические и биологические свойства почвы и снижает почвенное плодородие.

Способы химической мелиорации: известкование почв (в основном в нечернозёмной зоне) — внесение известковых удобрений для замены в почвенном поглощающем комплексе ионов водорода и алюминия ионами кальция, что устраняет кислотность почвы; гипсование почв (солонцов и солонцовых почв) — внесение гипса, кальций которого заменяет в почве натрий, для снижения щёлочности; кислование почв (с щелочной и нейтральной реакцией) — подкисление почв, предназначенных для выращивания некоторых растений (например, чая) при внесении серы, дисульфата натрия и др. К химической мелиорации относят также внесение органических и минеральных удобрений в больших дозах, приводящее к коренному улучшению питательного режима мелиорируемых почв, например песчаных.

### **Известкование почв**

Известкование почв, внесение в почву извести и других известковых удобрений для устранения избыточной кислотности, вредной для многих сельскохозяйственных растений; способ химической мелиорации кислых почв. Известкование почв основано на замене в почвенном поглощающем комплексе ионов водорода и алюминия ионами кальция и магния. При известковании в результате нейтрализации кислотности почвы и увеличения содержания кальция усиливается жизнедеятельность полезных микроорганизмов (например, клубеньковых бактерий, микроорганизмов, минерализующих органические остатки и перегной) и почва обогащается доступными для растений элементами питания, улучшаются её физические свойства (структура, водопроницаемость и др.). Известкование почв повышает эффективность органических и минеральных удобрений.

Известкование почв широко применяют на подзолистых, дерново-подзолистых и некоторых торфяных почвах, реже на серых лесных почвах и краснозёмах. На подзолистых почвах при рН в солевой вытяжке менее 4,5 необходимо известкование почв под все сельскохозяйственные культуры; при рН 4,5—5,0 — под все культуры, кроме люпина; при рН 5,1—5,5 — под культуры, очень чувствительные к кислотности (свёкла, капуста, лук, чеснок, клевер, люцерна, смородина), нуждающиеся в слабокислой и близкой к нейтральной реакции (брюква, турнепс, вика, фасоль, кукуруза, пшеница, ячмень, огурцы, яблоня, вишня) и переносящие умеренную кислотность, но повышающие урожай при внесении высоких доз извести (овёс, рожь, тимофеевка, гречиха); при рН 5,6—6,0 — только под свёклу и люцерну; при рН более 6,0 почву известковать не следует. Дозы известковых удобрений зависят от величины кислотности почвы и её механического состава; они должны быть достаточны для поддержания в течение 10—12 лет слабокислой реакции почвы, обеспечивающей нормальные условия для роста и развития большинства сельскохозяйственных культур.

Дозы известковых удобрений могут быть снижены при неглубокой заделке их в почву и применении вместе с органическими и минеральными удобрениями. Известковые удобрения обычно вносят 1 раз в ротацию севооборота. В некоторых случаях, например, если в севообороте культуры резко различаются по своей нуждаемости в известковании, целесообразно дробное внесение (в несколько приёмов) полной дозы. Известковые удобрения можно вывозить в поле весной, летом и осенью; на выровненных массивах — по мёрзлой земле и мелкому снегу. Эффективность известкования почв в значительной степени зависит от равномерности распределения удобрений по поверхности и хорошей заделке их в почву. Известкование почв даёт значительную прибавку урожая (в среднем по СССР в ц/га): зерновых колосовых культур (зерно) 0,5—4; зернобобовых (зерно) 1—3; кормовой свёклы 30—60; картофеля 5—15; льна (солома) 1—3; клевера (сено) 7—15; капусты 30—70; моркови 15—45. Для планового известкования почв проводят специальные почвенные обследования и полевые опыты, составляют картограммы кислотности почв и известкования.

### **Гипсование почв**

Гипсование почв, внесение в почву гипса для устранения избыточной щёлочности, вредной для многих сельскохозяйственных растений; способ химической мелиорации солонцов и солонцеватых почв. Гипсование основано на замене натрия, поглощённого почвой, кальцием, в результате чего улучшаются её неблагоприятные физико-химические и биологические свойства и повышается плодородие. Дозы гипса (устанавливают по количеству натрия в корнеобитаемом слое почвы, который необходимо заместить кальцием) от 3—4 до 10—15 т/га, наибольшие — на содовых солонцах. Гипс вносят в 2 приёма: перед вспашкой и после неё под культивацию. На солонцеватых почвах, содержащих меньшее количество натрия, чем солонцы, гипс (3—4 ц/га) вносят в рядки вместе с семенами. Гипсование почв проводят в комплексе с агротехническими мероприятиями: глубокая вспашка (на 40—50 см) с перемешиванием солонцового слоя (это даёт возможность переместить гипс, содержащийся в подпахотном слое, в пахотный слой), орошение, внесение органических удобрений, снегозадержание и задержание талых вод, посев многолетних трав.

