

Лекция 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАДИЦИОННЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ.

1. Значение традиционных систем электроснабжения, виды традиционных систем электроснабжения
2. Экологические проблемы традиционных систем электроснабжения
3. Пути решения экологических проблем традиционных систем электроснабжения
4. Комплексный подход к решению экологических проблем.
5. Роль зелёных технологий и возобновляемых источников энергии.

2.1. Значение традиционных систем электроснабжения, виды традиционных систем электроснабжения

Система электроснабжения (СЭС) представляет собой комплекс источников, а также систем преобразования, распределения и передачи электрической энергии.

В сети присутствуют специальные линии передач, с помощью которых осуществляется соединение подстанций. К ним подходит несколько таких линий. Внутри каждой подстанции происходит преобразование входного напряжения, а также перераспределение потоков электрической энергии между подходящими линиями.

Если же говорить об обязанностях таких систем, то на первом месте тут идёт надёжность. Только после этого - качество, безопасность, стандартизация, экономичность, экологичность и удобство (эргономичность).

В состав СЭС входит: трансформаторные подстанции, групповые и распределительные сети, питающие линии, главный, распределительный и групповой щит.

Характеристики данных систем:

- Условия функционирования - относится это к окружающей среде. Входят сюда экономические и технические условия.

- Количественные - это число приёмников электрической энергии и их территориальное местоположение.

- Качественные - с их помощью определяется работоспособность самой системы. Также они характеризуются структурой и свойствами СЭС.

Рассмотрим основные источники электрической энергии (электростанции). **Основными видами энергии** на земле являются: химическая; лучистая (энергия света); тепловая; гравитационная; кинетическая; электрическая; ядерная.

Каждый из известных источников энергии даёт возможность получать как один, так и несколько её видов одновременно.

Энергия также может являться:

- первичной (непосредственно исходящей от источника, например, солнечный свет, тепло);

- вторичной (возникающей в процессе преобразования первичной энергии, например, электрическая).

Основные виды источников энергии: наиболее глобальным из таких принципов является конечность источника либо способность его к возобновлению. На этой основе все они делятся на две большие группы:

- возобновляемые;

- невозобновляемые.

К возобновляемым источникам принято относить: Солнце; воздух (ветер); воду; гравитацию; геотермальные источники (вулканы, гейзеры и другие, основанные на термических процессах внутри Земли); биосфера планеты (как источник биологической массы растений).

Практически все перечисленные источники правильнее было бы назвать условно-возобновляемыми, так как не существует ничего вечного. Ядерные процессы, идущие на Солнце и в недрах Земли, которые сегодня

являются мощнейшим источником энергии, безусловно конечны. Движение воды и воздуха возможно лишь при наличии таковых. О возобновляемости биомассы растений и говорить не приходится. Однако в обозримом будущем при отсутствии глобальных катастроф данные источники действительно представляются неистощимыми. По крайней мере, в результате деятельности человека.

С невозобновляемыми источниками дело обстоит совсем иначе. Их истощение в процессе эксплуатации людьми происходит на наших глазах. Основные их виды: дерево; уголь; нефть; газ; химические элементы, являющиеся источником радиоактивного излучения.

Именно системный кризис энергетики, а также сложная экологическая обстановка заставляют сегодня человечество всё чаще задумываться о возвращении к возобновляемым природным источникам.

2.2. Экологические проблемы тепловых электростанций (ТЭС)

Тепловые электростанции (ТЭС) остаются основным источником производства электроэнергии в большинстве стран мира, несмотря на значительные экологические последствия их эксплуатации. Для полноценного понимания проблем, связанных с ТЭС, необходимо рассмотреть источники топлива и их запасы, экологические последствия использования этого топлива, коэффициент полезного действия и потребление воды, а также радиационное и токсичное загрязнение и структурные изменения, вызванные деятельностью этих станций.

Источники топлива и их запасы: ТЭС используют преимущественно ископаемое топливо, такое как уголь, мазут, газ и сланцы. Эти виды топлива являются невозобновимыми ресурсами. По оценкам, мировых запасов угля хватит на 100-300 лет, нефти на 40-80 лет, а природного газа на 50-120 лет. Структура запасов ископаемого топлива не соответствует структуре его современного потребления при производстве энергии. Большая часть запасов угля сосредоточена в

России, Китае и США, в то время как основная доля энергии в настоящее время производится на ТЭС за счет использования нефтепродуктов. В будущем переход на уголь как основной источник топлива вызовет значительные экологические проблемы, материальные затраты и изменения во всей промышленности.

Экологические последствия использования топлива:
Эксплуатация ТЭС сопровождается значительными выбросами загрязняющих веществ в атмосферу. Ископаемое топливо при сгорании выделяет углекислый газ (CO_2), оксиды азота (NO_x), оксиды серы (SO_x) и твердые частицы (PM). Эти выбросы способствуют глобальному потеплению, кислотным дождям, смогу и ухудшению качества воздуха. Типичная ТЭС мощностью 2 млн кВт ежедневно потребляет 18 000 т угля, что приводит к значительным выбросам парниковых газов и других загрязнителей.

