

Лекции 10. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА И ТЕХНОЛОГИИ. ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ

1. Энергосберегающие технологии
2. Современное энергосбережение в энергетических системах
3. Влияние на энергосбережение и зеленую энергетику
4. Пути реализации ресурсно-энергосберегающих технологий

10.1. Энергосберегающие технологии

Одним из приоритетных направлений развития Республики Узбекистан, как это обозначено в национальных стратегических документах, является повышение энергоэффективности. Энергоэффективность предполагает рациональное использование энергоресурсов, с учетом современного уровня развития технического оснащения и технологий, а также соблюдения условий, направленных на охрану окружающей среды.

В законодательстве Республики Узбекистан закреплён комплекс мер административного, организационного и экономического характера, направленных на создание механизма, стимулирующего энергоэффективность в различных отраслях. Деятельность саморегулируемых организаций в области энергетического обследования предусматривает проведение мероприятий, направленных на организацию энергосбережения. Энергоэффективность является важнейшей составляющей стратегии выхода Узбекистана на новый этап развития энергоиндустрии.

Энергосберегающие технологии представляют собой комплекс мер, направленных на более эффективное и рациональное использование энергетических и топливных ресурсов. Цель их реализации - экономия

тепловой и электрической энергии, воды, топлива, а также возобновляемых источников энергии. Эти технологии направлены как на достижение экономической эффективности и рентабельности производства, так и на снижение негативного воздействия на окружающую среду. Основные энергосберегающие технологии включают использование энергосберегающего оборудования (энергосберегающие лампы, энергоэффективные электроприборы и др.), системы управления энергией в доме (умный дом), утепление зданий и сооружений. Внедрение новых энергосберегающих технологий должно основываться на научном и экономическом обосновании.

Энергосбережение направлено на сохранение энергии, в отличие от **энергоэффективности**, которая предполагает максимально полезное расходование энергии. Энергосбережение - это реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта (включая объем произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг). Энергосбережение и энергосберегающие технологии способствуют решению проблемы сохранения природных ресурсов.

Программа энергосбережения представляет собой документ, регламентирующий деятельность организации в области энергосбережения, с утвержденными сроками реализации энергосберегающих мероприятий и их финансовым обоснованием. Основные задачи программы энергосбережения включают пересмотр тарифов с учетом реальных затрат на производство и транспортировку электроэнергии, решение проблем неплатежей, обеспечение открытости действий организаций, производящих и поставляющих электроэнергию, создание эффективной системы финансирования с рациональным

использованием всех имеющихся источников средств, расширение возможностей для управления энергосбережением на уровне организаций и объектов. Программа энергосбережения реализуется с целью удовлетворения потребностей конкретного объекта в топливно-энергетических ресурсах за счет их экономии, внедрения энергосберегающего оборудования, конструкций и материалов, а также улучшения экологической ситуации за счет снижения выбросов парниковых газов.

Классификация топливно-энергетических ресурсов

Современные виды топливно-энергетических ресурсов подразделяются на несколько категорий, каждая из которых имеет свои особенности и области применения.

1. По агрегатному состоянию

- **Газообразные:**

- Природный газ (бытовой, сжатый, сжиженный)
- Сжиженная пропан-бутановая смесь
- Водород

- **Жидкие:**

- Автомобильные и авиационные бензины
- Авиационный и осветительный керосины
- Дизельные топлива (летние и зимние)
- Печные и котельные топлива

- **Твердые:**

- Уголь (каменный, бурый)
- Сланцы
- Торф
- Древесина и другое растительное сырье

2. По составу

- **Органические топлива:**

- Топлива, содержащие углерод в органической форме.

- **Неорганические топлива:**

- Топлива, не содержащие углерод в органической форме, например, некоторые виды коксующихся углей.