Для гипсования почв применяют в основном сыро-молотый гипс (из природных залежей), фосфогипс — отходы производства удобрений, отходы содовой промышленности. Продолжительность перехода солонцов под действием гипса в культурную почву, т.е. мелиоративный период, 8—10 лет в неорошаемых условиях и 5—6 лет при орошении. Средняя прибавка урожая зерна при внесении гипса составляет в чернозёмной зоне (без орошения) 3—6 ц/га, в зоне каштановых почв 2—7 ц/га. На орошаемых землях эффективность гипсования почв повышается.

### **Влияние мелиораций на комплексность почвенного покрова**

Многолетние исследования показывают, что при орошении, особенно в условиях комплексности почвенного покрова, плодородие снижается на всех почвах. Так, например, южные черноземы, расположенные в комплексе с солонцами, без применения химической и комплексной мелиораций деградируют. При этом процессы осолонцевания, обусловленные подтягиванием минерализованных грунтовых вод к поверхности почв, достигают поверхностного слоя. Если в 1991 году содержание поглощенного натрия в слое 0–20 см черноземов составляло 4 %, а в слое 0–100 см 11 %, то в 2000 году произошло его перераспределение по слоям: в слое 0–20 см его количество составило 8 % от суммы ППК (почвенно-поглощающего комплекса), в слое 0–100 см – 8 %. Увеличение натрия в ППК сопровождается уменьшением в нем кальция.

Кроме осолонцевания в зональной почве идут процессы вторичного засоления, затрагивая метровую толщу. Засоление в пределах 0,4–0,6 % отмечается с 40–60 см, где при близком залегании грунтовых вод образуется капиллярная кайма. Так, в 1991 году средневзвешенное содержание токсичных солей в слое 0–100 см составляло 0,18 %, в 1995 году – 0,31 %, в 2000 году – 0,38 %, то есть накопление солей за 10 лет орошения составило 110 %. Этому способствуют грунтовые воды сульфатно-натриевого химизма засоления с минерализацией 10–15 г/л, находящиеся на уровне выше критического (1,8–2,0 м). При этом глубина грунтовых вод из года в год и от весны к осени меняется, поэтому и глубина солевых горизонтов разная, отсюда различное содержание солей в метровой толще.

Лугово-степные солонцы, расположенные среди южных черноземов, при орошении также не приобретают положительных свойств: рН остается высокой, содержание поглощенного натрия повышено не только в солонцовом горизонте, но и на поверхности. Его содержание в 0–20 см слое достигает 20–22 % за счет вертикальной и горизонтальной миграции почвенных растворов. Отсюда и низкая устойчивость почв к содовому засолению, низкое содержание гумуса, слабая обеспеченность элементами питания. Обе почвенные разновидности уплотнены, обладают склонностью к слитизации, водопрочность агрегатов либо неудовлетворительная, либо вообще отсутствует.

На таких массивах в первую очередь необходимо провести мероприятия по снижению уровня грунтовых вод ниже критических величин (более 3 м), а затем осуществить химическую или комплексную мелиорацию. Главная задача таких мелиораций – сглаживание комплексности почвенного покрова и создание таких качеств солонцов, которые по своим свойствам приближались бы к зональным.

Полевые опыты по исследованию данных вопросов были проведены в ТОО "Цимлянское" Мартыновского района Ростовской области. Данная территория относится к сухостепной зоне. Климат континентальный. Рельеф равнинный, опыты проводились на первой надпойменной террасе р.

Западный Маныч (Доно-Манычская провинция). Почвенный покров представлен комплексом южных черноземов и лугово-степных солонцов. Последние занимают в комплексе 25–30 %. Как видно из таблицы 2, сглаживание комплексности почвенного покрова по основным показателям произошло при использовании в качестве химического мелиоранта фосфогипса и его сочетаний с навозом.