Коэффициент полезного действия и потребление воды:
Коэффициент полезного действия (КПД) ТЭС составляет в среднем 36-39%. Это означает, что значительная часть энергии топлива теряется в виде тепла. Для работы ТЭС требуется большое количество воды. Ежедневное потребление воды на ТЭС мощностью 2 млн кВт составляет 150 000 м³ для технологических нужд и 7 млн м³ для охлаждения отработанного пара. Это приводит к тепловому загрязнению водоемов, используемых в качестве охладителей.

Радиационное и токсичное загрязнение: ТЭС характеризуются высоким уровнем радиационного и токсичного загрязнения окружающей среды. Обычный уголь и его зола содержат микропримеси урана и других токсичных элементов в значительно больших концентрациях, чем земная кора. Эти вещества выбрасываются в атмосферу и могут накапливаться в окружающей среде, что представляет опасность для здоровья человека и экосистем. При строительстве крупных ТЭС или их комплексов могут возникать новые экологические эффекты, такие как превышение скорости

сжигания кислорода над скоростью его образования за счет фотосинтеза растений на данной территории.

Структурные изменения и экологические проблемы:

Структурные изменения в энергетическом секторе, связанные с переходом на новые виды топлива или изменения в масштабах производства, также вызывают экологические проблемы. Например, использование угля как основного источника топлива требует значительных изменений в инфраструктуре и промышленности. Это может привести к увеличению выбросов парниковых газов и загрязнителей, а также к значительным материальным затратам. В некоторых странах уже началась структурная перестройка энергетики, направленная на снижение зависимости от ископаемого топлива и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду.

Экологические проблемы, связанные с эксплуатацией ТЭС, являются комплексными и многогранными. Они включают в себя истощение невозобновимых ресурсов, значительные выбросы загрязнителей в атмосферу и воду, а также радиационное и токсичное загрязнение окружающей среды. Решение этих проблем требует внедрения новых технологий, повышения энергоэффективности и перехода на возобновляемые источники энергии.

2.3. Экологические проблемы гидроэлектростанций (ГЭС)

Гидроэлектростанции (ГЭС) играют важную роль в мировой энергетике благодаря своей низкой себестоимости выработки электроэнергии и высокой маневренности. Однако их эксплуатация сопряжена с рядом экологических проблем.

Источники энергии и их потенциал: ГЭС используют энергию текущей воды, что делает их зависимыми от наличия гидроресурсов. Мировой гидроэнергетический потенциал значителен, однако даже при полном использовании всех рек Земли можно обеспечить не более

четверти современных энергетических потребностей человечества. В России используется менее 20% гидроэнергетического потенциала, тогда как в развитых странах эффективность использования гидроресурсов в 2-3 раза выше. Это свидетельствует о наличии резервов для увеличения производства энергии в России, но также подчеркивает ограниченность ресурса в глобальном масштабе.

В Узбекистане гидроэнергетический потенциал также значителен. Основными реками, используемыми для производства гидроэлектроэнергии, являются Амударья и Сырдарья. ГЭС в Узбекистане обеспечивают значительную часть потребностей страны в электроэнергии, но также сталкиваются с экологическими проблемами, связанными с эксплуатацией водохранилищ и изменением экосистем.

Экологические последствия использования гидроресурсов: Сооружение ГЭС, особенно на равнинных реках, приводит к значительным экологическим последствиям. Для обеспечения равномерной работы ГЭС необходимо создание водохранилищ, что вызывает изменения климата на прилегающих территориях. Эти изменения могут распространяться на расстояния до сотен километров. Водохранилища также являются естественными накопителями загрязнений, что приводит к ухудшению качества воды и нарушению функционирования экосистем. В водохранилищах часто развиваются сине-зеленые водоросли, ускоряются процессы эвтрофикации, что ухудшает качество воды и нарушает экосистемы.

Коэффициент полезного действия и использование воды: ГЭС обладают высокой эффективностью, причем коэффициент полезного действия (КПД) гидроэлектростанций достигает 90%, что значительно выше, чем у тепловых электростанций (ТЭС), КПД которых составляет в среднем 36-39%. Это делает ГЭС одним из наиболее эффективных способов производства электроэнергии. Однако создание водохранилищ для их работы приводит к значительным экологическим изменениям.

Например, типичная ГЭС может потреблять большие объемы воды для создания водохранилищ и обеспечения стабильной работы станции.

По данным Международного энергетического агентства (IEA), в 2020 году ГЭС обеспечивали около 16% мирового производства электроэнергии. Эти данные указывают на значительную роль гидроэнергетики в энергетическом балансе различных стран, но также подчеркивают важность управления водными ресурсами и минимизации экологического воздействия.

Радиационное и токсичное загрязнение: Хотя ГЭС не связаны с радиационным загрязнением, как ТЭС, они создают значительные проблемы, связанные с накоплением токсичных веществ в водохранилищах. Вода, используемая для производства электроэнергии, может содержать загрязнения, которые накапливаются и распространяются на большие территории. Это создает угрозу для здоровья человека и экосистем. Например, в водохранилищах ГЭС часто накапливаются пестициды и другие химические вещества, используемые в сельском хозяйстве, что ухудшает качество воды и может приводить к токсическим эффектам на флору и фауну.

Структурные изменения и экологические проблемы: Структурные изменения, связанные с эксплуатацией ГЭС, включают создание крупных водохранилищ, что требует значительных изменений в природных и человеческих экосистемах. При строительстве водохранилищ на равнинных реках нарушаются большие площади плодородных земель, изменяется уровень подземных вод и возникают новые климатические условия.