3. По происхождению

- **Естественные (ископаемые, природные):**

- Газ

- Нефть

- Уголь

- **Искусственные:**

- Кокс (коксованием углей)

- Искусственное жидкое топливо (ожижением или гидрогенизацией углей)

- Биогаз (продукт газификации органических бытовых отходов)

- **Синтетические:**

- Синтетические углеводороды, полученные в результате химических реакций (Фишера-Тропша, Кельбеля-Энгельгарда)

- Неуглеводородные топлива, такие как ракетные топлива (несимметричный диметилгидразин)

- Ядерные топлива (плутоний)

4. По возобновлению

- **Возобновляемое топливо:**

- Гидроэнергия

- Геотермальная энергия

- Ветровая и солнечная энергия

- Древесина и другое растительное сырье

- **Невозобновляемое топливо:**

- Ископаемое топливо

Таблица 1

Классификация по возобновлению, назначению и отношению к топливу

1. По возобновлению	
- Возобновляемое топливо	- Гидроэнергия
	- Геотермальная энергия
	- Ветровая и солнечная энергия
	- Древесина и другое растительное сырье
- Невозобновляемое топливо	- Ископаемое топливо Нефть, уголь, природный газ
2. По назначению	
- Энергетическое топливо	- Используется для получения тепловой и электрической энергии Газ, мазут
- Технологическое топливо (как сырье)	- Используется в производственных и технологических процессах без предварительного получения энергии Уголь в процессе коксования
3. По отношению к топливу	
- Топливные энергоресурсы	- Газ, нефть, газовый конденсат, уголь и др.
- Не топливные энергоресурсы	- Гидроэнергия, энергия ветра, солнечная энергия

5. По назначению

- **Энергетическое топливо:**

- Используется для получения тепловой и электрической энергии.

Пример: газ или мазут на ТЭС.

- **Технологическое топливо (как сырье):**

- Используется непосредственно в производственных и технологических процессах без предварительного получения энергии.

Пример: уголь в процессе коксования для получения кокса.

6. По отношению к топливу

- **Топливные энергоресурсы:**

- Газ, нефть, газовый конденсат, уголь и др.

- **Не топливные энергоресурсы:**

- Гидроэнергия, энергия ветра, солнечная энергия.

Атомная энергия может быть отнесена как к топливному, так и к не топливному энергетическому ресурсу.

7. По степени вовлечения в технологию

• Первичные энергетические ресурсы:

- Однократное использование энергетического потенциала конкретного вида энергии или топлива.

• Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР):

- Многократное использование энергетического потенциала конкретного вида энергии или топлива.

По виду энергии ВЭР подразделяются на:

○ Топливные ВЭР:

- Побочные горючие газы, жидкие и твердые продукты, образующиеся при подготовке, транспортировке и переработке углеводородного или другого органического топлива. Примеры: газы процессов промышленной подготовки природных углеводородов, коксовый газ, водородсодержащий газ пиролиза углеводородов, доменные и конверторные газы, отходы лесохимической промышленности.

○ Тепловые ВЭР:

- Тепло отходящих газов, отработанных теплоносителей (вода, водяной пар).

○ ВЭР давления:

- Потенциальная энергия газовых и жидкостных потоков с давлением, превышающим атмосферное.

Таблица 2

Классификация по степени вовлечения в технологию, экологическому воздействию, применению и уровню переработки

1. По степени вовлечения в технологию	
- Первичные энергетические ресурсы	- Однократное использование энергетического потенциала конкретного вида энергии или топлива. Прямое использование нефти, газа