На контроле содержание обменного натрия в 0–40 см слое в южном черноземе составляло 10 %, на солонце – 21 %, рН 7,9–8,5 соответственно, объемная масса практически одинаковая в силу физической уплотненности, а коэффициент дисперсности на солонце в 1,5 раза выше, чем на южном черноземе, общее содержание гумуса составляло 3,7 %, на солонце – 3,19 %. В силу различных свойств почв, входящих в комплекс, урожайность на солонцах была на 15–20 % ниже, чем на южных солонцеватых черноземах. В результате химической мелиорации в вариантах с чистым фосфогипсом, в сочетаниях с 10 т/га Ф + 20 т/га и 10 т/га Ф + 40 т/га Н на солонцах уже в 1-й год последствия солонцеватость снизилась до категории среднесолонцеватых почв и приблизилась к солонцеватости зональных почв. Сами южные черноземы из ряда слабосолонцеватых перешли в разряд несолонцеватых почв.

Одновременно произошло снижение щелочности, почвы разуплотнились, и почвенные частицы в той и другой разновидностях почв скоагулировались, что наглядно представлено коэффициентом дисперсности, который уменьшился почти в 2 раза. За счет внесения навоза и лучшего развития сельскохозяйственных культур увеличилось в 40 см слое содержание гумуса. На 4-й год последствия восстановления отрицательных свойств почв солонцового комплекса не наблюдалось. Это подтверждается как свойствами почв, так и урожайностью сельскохозяйственных культур. При этом отмечено, что химическая мелиорация солонцов, как наихудшей почвы комплекса, сопровождается большей отдачей по продуктивности. Так, в первый год после мелиорации урожайность кукурузы на зеленую массу в варианте с 10 т/га Ф + 20 т/га Н на солонце была выше по сравнению с контролем на 33 %, а на южном черноземе на 26 %.

На 4-й год после мелиорации урожайность озимой пшеницы соответственно выше на 39 и 35 % по сравнению с контролем. Аналогичная ситуация складывалась на варианте с 10 т/га Ф и 20 т/га Н. В варианте с чистым фосфогипсом прибавки на обеих почвах одинаковы, а на 4-й год на южном черноземе прибавка по сравнению с контролем составила 32 %, на солонце 35 %.

Навоз в чистом виде на солонцах с высокой щелочностью не способствует рассолонцеванию и, следовательно, не улучшает основные свойства почв, а на южных черноземах с реакцией почв ближе к слабощелочной снизилась солонцеватость, уменьшилась объемная масса до 1,30 т/м<sup>3</sup>, несколько снизился коэффициент дисперсности, возросло содержание гумуса. За счет этих свойств урожайность по сравнению с

контролем в 1-й год его последствия возросла на 11 %, а на 4-й год уже на 28 %, то есть на южных черноземах навоз в чистом виде мелиорирующее действие оказывает, но использовать его для мелиорации почв солонцовых комплексов нецелесообразно.

Таким образом, проведение комплексной мелиорации на почвах солонцовых комплексов еще в большей степени исключает проявление негативных процессов и способствует формированию однородного почвенного покрова.

При мелиорации земель, входящих в конкретную геосистему, надо, прежде всего, определиться с требованиями землепользователя к свойствам компонентов геосистемы: какими должны быть свойства почв при выращивании определенных растений, или грунтов как оснований для сооружений, дорог, или свойства вод для водоснабжения или рыборазведения и т.д. При этом становится понятным главный объект мелиорации или предмет труда мелиоратора.

При улучшении сельскохозяйственных земель - это почва, которая для земледельца выступает уже как средство производства, причем важнейшее. Отметим, что почва в отличие от других средств производства (машин, удобрений, средств борьбы с болезнями и вредителями, семян) обладает уникальным свойством - неизнашиваемостью. При соответствующем количестве и качестве вложенного в почву живого и овеществленного труда она способна сохранять и даже наращивать свою потребительную стоимость, т.е. плодородие. Это обстоятельство формирует главную цель мелиорации сельскохозяйственных земель - расширенное воспроизводство плодородия почвы. Достижение этой цели, а не получение максимального урожая любой ценой, в том числе и ценой истощения почвы, обеспечивает долговременные интересы землепользователя. Такая формулировка цели обеспечивает и устойчивость агрогеосистемы, так как плодородные почвы более устойчивы, следовательно, она, по сути, является природосберегающей.