Эксплуатация ГЭС, несмотря на их преимущества, сопряжена с серьезными экологическими проблемами. Эти проблемы включают изменения климата, ухудшение качества воды, нарушение экосистем и необходимость значительных структурных изменений. Решение этих проблем требует комплексного подхода, включающего развитие

технологий, минимизирующих негативное воздействие на окружающую среду, и эффективное управление гидроресурсами.

2.4. Экологические проблемы атомных электростанций (АЭС)

Атомные электростанции (АЭС) занимают важное место в мировой энергетике благодаря своей высокой эффективности и низким выбросам углекислого газа. Тем не менее, их эксплуатация связана с рядом серьезных экологических и социальных проблем, которые необходимо тщательно учитывать.

Источники энергии и их потенциал: АЭС используют ядерное топливо, главным образом уран, для выработки электроэнергии. Уран является невозобновимым ресурсом, однако его запасы значительны и могут обеспечить энергоснабжение на десятилетия вперед. Мировые запасы урана распределены в основном в таких странах, как Австралия, Казахстан и Канада.

В Узбекистане также имеются значительные запасы урана, что делает страну потенциальным игроком на рынке ядерной энергетики. Страна активно развивает свою ядерную инфраструктуру и рассматривает возможность строительства АЭС для удовлетворения растущих энергетических потребностей.

Экологические последствия использования ядерного топлива: АЭС не производят выбросов углекислого газа, что является значительным преимуществом в борьбе с глобальным потеплением. Однако процесс добычи, обогащения и переработки урана, а также утилизации отработанного ядерного топлива сопряжен с рядом экологических рисков.

Основные экологические проблемы, связанные с эксплуатацией АЭС, включают: радиоактивное загрязнение окружающей среды в случае аварий; долгосрочное хранение отработанного ядерного топлива, которое остается радиоактивным на протяжении тысячелетий; риск распространения ядерных материалов для создания оружия.

Коэффициент полезного действия и использование воды:

Коэффициент полезного действия (КПД) современных АЭС составляет около 33-37%. Это несколько ниже, чем у гидроэлектростанций (КПД до 90%), но выше, чем у большинства тепловых электростанций. Для охлаждения реакторов АЭС потребляют значительные объемы воды, что может приводить к тепловому загрязнению водоемов.

В среднем, АЭС мощностью 1 ГВт потребляет около 25 000 кубометров воды в день для охлаждения. Вода, используемая для охлаждения, возвращается в водоемы, но с повышенной температурой, что приводит к тепловому загрязнению. Это может негативно сказаться на экосистемах водоемов, изменяя температурный режим и приводя к гибели рыб и других водных организмов. Это создает дополнительные экологические нагрузки на водные ресурсы. Загрязнение почвы радиоактивными веществами происходит как результат аварий на АЭС и несанкционированного захоронения радиоактивных отходов.

Радиационное и токсичное загрязнение: Одной из главных проблем АЭС является потенциальное радиоактивное загрязнение окружающей среды. Аварии на АЭС, такие как катастрофа на Чернобыльской АЭС в 1986 году и авария на Фукусиме в 2011 году, продемонстрировали серьезные последствия радиоактивного выброса для здоровья человека и экосистем.

Кроме того, отработанное ядерное топливо требует безопасного долгосрочного хранения. По данным Всемирной ядерной ассоциации (WNA), более 130 промышленных ядерных установок уже выведены из эксплуатации, либо ожидают этой процедуры, что также представляет значительные экологические и финансовые вызовы.

Структурные изменения и экологические проблемы:

Строительство и эксплуатация АЭС требуют значительных структурных изменений и инвестиций.

Основные проблемы включают: высокие капитальные затраты на строительство и эксплуатацию АЭС; необходимость создания специальных хранилищ для отработанного ядерного топлива; обеспечение безопасности и предотвращение распространения ядерных материалов.

На 2024 год в мире функционировало около 440 реакторов АЭС, которые обеспечивали около 10% мировой выработки электроэнергии. В США доля атомной энергии составляет около 20%, во Франции - около 70%, а в России - около 20%.

В Узбекистане, в 2018 году, было подписано соглашение с Россией о строительстве первой в стране атомной электростанции, которая должна обеспечить значительную часть энергопотребления страны. Этот проект предусматривает строительство двух реакторов общей мощностью 2,4 ГВт.

Положительные моменты: низкие выбросы углекислого газа; высокая надежность и стабильность выработки электроэнергии; долгосрочные запасы ядерного топлива.

Отрицательные моменты: высокий риск радиоактивного загрязнения в случае аварий; проблемы с безопасным хранением отработанного ядерного топлива; высокие капитальные затраты и долгий срок окупаемости; риск распространения ядерных материалов.

Эксплуатация АЭС представляет собой сложный баланс между высокими энергетическими потребностями и значительными экологическими рисками. Решение этих проблем требует комплексного подхода, включающего развитие технологий, улучшение мер безопасности и эффективное управление ядерными отходами.