- Вторичные энергетические ресурсы	- Многократное использование энергетического потенциала конкретного вида энергии или топлива. Тепло от отходящих газов, побочные горючие газы
- Топливные ВЭР	- Побочные горючие газы, жидкие и твердые продукты, образующиеся при подготовке, транспортировке и переработке топлива. Газы процессов промышленной подготовки, коксовый газ
- Тепловые ВЭР	- Тепло отходящих газов, отработанных теплоносителей (вода, водяной пар)
- ВЭР давления	- Потенциальная энергия газовых и жидкостных потоков с давлением, превышающим атмосферное. Потенциальная энергия в трубопроводах
2. По экологическому воздействию	
- Экологически чистые топлива	- Возобновляемые источники энергии и топлива с низким уровнем загрязнения. Биогаз, водород
- Экологически вредные топлива	- Ископаемое топливо, вызывающее значительное загрязнение окружающей среды. Уголь, нефть
3. По применению в транспортных средствах	
- Автомобильные топлива	- Бензины, дизельные топлива, газ (CNG, LPG)
- Авиатоплива	- Авиационные бензины, керосины
- Морские топлива	- Мазут, дизельное топливо для судов
4. По уровню переработки	
- Первичные продукты	- Топливо, извлеченное непосредственно из природных источников. Сырая нефть, природный газ
- Продукты переработки	- Полученные из первичных продуктов в результате переработки. Бензин, дизельное топливо из нефти
5. По источникам	
- Альтернативные источники энергии	- Ресурсы, не охваченные традиционными классификациями. Водородная энергия, энергия из отходов
6. По уровню использования	
- Энергетическое использование	- Ресурсы, используемые непосредственно для генерации энергии. Газ, уголь, солнечная энергия
- Промышленные применения	- Ресурсы, используемые в промышленных процессах и как сырье. Кокс для металлургии, уголь в процессах коксования

- По экологическому воздействию:

- **Экологически чистые топлива:** включают возобновляемые источники энергии и топлива с низким уровнем загрязнения (например, биогаз, водород).

- **Экологически вредные топлива:** ископаемые виды топлива, которые могут вызывать значительное загрязнение окружающей среды (например, уголь, нефть).

- **По применению в транспортных средствах:**

- **Автомобильные топлива:** бензины, дизельные топлива, газ (CNG, LPG).

- **Авиатоплива:** авиационные бензины, керосины.

- **Морские топлива:** мазут, дизельное топливо для судов.

- **По уровню переработки:**

- **Первичные продукты:** топливо, извлеченное непосредственно из природных источников (например, сырая нефть, природный газ).

- **Продукты переработки:** полученные из первичных продуктов в результате переработки (например, бензин, дизельное топливо из нефти).

- **По источникам:**

- **Альтернативные источники энергии:** могут включать ресурсы, которые не охвачены традиционными классификациями, такие как водородная энергия и энергии, полученные из отходов.

- **По уровню использования:**

- **Энергетическое использование:** ресурсы, используемые непосредственно для генерации энергии.

- **Промышленные применения:** ресурсы, используемые в промышленных процессах и как сырье (например, кокс для металлургии).

Таблица 3

Классификация по агрегатному состоянию, составу и происхождению

Категория	Подкатегории
1. По агрегатному состоянию	
- Газообразные	- Природный газ (бытовой, сжатый, сжиженный)
	- Сжиженная пропан-бутановая смесь
	- Водород
- Жидкие	- Автомобильные и авиационные бензины

	- Авиационный и осветительный керосины
	- Дизельные топлива (летние и зимние)
	- Печные и котельные топлива
- Твердые	- Уголь (каменный, бурый)
	- Сланцы
	- Торф
	- Древесина и другое растительное сырье
2. По составу	
- Органические топлива	- Топлива, содержащие углерод в органической форме
- Неорганические топлива	- Топлива, не содержащие углерод в органической форме, например, некоторые виды коксующихся углей
3. По происхождению	
- Естественные (ископаемые, природные)	- Газ
	- Нефть
	- Уголь
- Искусственные	- Кокс (коксованием углей)
	- Искусственное жидкое топливо (ожижением или гидрогенизацией углей)
	- Биогаз (продукт газификации органических бытовых отходов)
- Синтетические	- Синтетические углеводороды, полученные в результате химических реакций (Фишера-Тропша, Кельбеля-Энгельгарда)
	- Неуглеводородные топлива (ракеты, ядерные топлива)

Современное энергосбережение в энергетических системах

Электрическая энергия является важной и необходимой составляющей любой технологической операции и повседневной жизни. Основные особенности электроэнергии включают минимальные потери при транспортировке, возможность преобразования в другие виды энергии, параллельное генерирование и использование, а также применение для обработки и передачи информации. Качественные показатели генерируемой электрической энергии контролируются международными стандартами, но их выполнение зависит от производителя-поставщика. Основные проблемы качества электроэнергии связаны с увеличением количества потребителей, перегрузками сети, износом оборудования и распределительных сетей.