Очевидно, что человек не повышает плодородие почвы ради самого плодородия. Повышая его, человек заботится и о получении высокого урожая определенных культур, это также должно включаться в цель мелиорации. При этом надо иметь в виду, что требования растений и требования почвы не всегда совпадают, они могут вступать в противоречие. Например, растения всегда требуют довольно высокую влажность почвы, но для самой почвы повышенная влажность противопоказана, так как при этом повышается ее промываемость, ухудшается накопление гумуса и т.д. Возникает непростая проблема разрешения этого противоречия. Опыт оптимизации или согласования требований растений и почвы в смысле сохранения и повышения ее плодородия показывает, что надо ориентироваться на некоторое недополучение урожая по сравнению с наивысшим. Это не только повышает устойчивость агрогеосистемы, но и уменьшает потребность в ресурсах, в орошаемой земледелии - прежде всего уменьшение оросительных

норм, следовательно, уменьшение нагрузки как на мелиорируемую геосистему, так и на прилегающие.

Технически мелиорация земель должна осуществляться при экономном расходовании всех ресурсов: материальных, в том числе и водных, энергетических, трудовых. Это не только выгодно экономически, но и важно для сохранения природы.

Наконец, мелиорация земель, как сильный природопреобразующий фактор, может приводить к негативным экологическим последствиям. Поэтому неперменной составляющей работ по мелиорации земель является недопущение ущерба природным системам и другим землепользователям или компенсация этого ущерба, что требует дополнительных мероприятий, дополнительных затрат.

Применительно к сельскохозяйственным землям можно сказать, что цель их мелиорации заключается в расширенном воспроизводстве плодородия почвы, получении оптимального урожая определенных сельскохозяйственных культур при экономном расходовании всех ресурсов, недопущении или компенсации ущерба природным системам и другим землепользователям.

При мелиорации земель другого назначения главная цель может меняться, но ограничения при выполнении все равно остаются.

**Цели мелиорации земель могут быть достигнуты только при выполнении определенного целостного набора требований, которым должна удовлетворять система мелиоративных мероприятий. Этот набор требований предложили назвать режимом.**

**Под словом режим нужно понимать не изменение какого-либо показателя, а требования к нему (норму) в разные моменты времени или в различных случаях.**

Применительно к сельскохозяйственным землям мелиоративный режим - это совокупность требований к управляемым факторам почвообразования, роста растений и воздействия на окружающую среду, которые должна обеспечить система мелиоративных мероприятий для достижения поставленной цели.

Выбор показателей мелиоративного режима представляет собой сложную задачу, требует глубокого обобщения результатов многолетних исследований в различных природных зонах. Вместе с тем можно сформулировать некоторые **общие критерии выбора этих показателей:**

- показатели должны поддаваться регулированию доступными при сложившейся технологии мелиорации приемами;
- должно быть хорошо изучено воздействие показателей на плодородие почвы, рост растений и окружающую среду в рассматриваемой природной зоне;



- надо иметь способы количественного прогноза изменения обстановки при тех или иных значениях показателей;

- набор показателей может изменяться по мере развития науки, средств сбора и переработки информации, технологии улучшения земель.

**Набор показателей зависит от разновидности мелиораций (водные, химические и т.д.). Применительно к водным мелиорациям набор показателей может быть следующим:**

- допустимые пределы регулирования влажности корнеобитаемого слоя почвы;

- допустимые пределы глубин грунтовых вод;

- допустимые направление и величина влагообмена между корнеобитаемым слоем почвы и подстилающим ею слоями или грунтовыми водами;

- допустимое содержание токсичных солей в почвенном растворе, состав и количество поглощенных оснований рН почвенного раствора;

- требуемая динамика запасов гумуса и питательных веществ в почве;

- предельное значение общей минерализации поливной воды, соотношения в ней ионов натрия и кальция и ее рН;

- допустимые количество и качество дренажных вод, сбрасываемых в поверхностные водотоки или водоемы.

Количественные значения того или иного показателя должны устанавливаться применительно к каждой мелиорируемой территории, не только исходя из имеющегося опыта, но и в результате перебора ряда вариантов (оптимизации), с учетом возможного неодинакового воздействия на растение, почву, окружающую среду. В оценочный критерий отбора наилучшего варианта мелиоративного режима должны включаться не только объем и качество урожая, но также и плодородие почвы, затраты на компенсацию негативных воздействий на окружающую среду, стоимость ресурсов и других затрат.