2.5. Эколого-экономическая характеристика основных возобновимых и альтернативных источников энергии

Считается, что возобновимые источники энергии (ветровые, солнечные, геотермальные, волновые и др.), модульные станции на природном газе с использованием топливных элементов, утилизация

сбросного тепла и отработанного пара, как и многое другое - реальные пути защиты от изменения климата без создания новых угроз для ныне живущих и будущих поколений. Рассмотрим эти вопросы более подробно.

Прямое использование солнечной энергии: Мощность солнечной радиации, поглощенной атмосферой и земной поверхностью, составляет около 105 ТВт (10^{17} Вт). Эта величина значительно превышает современное мировое энергопотребление, равное 10 ТВт, что делает солнечную энергию одной из наиболее перспективных в области альтернативной энергетики.

Основные методы преобразования солнечной энергии: К основным методам преобразования солнечной энергии относятся фотоэлектрическое преобразование и термодинамический цикл, а также биоконверсия.

Фотоэлектрическое преобразование: Фотоэлектрический метод преобразования солнечной энергии основан на взаимодействии полупроводниковых материалов со световым излучением. В фотоэлектрическом преобразователе свободные носители образуются в результате поглощения светового кванта полупроводником, а разделение зарядов производится под действием электрического поля, возникающего внутри полупроводника. Теоретически КПД преобразователя может достигать 28%.

Однако низкая плотность солнечного излучения является одним из препятствий широкого использования этого метода. Для устранения этого недостатка при конструировании фотоэлектрических преобразователей используются различные концентраторы излучения. Основные преимущества фотоэлектрических установок включают отсутствие движущихся частей, простоту конструкции и технологичность производства. Среди недостатков следует отметить разрушение полупроводникового материала со временем, зависимость эффективности работы системы от запыленности и необходимость разработки сложных

методов очистки батарей от загрязнения. Все это ограничивает срок службы фотоэлектрических преобразователей.

Термодинамическое преобразование: Энергию можно получать из солнечной энергии методом термодинамического преобразования, практически так же, как из других источников. Однако такие особенности солнечного излучения, как низкая мощность, суточная и сезонная изменчивость, зависимость от погодных условий, накладывают определенные ограничения на конструкцию термодинамических преобразователей.

Обычный термодинамический преобразователь солнечной энергии содержит систему улавливания солнечной радиации, которая предназначена для частичной компенсации низкой плотности солнечного излучения; приемную систему, преобразующую солнечную энергию в энергию теплоносителя; систему переноса теплоносителя от приемника к аккумулятору или теплообменнику; тепловой аккумулятор, смягчающий зависимость от суточной изменчивости и погодных условий; и теплообменники, образующие нагревательный и охлаждающий источники тепловой машины.

Нерешенной проблемой в гелиостанциях остается длительное хранение электроэнергии, что является общим вызовом для всей энергетики, а не только для солнечной.

Динамика и перспективы солнечной энергетики: Более широкому внедрению солнечной энергетики пока препятствует высокая стоимость производства на солнечных электростанциях по сравнению с традиционными источниками энергии. Кроме того, солнечная энергетика имеет особенности, которые затрудняют её широкое использование, такие как низкая плотность потока энергии и её непостоянство, зависящее от времени года, суток и метеоусловий. Тем не менее, в последние годы наблюдается значительный рост, как вводимых мощностей, так и инвестиций в эту отрасль по всему миру. В 2008-2009 годах новые

инвестиции в солнечную энергетику превысили половину всех инвестиций в производство энергии. В 2020 году впервые прирост мощностей на основе возобновляемых источников энергии превысил ввод мощностей традиционных источников. По показателям имеющихся мощностей и инвестиций лидируют Китай, США, Германия, Индия и Бразилия.

В России цель по достижению 1.5% возобновляемых источников энергии к 2010 году и 4.5% к 2023 году выглядит скромно на фоне мировых лидеров.

В условиях Республики Узбекистан солнечная энергетика может сыграть ключевую роль в обеспечении устойчивого развития и диверсификации энергетического баланса страны. Узбекистан располагает одним из самых высоких уровней солнечной радиации в мире, что делает страну особенно благоприятной для развития солнечной энергетики. Среднегодовая солнечная радиация достигает 2000-2500 кВтч/м², что обеспечивает высокую эффективность солнечных панелей. Развитие солнечной энергетики позволит Узбекистану снизить зависимость от традиционных источников энергии, таких как уголь и природный газ. Это особенно актуально в условиях растущего потребления энергии и необходимости перехода к более устойчивым источникам.

2.6. Прямое использование биомассы как источника энергии

Биомасса используется в качестве источника энергии с древнейших времен. В процессе фотосинтеза солнечная энергия накапливается в виде химической энергии в зеленой массе растений. Эту накопленную энергию можно использовать как в пищу, так и для получения энергии в быту и производстве. В настоящее время до 15% энергии в мире производится из биомассы.

Методы преобразования биомассы: Наиболее древним и широко применяемым методом получения энергии из биомассы является её сжигание. В сельской местности до 85% энергии получают именно этим

способом. Биомасса имеет ряд преимуществ перед ископаемым топливом: она является возобновляемым источником энергии и при её сжигании выделяется в 10-20 раз меньше серы и в 3-5 раз меньше золы, чем при сжигании угля. Количество углекислого газа, выделившегося при сжигании биомассы, равно количеству углекислого газа, поглощённого в процессе фотосинтеза.