Современные системы энергосбережения имеют приоритетное значение, особенно в контексте сохранения природных энергетических ресурсов. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Узбекистане требуют внедрения правовых регулирований, рационализации использования энергетических ресурсов, создания стимулов для экономии электроэнергии, планирования мероприятий по энергосбережению и улучшению энергетической эффективности.

Энергосбережение в промышленности играет ключевую роль в сохранении экологического и экономического баланса. Основные меры по энергосбережению включают проведение энергоаудита, разработку плана работ по внедрению технологий энергосбережения, реконструкцию и модернизацию оборудования. Внедрение этих мер позволяет значительно снизить энергопотребление и повысить эффективность использования ресурсов, что в свою очередь способствует экономическому росту и устойчивому развитию Республики Узбекистан.

10.2. Основные элементы системы электроснабжения

Для полноценного понимания системы электроснабжения и её элементов в контексте энергоэффективности, важно рассмотреть все её компоненты и их роль в общем энергопотреблении. Основные элементы системы электроснабжения включают:

Основные источники электроэнергии включают тепловые электростанции (ТЭС), гидроэлектростанции (ГЭС), атомные электростанции (АЭС) и возобновляемые источники энергии (ВИЭ). ТЭС, работающие на ископаемом топливе, обеспечивают основную часть электроэнергии, однако они сопровождаются значительными углеродными выбросами. ГЭС используют кинетическую энергию воды для генерации электроэнергии, предоставляя стабильное и предсказуемое энергоснабжение с минимальными выбросами. АЭС генерируют энергию

за счет ядерных реакций, что обеспечивает высокую плотность энергии и низкий уровень углеродных выбросов, но требует управления радиоактивными отходами. ВИЭ, включая солнечные панели, ветрогенераторы, биомассу и геотермальную энергию, обеспечивают дополнительный источник энергии, способствуя снижению углеродного следа и утилизации отходов, хотя эффективность этих источников может варьироваться в зависимости от климатических условий и доступности ресурсов.

Трансформаторные подстанции играют важную роль в системе электроснабжения. Генераторные трансформаторы преобразуют напряжение, вырабатываемое генераторами, в высоковольтное для передачи по линиям электропередачи. Распределительные трансформаторы затем снижают это напряжение до уровня, подходящего для распределения среди потребителей. Потребительские трансформаторы, установленные на конечных точках распределения, обеспечивают дальнейшее преобразование напряжения до безопасного уровня для использования в бытовых и коммерческих приложениях.

Таблица 4

Современные трансформаторы и генераторы

Тип оборудования	Описание	Преимущества	Влияние на энергосбережение и зеленую энергетику
Трансформаторы			
Аморфные трансформаторы	Используют аморфное стальное сердечник	Снижение потерь на 60-70%	Значительное снижение потерь холостого хода
Энергосберегающие трансформаторы	Оптимизированная конструкция	Снижение эксплуатационных затрат	Меньше тепловыделения, увеличение срока службы
Эко-дизайн трансформаторы	Соответствуют директивам по экодизайну	Меньшие потери мощности	Снижение воздействия на окружающую среду
Гибридные трансформаторы	Сочетание традиционных и	Снижение потерь	Повышение эффективности