**Поэтому варианты показателей мелиоративного режима должны быть оценены со следующих эколого-экономических позиций:**

- среднемноголетняя прибавка урожая совокупности сельскохозяйственных культур на орошаемом массиве по сравнению с богарой;

- компенсационные мероприятия по недопущению снижения плодородия почвы: затраты на улучшение солевого режима (промывки, гипсование и т.п.), на поддержание требуемого количества гумуса и питательных веществ;

- затраты на дренах, защиту от подтопления соседних земель, штрафы за загрязнение подземных и поверхностных вод или затраты на очистку дренажных вод;

- объем используемых водных ресурсов, т.е. размер оросительных норм;
- затраты на строительство и эксплуатацию мелиоративной системы, обеспечивающей рассматриваемый вариант показателей мелиоративного режима.

Введение цены на землю и воду, строгий контроль за загрязнением окружающей среды делают такие расчеты необходимыми и весьма эффективными. Эти обстоятельства заставят применять водо- и почво-сберегающие технологии орошения, водооборотные системы и будут способствовать научно-техническому прогрессу в орошаемом земледелии.

Такой подход заставляет увязывать между собой работу отдельных звеньев мелиоративной системы (подающую, отводящую), а также с мероприятиями агротехнического плана (нормы органических и минеральных удобрений, состав культур, технологии возделывания) и мероприятиями по охране окружающей среды.

Накопленный к настоящему времени богатый объем научной информации, возросшие возможности ее переработки, включающие большой набор математических моделей и современную вычислительную технику, позволяют реализовывать на практике идею мелиоративных режимов.

## **Нормативно-правовая база природообустройства**

Всякая деятельность человека, связанная с природой, и природообустройство в том числе, опирается на ряд документов – источников права. Важнейшие среди них: международные договоры (например, Киотское соглашение), Конституция РФ, Земельный Кодекс РФ, Водный Кодекс РФ, Лесной Кодекс РФ, а также федеральные законы «О мелиорации земель», «О недрах», «Об охране окружающей среды», «Об экологической экспертизе» и другие. Ответственность за экологические правонарушения закреплена Кодексом РФ об административных правонарушениях, Уголовным Кодексом РФ и Гражданским Кодексом РФ, который регулирует в том числе и имущественные права. Нормативно-правовая база постоянно меняется, что отражается на юридическом сопровождении и обеспечении природообустройства.

По российскому законодательству предмет регулирования в области природообустройства – общественные отношения, возникающие по поводу земель, недр, почв, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха, растительного и животного мира.

Принципы права в сфере экологии, природопользования и природообустройства:

- Презумпция экологической опасности любой деятельности: любая антропогенная деятельность потенциально опасна для природы.
- Предотвращение вреда окружающей природной среде: правовое регулирование ставит своей задачей недопущение ущерба природе.
- Охрана жизни и здоровья человека – одна из основных задач обеспечения прав человека на жизнь и здоровье.
- Обеспечение рационального использования природных объектов.
- Принцип платности природопользования: использование природы осуществляется на платной, возмездной основе, что учитывает интересы общества в целом.
- Загрязняющий платит: в отношении лица или организации, загрязняющей компоненты природы, действует экономический механизм: нормативная плата за сброс сточных вод, штрафы за превышение заданных лимитов.
- Принцип устойчивого экологически обоснованного развития: экономическое развитие должно находить баланс между потребностями ныне живущих людей и возможностью жить и развиваться будущим поколениям.
- Принцип свободного доступа к экологической информации: информация о состоянии окружающей природной среды важна для людей, и потому закон гарантирует свободный доступ к ней.
- Принцип ответственности за экологические последствия деятельности. Экологические последствия деятельности – любые антропогенные изменения в природе. Закон гласит, что за эти изменения как физические, так и юридические лица должны в полной мере нести ответственность, предусмотренную законодательством (дисциплинарную, гражданскую, административную, уголовную).

Федеральный Закон РФ «Об охране окружающей среды» регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду как важнейшую составляющую окружающей среды, являющуюся основой жизни на Земле, в пределах территории Российской Федерации, а также на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации.

В этом законе использовано определение окружающей среды как совокупности компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов.

Водный Кодекс РФ указывает, что оборот водных объектов осуществляется особым образом: продажа, залог и совершение других сделок, которые влекут или могут повлечь отчуждение водных объектов, не допускаются (за исключением обособленных, т.е. небольших по площади и

непроточных искусственных водоемов, не имеющих гидравлической связи с другими поверхностными водными объектами).

Например, в «Основных положениях о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы», определены общие требования при проведении работ, связанных с нарушением почвенного покрова и рекультивацией земель, которые являются обязательными для использования всеми юридическими, должностными и физическими лицами; обозначены цели и этапы рекультивации, земли, подлежащие рекультивации; оговорены порядок приемки и передачи рекультивированных земель, их учет; контроль за рекультивацией земель и ответственность за невыполнение обязанностей по рекультивации.