Энергию из биомассы можно также получать из специальных сельскохозяйственных культур. Например, в субтропическом поясе России предлагается выращивать карликовые породы быстрорастущего вида папайи, с одного гектара которых за 6 месяцев получают более 5 тонн биомассы по сухому весу, которую можно использовать для получения биогаза. К перспективным видам также относятся быстрорастущие деревья и растения, богатые углеводами, которые используются для получения этилового спирта (например, сахарный тростник). В США разработан способ производства спирта из кукурузы, а в Италии ведутся работы над рентабельным производством спирта из сорго. В Стокгольме уже около 200 автобусов работают на спирте.

Биоконверсия и получение биогаза: Другим распространенным методом получения энергии из биомассы является анаэробное переброживание, в результате которого образуется биогаз, содержащий около 70% метана. Биогаз позволяет использовать газовые турбины, являющиеся одними из самых современных средств теплоэнергетики. Для производства биогаза используются органические отходы сельского хозяйства и промышленности. Например, из 300 тонн сухого вещества навоза, превращенного в биогаз, выход энергии составляет около 30 тонн нефтяного эквивалента.

Биомассу для последующего получения биогаза можно также выращивать в водной среде, культивируя водоросли и микроводоросли. Во многих научных лабораториях, например, в Лаборатории возобновляемых источников энергии МГУ им. М. В. Ломоносова, сейчас разрабатываются

технологии выращивания микроводорослей для биоконверсии солнечной энергии.

Биомасса в Узбекистане: В Республике Узбекистан биомасса также имеет потенциал для использования в качестве возобновляемого источника энергии. Так как в Узбекистане имеется значительное количество сельскохозяйственных отходов, которые можно использовать для производства биогаза. По оценкам, ежегодный объем сельскохозяйственных отходов составляет около 20 миллионов тонн, из которых можно производить до 3,5 миллиардов кубометров биогаза.

В Узбекистане могут быть выращены быстрорастущие энергетические культуры, такие как кукуруза и сахарный тростник, для производства биоэтанола и биодизеля. В стране уже имеются пилотные проекты по производству биогаза из органических отходов. Например, в Ферганской долине функционируют биогазовые установки, использующие навоз и другие органические отходы.

Положительные стороны:

- **Экологическая чистота,** использование биомассы снижает выбросы парниковых газов и загрязняющих веществ в атмосферу по сравнению с ископаемым топливом.

- **Возобновляемость,** биомасса является возобновляемым источником энергии, что обеспечивает устойчивое энергоснабжение.

- **Использование отходов,** переработка сельскохозяйственных и промышленных отходов в биогаз и биотопливо решает проблему утилизации отходов и улучшает экологическую ситуацию.

Отрицательные стороны:

- **Низкая плотность энергии,** биомасса имеет низкую плотность энергии по сравнению с ископаемым топливом, что требует больших объемов сырья для производства значительных объемов энергии.

- **Экономические затраты,** первоначальные затраты на установку биогазовых и биоэнергетических установок могут быть высокими.

- **Технологические барьеры**, разработка и внедрение технологий для эффективного использования биомассы требуют значительных научных и инженерных усилий.

Развитие биомассы как источника энергии в Узбекистане имеет значительный потенциал. Эффективное использование сельскохозяйственных отходов и выращивание специальных энергетических культур могут существенно улучшить энергетическую независимость страны, способствовать устойчивому развитию и снижению экологической нагрузки. Однако для достижения этих целей необходимы инвестиции в технологии и инфраструктуру, а также государственная поддержка и стимулирование использования возобновляемых источников энергии.

2.7. Волновая энергетика

Волновая электростанция - это установка, расположенная в водной среде, целью которой является получение электричества из кинетической энергии волн. В последнее время использование различных видов энергии Мирового океана привлекает значительное внимание ученых и инженеров. В частности, активно исследуются методы использования тепловой энергии океана и значительной разницы температур поверхностного и глубинного слоев воды в тропических областях.

Методы и технологии - существует три основных типа проектов по извлечению волновой энергии:

- **Метод повышения концентрации волновой энергии**, этот метод предполагает превращение волновой энергии в потенциальную энергию воды. Плотность волновой энергии искусственно повышается, изменяя рельеф дна в прибрежной зоне, фокусировка волн с побережья длиной в несколько километров на фронте в 500 м может привести к увеличению высоты волны до 30 м. Эта энергия затем используется для работы гидроэлектростанции.

- **Использование тела-поглотителя на поверхности воды,** волновые силы, действующие на тело с несколькими степенями свободы, передают ему часть энергии. Основной недостаток этого метода - уязвимость тела под действием волн.

- **Подводная система поглощения энергии,** энергия передается под действием волнового давления или скорости. Этот метод более устойчив к внешним воздействиям.

Примеры и реализация - волновая электростанция на острове Маврикий является примером установки, использующей метод повышения концентрации волновой энергии. Япония разработала промышленный образец системы, использующей периодические изменения уровня водной поверхности, волнового давления или волновой скорости. Эта система имеет 9 турбин общей мощностью 2 МВт.

Положительные стороны:

- **Экологическая чистота,** волновая энергетика не использует ископаемое топливо, что снижает выбросы парниковых газов и загрязняющих веществ.

- **Возобновляемость,** кинетическая энергия волн является неисчерпаемым источником энергии.