	новых технологий		передачи электроэнергии
Цифровые трансформаторы	Оснащены датчиками и системами управления	Увеличение надежности	Оптимизация работы в реальном времени
Генераторы			
PMSG	Используют постоянные магниты	Высокая эффективность	Меньшие размеры и вес, низкие эксплуатационные расходы
Гибридные генераторы	Комбинация различных технологий	Повышение надежности	Снижение зависимости от одного источника энергии
HTS	Высокотемпературные сверхпроводники	Значительное снижение потерь	Повышение КПД, уменьшение размеров и веса
Генераторы с прямым приводом	Прямое соединение с валом турбины	Снижение механических потерь	Увеличение надежности, уменьшение эксплуатационных расходов
Водородные генераторы	Используют водородные топливные элементы	Нулевые выбросы CO ₂	Высокая эффективность, интеграция с ВИЭ

Линии электропередачи включают высоковольтные линии передачи, которые переносят электроэнергию на большие расстояния от электростанций к подстанциям, минимизируя потери энергии за счет уменьшения тока. Средневольтные и низковольтные линии распределяют энергию от подстанций к конечным пользователям, включая жилые, коммерческие и промышленные объекты. Линии связи передают данные о состоянии и управлении энергосистемой между различными элементами сети, что критично для эффективного функционирования всей системы.

Таблица 5

Современные линии электропередач

Тип Линии	Описание	Преимущества	Влияние на энергосбережение
-----------	----------	--------------	-----------------------------

			и зеленую энергетику
Высоковольтные линии			
HVAC с изоляцией XLPE из сшитого полиэтилена	Высококачественная изоляция обладает высокой электрической прочностью и термической стойкостью	Снижение потерь, высокая надежность	Улучшенная эффективность и долговечность
HVDC	Передача постоянного тока	Меньшие потери, интеграция с ВИЭ	Эффективная передача на большие расстояния
Сверхпроводящие линии на основе сверхпроводников			
Superconducting Power Cables	Используют сверхпроводники	Нулевые потери на сопротивление	Высокая пропускная способность, низкие потери при меньших диаметрах кабеля
Линии с низким уровнем потерь			
Low-Loss Lines	Оптимизированная конструкция включают современные материалы и технологии	Снижение потерь энергии	Повышение эффективности системы электроснабжения
Воздушные линии с высокой температурой применения			
High- Temperature Low-Sag (HTLS) Conductors	Высокая температура применения без провисания	Возможность передачи большого объема энергии	Увеличение пропускной способности без изменений инфраструктуры
Линии с интеграцией ВИЭ			
Renewable Energy Integrated Lines	Оптимизированы для передачи энергии от возобновляемых источников, таких как солнечные и ветряные электростанции.	Улучшенная интеграция и стабильность	Повышение надежности и устойчивости энергосистемы

Распределительные устройства, такие как распределительные щиты и панели, управляют распределением энергии внутри зданий и

сооружений, обеспечивая защиту и управление нагрузкой. Автоматические выключатели и предохранители защищают электрические цепи от перегрузок и коротких замыканий, предотвращая аварии и потери энергии. Контроллеры нагрузки используются для мониторинга и регулирования потребления энергии, чтобы избежать перегрузок и оптимизировать использование энергии.

Таблица 6

Современные распределительные устройства

Устройство	Описание	Преимущества	Влияние на энергосбережение и зеленую энергетику
Интеллектуальные распределительные щиты (Smart Panels)	Встроенные датчики и системы управления мониторить и управлять энергопотреблением в реальном времени	Повышение энергоэффективности, снижение потерь энергии	Улучшенное управление энергией в реальном времени
Интеллектуальные автоматические выключатели (Smart Circuit Breakers)	Мониторинг и диагностика, выявление и устранение потенциальных проблем до их возникновения	Предотвращение аварий, повышение безопасности	Дистанционное управление, улучшенная надежность
Энергоэффективные контроллеры нагрузки (Energy-Efficient Load Controllers)	Оптимизация управления потреблением энергии и предотвращения перегрузки	Снижение потребления, улучшенное распределение нагрузки	Поддержка стабильной работы системы
Системы управления энергией (Energy Management Systems, EMS)	Комплексные системы мониторинга и управления, включающие в себя программное обеспечение и оборудование для мониторинга, анализа и управления энергопотреблением в зданиях и сооружениях	Оптимизация использования энергии, снижение затрат	Интеграция ВИЭ, повышение энергоэффективности