### **Стандарты в области природообустройства**

Существуют международные стандарты, государственные стандарты (ГОСТ), отраслевые стандарты (ОСТ), стандарты предприятий и другие. Специальные стандарты (например, строительные нормы и правила – СНиП) регламентируют создание технических систем. Эти стандарты обязательны к применению.

Любой стандарт имеет как положительные, так и отрицательные стороны. С одной стороны, стандарт унифицирует деятельность, конструкции сооружений, способы их расчета, обобщает опыт в данной сфере, что позволяет установить критерии ответственности проектировщика, строителя, эксплуатационника. Вместе с тем, стандарты консервируют прогресс, не оставляют большого простора для принятия решений на основе современных достижений науки

Практика показывает, что та организация, которая придерживается стандартов и демонстрирует это, имеет больше возможностей для получения кредитов, страхования на выгодных условиях, имеет положительную репутацию в среде партнеров, в отношениях с государством и на международной арене.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Широкомасштабные работы по изменению природной среды во благо человека из-за ряда объективных и субъективных причин стали приводить к негативным последствиям что привело к современному неблагоприятному состоянию окружающей среды и даже – к экологическому кризису.

Разнообразную деятельность по преобразованию и восстановлению природных компонентов ученые И.Г. Галямина, А.И. Голованов, И.П. Айдаров в 1993 г. предложили объединить одним широким понятием «природообустройство». Это позволило выработать общие подходы к

модификации свойств природных компонентов и сформулировать общие требования к природотехногенным комплексам в природообустройстве, общие закономерности создания и управления особыми природно-техногенными комплексами.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

1. В чем связь и различие природопользования и природообустройства?
2. Назовите объекты природопользования и природообустройства.
3. Каковы принципы природообустройства?
4. Что такое природно-техногенный комплекс?
5. Назовите виды ПТК природообустройства.
6. Охарактеризуйте периоды создания и существования ПТК.
7. Каковы требования к прогнозам в природообустройстве?

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

- Гальперин А.М., Фёрстер В., Шеф Х.-Ю. ЭБС Книгафонд: Техногенные массивы и охрана природных ресурсов: Уч. пос. д: В 2 т. Т. 1: Насыпные и намывные массивы М: МГГУ,- 2006.- 391 с.
- Зубрев Н.И., Медведева В.М. ЭБС Книгафонд: Организация природоохранной работы на предприятиях железнодорожного транспорта: уч.пос. М: Маршрут, 2014.- 495 с.
- Арустамов Э. А. Природопользование М.:Дашков и К, 2004.- 312 с.
- Новоселов А.Л., Новоселова И.Ю. ЭБС Книгафонд: Модели и методы принятия решений в природопользовании: уч.пос Юнити-Дана, 2010, 383 с
- Рыжанкова Л. Н. ЭБС Руконт. Общие и специальные виды обустройства территорий: учеб. пособие М. : РУДН, 2011 .—241 с.
- Рожникова И. А. ЭБС Руконт. Сооружения водохозяйственных систем и водопользования: учеб. пос. Брянск: БГИТА, 2012.- 88 с.
- Шорина, Т.С. ЭБС Руконт. Мелиорация почв: учеб. пос. Оренбург : ОГУ, 2012.- 190 с.

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

Введение.....	3
Общие положения природообустройства, его связь с природопользованием и отличия от него .....	4
Принципы рационального природообустройства.....	6
Геосистемы (ландшафты) как объекты природообустройства.....	8
Техногенные воздействия на геосистемы.....	11
Природно-техногенные комплексы природообустройства .....	14
Виды ПТК и инженерных систем природообустройства.....	15
Этапы создания и функционирования ПТК природообустройства.....	17
Мелиоративный режим, методы, способы и приемы мелиорации земель различного назначения.....	23
Оросительная мелиорация .....	24
Осушительная мелиорация .....	26
Химическая мелиорация .....	42
Влияние мелиораций на комплексность почвенного покрова .....	44
Нормативно-правовая база природообустройства.....	50
Заключение.....	52
Библиографический список.....	53

Подписано в печать 24.03.21.  
Электронное издание.

Издательство НОУ ВПО СТИ  
390048, г. Рязань, ул. Новоселов, 35А.  
(4912) 300630, 30 08 30