- **Минимальное воздействие на окружающую среду,** волновая энергетика имеет незначительное влияние на экосистемы по сравнению с другими видами энергетика.

Отрицательные стороны:

- **Высокие затраты,** производство 1 кВт электроэнергии на волновых электростанциях в 5-10 раз выше, чем на АЭС или ТЭС.

- **Экологические риски,** значительное количество волновых преобразователей может нарушить газообмен атмосферы и океана, а также процессы очистки поверхности моря.

- Ограниченная применимость, волновая энергетика может быть эффективна только в некоторых районах мира с постоянным и интенсивным волнением.

Волновая энергетика в Узбекистане имеет потенциальные возможности, несмотря на отсутствие прямого выхода к Мировому океану. Озера и водохранилища страны могут стать площадками для реализации проектов малой волновой энергетики. Например, Чарвакское водохранилище - возможность установки малых волновых электростанций для обеспечения электроэнергией прилегающих районов. Аральское море - потенциал использования волновой энергии в рамках проектов по восстановлению экосистемы моря.

Волновая энергетика представляет собой перспективное направление в области возобновляемых источников энергии. В Узбекистане, несмотря на ограниченные природные условия, существуют возможности для реализации проектов малой волновой энергетики на озерах и водохранилищах. Однако для этого необходимы значительные инвестиции и поддержка со стороны государства. Волновая энергетика может стать важным дополнением к традиционным источникам энергии и способствовать устойчивому развитию региона.

2.8. Ветроэнергетика

Ветроэнергетика - это использование кинетической энергии ветра для производства электричества. Ветроэнергетические установки преобразуют энергию воздушных потоков в электрическую энергию с помощью ветротурбин. Ветроэнергетика считается одним из наиболее перспективных и быстрорастущих направлений возобновляемой энергетики благодаря ее экологической чистоте и возобновляемости ресурса.

Методы и технологии:

- Наземные ветряные электростанции, включают установки, расположенные на суше. Они состоят из ветротурбин с горизонтальной

или вертикальной осью вращения. Современные ветротурбины могут достигать мощности от нескольких сотен киловатт до нескольких мегаватт;

- **Прибрежные ветряные электростанции**, устанавливаются в прибрежных водах на мелководье. Используют более стабильные и мощные воздушные потоки по сравнению с наземными установками;

- **Плавучие ветряные электростанции**, устанавливаются в открытом море на плавучих платформах. Эти установки могут размещаться в районах с глубокой водой и сильными ветрами, обеспечивая высокую эффективность.

Положительные стороны:

- **Экологическая чистота**, ветроэнергетика не производит выбросов парниковых газов и загрязняющих веществ, что способствует улучшению экологической обстановки;

- **Возобновляемость**, ветер является неисчерпаемым источником энергии, обеспечивающим постоянное снабжение электроэнергией;

- **Снижение зависимости от ископаемого топлива**, развитие ветроэнергетики способствует уменьшению использования угля, нефти и природного газа;

- **Экономические выгоды**, создание новых рабочих мест и развитие местной промышленности, связанной с производством и обслуживанием ветроустановок.

Отрицательные стороны:

- **Нестабильность и непостоянство**, производство электроэнергии зависит от погодных условий и силы ветра, что требует создания систем хранения энергии или резервных мощностей;

- **Шумовое загрязнение и визуальное воздействие**, ветроустановки могут вызывать дискомфорт у местных жителей из-за шума и изменения ландшафта;

- **Воздействие на экосистемы**, установки могут оказывать влияние на миграционные пути птиц и морскую флору, и фауну;
- **Высокие первоначальные затраты**, строительство и установка ветряных электростанций требует значительных инвестиций;
- **Необходимость инфраструктуры**, требуется развитие сетевой инфраструктуры для интеграции ветроэнергетики в общую энергосистему страны.

Ветроэнергетика в Узбекистане имеет значительный потенциал благодаря обширным открытым пространствам и благоприятным ветровым условиям в ряде регионов. Сурханская область - проект по установке ветряных электростанций мощностью 100 МВт, который позволит обеспечить электроэнергией местные населенные пункты и промышленные объекты. Навоийская область - исследования показывают, что этот регион имеет высокий потенциал для размещения ветроустановок, что может существенно повысить энергообеспечение области.

Ветроэнергетика является перспективным направлением развития возобновляемых источников энергии в Узбекистане. Несмотря на высокие первоначальные затраты и необходимость развития инфраструктуры, ветроэнергетика может существенно способствовать устойчивому развитию и энергобезопасности страны. Развитие этой отрасли потребует комплексного подхода и поддержки со стороны государства.

Таблица 1

Типы энергии, методы и технологии

Тип энергии	Методы и технологии	Примеры реализации	Положительные стороны	Отрицательные стороны
Солнечная	Фотовольтаические и солнечные тепловые установки	Узбекистан (солнце), Германия	Экологичность, неисчерпаемость	Зависят от погоды, высокие затраты
Ветроэнергетика	Наземные, прибрежные,	Сурханская область,	Экологичность, снижение	Нестабильность,

	плавучие установки	Навоийская область	зависимости от ископаемого топлива	шумовое загрязнение
Волновая	Концентрация волновой энергии, поглотители	Маврикий, Япония	Экологичность, возобновляемость	Высокие затраты, ограниченная применимость
Гидроэнергетика	Дамбы, малые ГЭС, приточные системы	Нарынская ГЭС, Токтогульская ГЭС	Экологичность, надежность	Экологические риски, затопление земель
Геотермальная	Геотермальные электростанции и системы отопления	Исландия, Италия	Устойчивость, стабильность	Ограниченная применимость
Биомасса	Использование отходов и сельскохозяйственных культур	Узбекистан, Швеция	Утилизация отходов, экологичность	Эmissions, конкуренция с пищевыми культурами
Тепловая энергия океана	Использование разницы температур	Тропические регионы	Высокая эффективность	Ограниченная география применения

2.9. Основные источники загрязнения

В современном мире проблема загрязнения окружающей среды стала одной из наиболее острых и актуальных. Основными источниками загрязнения являются выбросы в атмосферу, загрязнение водных ресурсов, почвы, а также радиоактивное загрязнение. Рассмотрим каждый из этих источников подробнее.

Таблица 2

Типы загрязнений

Тип загрязнения	Основные источники	Влияние на экологию
Атмосфера	Промышленные выбросы, транспорт,	Загрязнение воздуха, парниковые газы, кислотные

	энергетика	дожди
Водные ресурсы	Сточные воды, пестициды, бытовые отходы	Ухудшение качества воды, деградация экосистем, сокращение биоразнообразия
Почва	Сельское хозяйство, промышленные отходы, неправильное обращение с отходами	Снижение плодородия, токсичность, ухудшение качества продукции
Радиоактивное	Ядерные испытания, использование радиоактивных материалов	Угрозы для здоровья, загрязнение территорий
Шумовое	Транспорт, промышленные предприятия	Дискомфорт для населения, влияние на животный мир
Световое	Уличное освещение, реклама	Влияние на экосистемы, ночные миграции животных
Пластиковое	Упаковка, одноразовые изделия	Загрязнение морей и океанов, угроза для морской жизни

Выбросы в атмосферу включают в себя загрязняющие вещества, которые поступают в воздух в результате деятельности промышленных предприятий, транспорта, энергетических объектов и бытового сектора. Основные загрязнители атмосферы включают углекислый газ (CO₂), оксиды азота (NO_x), диоксид серы (SO₂), летучие органические соединения (ЛОС) и твердые частицы (PM₁₀ и PM_{2.5}).

В Узбекистане, где значительная часть электроэнергии производится на тепловых электростанциях, работающих на ископаемом топливе, выбросы CO₂ в атмосферу составляют более 150 миллионов тонн в год. Высокая степень загрязнения воздуха также связана с использованием устаревшего транспорта и неэффективных технологий очистки выбросов на промышленных предприятиях.

Загрязнение водных ресурсов является серьезной проблемой для Узбекистана. Основные источники загрязнения включают сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, использование пестицидов и удобрений в сельском хозяйстве, а также бытовые и

промышленные отходы. В результате этих факторов качество воды в реках и озерах страны значительно ухудшилось.

Ежегодно в водоемы Узбекистана сбрасывается более 2 миллиардов кубометров сточных вод, из которых значительная часть не соответствует установленным экологическим стандартам. Загрязнение водных ресурсов приводит к деградации экосистем, сокращению биоразнообразия и ухудшению здоровья населения.

Загрязнение почвы в Узбекистане в значительной мере связано с сельскохозяйственной деятельностью, промышленными отходами и неправильным обращением с отходами. Основные загрязнители почвы включают тяжелые металлы, пестициды, нефтепродукты и другие токсичные вещества.

Площадь загрязненных земель в Узбекистане составляет более 2 миллионов гектаров. Загрязнение почвы ведет к снижению ее плодородия, ухудшению качества сельскохозяйственной продукции и росту рисков для здоровья человека.

Радиоактивное загрязнение представляет собой угрозу, особенно в связи с историческим наследием испытаний ядерного оружия и использования радиоактивных материалов в промышленности и медицине. На территории Узбекистана имеется несколько радиоактивно загрязненных участков, требующих тщательного мониторинга и ремедиации.

Для эффективного решения экологических проблем необходим комплексный подход, включающий следующие ключевые элементы:

- **Мониторинг и контроль**, введение систематического мониторинга состояния окружающей среды и усиление контроля за соблюдением экологических норм и стандартов;

- **Технологические инновации**, внедрение новых технологий очистки выбросов, водоочистки и утилизации отходов, а также переход на более чистые и эффективные производственные процессы;

- **Законодательство и регулирование**, совершенствование экологического законодательства и ужесточение наказаний за экологические нарушения;
- **Образование и просвещение**, повышение экологической грамотности населения и вовлечение общественности в решение экологических проблем;
- **Международное сотрудничество**, активное участие в международных экологических программах и использование передового опыта других стран.

Таблица 3

Подходы к решению экологических проблем

Подход	Описание	Примеры применения
Мониторинг и контроль	Систематическое наблюдение за состоянием окружающей среды	Введение экологического мониторинга, использование датчиков
Технологические инновации	Внедрение новых технологий очистки и утилизации	Использование современных очистных систем, внедрение зеленых технологий
Законодательство	Ужесточение экологических норм	Совершенствование экологического законодательства, контроль за соблюдением
Образование и просвещение	Повышение экологической грамотности населения	Образовательные программы, просветительские кампании
Международное сотрудничество	Участие в международных экологических инициативах	Сотрудничество с другими странами, участие в глобальных экологических программах

Зеленые технологии являются ключевым элементом для обеспечения устойчивого развития и решения экологических проблем современности. С точки зрения научного развития, внедрение передовых технологий, таких как искусственный интеллект (ИИ), системы «умных» сетей (Smart Grid) и другие инновационные решения, может значительно повысить

эффективность использования возобновляемых источников энергии и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Искусственный интеллект играет важную роль в оптимизации процессов управления энергосистемами и повышении их эффективности. Внедрение ИИ в зеленые технологии включает следующие аспекты:

- **Прогнозирование и управление энергопотреблением.** ИИ-алгоритмы могут точно прогнозировать энергопотребление на основе анализа данных, что позволяет оптимизировать производство и распределение энергии. Это особенно важно для возобновляемых источников энергии, таких как солнечные и ветровые электростанции, которые подвержены колебаниям в производительности;

- **Оптимизация работы электростанций.** ИИ может анализировать данные с датчиков и прогнозировать возможные неисправности оборудования, что позволяет проводить своевременное техническое обслуживание и снижать риски аварий;

- **Управление распределенной энергией.** ИИ-системы могут координировать работу множества небольших источников энергии, таких как домашние солнечные панели и ветровые установки, оптимизируя их вклад в общую энергосистему и снижая потребность в больших централизованных электростанциях.

Система «умных» сетей (Smart Grid) представляет собой модернизированную электрическую сеть, использующую цифровые технологии для улучшения надежности, безопасности и эффективности энергоснабжения. Основные преимущества Smart Grid включают:

- **Интеграция возобновляемых источников энергии.** Smart Grid позволяет эффективно интегрировать возобновляемые источники энергии в энергосистему, управляя их нестабильным производством и обеспечивая баланс спроса и предложения;

- **Управление спросом.** Смарт-сети могут взаимодействовать с потребителями, предлагая гибкие тарифы и поощряя потребление энергии

в периоды низкой нагрузки, что снижает пиковые нагрузки и улучшает общую эффективность энергосистемы;

- **Мониторинг и управление в реальном времени.** Смарт-сети обеспечивают непрерывный мониторинг и управление параметрами энергосистемы в реальном времени, что позволяет быстро реагировать на аварии и минимизировать их последствия.

Таблица 4

Технологии прогнозирования зеленой энергетики

Технология	Применение	Виды применения	Виды преимуществ
Искусственный интеллект (ИИ)	Оптимизация управления энергосистемами	Прогнозирование, управление потоками	Повышение эффективности, снижение затрат
Smart Grid	Модернизированная электрическая сеть	Интеграция ВИЭ, управление спросом	Интеграция ВИЭ, улучшение надежности
Технологии очистки	Очистка сточных вод, утилизация отходов	Водоочистка, очистка воздуха	Уменьшение загрязнений, сохранение экосистем
Восстановление экосистем	Ремедиация, восстановление загрязненных территорий	Проекты по восстановлению экосистем	Увеличение биоразнообразия, улучшение здоровья

Внедрение зеленых технологий и инновационных решений в Узбекистане может значительно улучшить энергетическую инфраструктуру страны и способствовать устойчивому развитию. Примеры таких инициатив включают:

- Разработка и использование ИИ для управления солнечными и ветровыми электростанциями.
- Создание Smart Grid систем.
- Пилотные проекты и тестовые площадки.

Научное развитие и внедрение передовых зеленых технологий играют ключевую роль в переходе к устойчивой энергетической системе.

Искусственный интеллект, системы «умных» сетей и другие инновационные решения могут значительно повысить эффективность использования возобновляемых источников энергии, снизить негативное воздействие на окружающую среду и обеспечить надежное энергоснабжение. **Контрольные вопросы:**

1. Какие основные экологические проблемы связаны с эксплуатацией тепловых электростанций (ТЭС) и какие меры можно предпринять для их решения?

2. Каковы экологические последствия использования гидроэлектростанций (ГЭС) и какие методы управления водными ресурсами могут помочь минимизировать эти последствия?

3. Какие риски и экологические проблемы возникают при эксплуатации атомных электростанций (АЭС), и какие меры могут быть приняты для обеспечения безопасности и управления ядерными отходами?

4. Какие экологические проблемы связаны с эксплуатацией атомных электростанций (АЭС), и как они могут повлиять на окружающую среду?

5. Каковы основные методы преобразования солнечной энергии и какие факторы ограничивают их широкое использование?

6. В чем заключаются преимущества и недостатки использования биомассы в качестве источника энергии, и какой потенциал она имеет в Узбекистане?

7. Каковы основные методы и технологии, используемые для извлечения волновой энергии, и какие преимущества и недостатки связаны с каждым из них?

8. В чем заключается потенциал ветроэнергетики в Узбекистане, и какие проекты уже реализуются или планируются в этой области?

9. Каковы основные источники загрязнения окружающей среды в Узбекистане, и какие меры необходимы для решения этих экологических проблем?

10. Как искусственный интеллект и системы «умных» сетей могут способствовать улучшению эффективности использования возобновляемых источников энергии и снижению негативного воздействия на окружающую среду?