Распределительные щиты с расширенными возможностями мониторинга (Advanced Monitoring Panels)	Продвинутые системы мониторинга, которые позволяют отслеживать потребление энергии на уровне отдельных устройств и зон	Детализированный анализ, неэффективного использования энергии	Точная настройка системы, улучшенное управление
Автоматические выключатели с встроенными счетчиками энергии (Breakers with Built-in Energy Meters)	Измерение и передача данных о потреблении	Повышенная прозрачность, точный учет и управление	Улучшение энергоэффективности, снижение затрат
Интеллектуальные предохранители Smart Fuses	Сенсоры и коммуникационные модули для дистанционного мониторинга состояния предохранителей и энергопотребления	Быстрое выявление и устранение неисправностей	Повышение безопасности и надежности

Энергетические системы управления, включая системы контроля и сбора данных (SCADA) и умные сети (Smart Grids), позволяют мониторить и управлять всеми аспектами системы электроснабжения в реальном времени. SCADA-системы улучшают оперативную эффективность и надежность, а умные сети интегрируют цифровые технологии для управления энергией, что улучшает управление спросом, снижает потери и увеличивает надежность системы. Платформы для управления потреблением энергии используют алгоритмы и данные для оптимизации потребления энергии на уровне пользователей и организаций.

Энергетические накопители, такие как аккумуляторы и гидроаккумулирующие станции, позволяют балансировать спрос и предложение энергии, обеспечивая стабильность и надежность

электроснабжения. Аккумуляторы хранят электроэнергию для использования в периоды пикового потребления или, когда источники энергии не активны. Гидроаккумулирующие станции используют избыточную энергию для подъема воды в резервуары и высвобождают её при необходимости, что помогает балансировать сеть и обеспечивать резервное питание.

Таблица 7.

Современные энергетические накопители

Устройство	Описание	Преимущества	Влияние на энергосбережение и зеленую энергетику
Литий-ионные аккумуляторы (Li-ion Batteries)	Легкие, компактные, высокая энергоемкость	Высокая эффективность, длительный срок службы	Поддержка интеграции ВИЭ, стабильность энергосистемы
Твердотельные аккумуляторы (Solid-State Batteries)	Твердотельный электролит	Более высокая плотность энергии, улучшенная безопасность	Повышенная безопасность и эффективность
Аккумуляторы на основе литий-серы (Li-S Batteries)	Сера в качестве катода	Высокая плотность энергии, экологическая безопасность	Эффективное хранение энергии, поддержка экологических технологий
Гибридные энергетические накопители (Hybrid Energy Storage Systems)	Комбинация различных типов накопителей для максимальной эффективности и надежности	Оптимизация затрат, повышение гибкости и надежности энергосистемы	Улучшенное управление нагрузками, снижение выбросов
Водородные накопители энергии (Hydrogen Energy Storage)	Использование водорода для хранения энергии, произведенной из избыточной электроэнергии	Долговременное хранение, высокая плотность энергии	Снижение выбросов CO ₂ , устойчивое развитие, интеграция ВИЭ
Гидроаккумулир	Работает на	Повышенная	Стабильность

ующие электростанции с переменной скоростью (Variable Speed Pumped Hydro Storage)	переменных скоростях для повышения гибкости и эффективности	эффективность, снижение затрат на эксплуатацию и обслуживание	энергосистемы, интеграция ВИЭ
Термальные энергетические накопители (Thermal Energy Storage)	Аккумулируют энергию в виде тепла или холода	Высокая эффективность, снижение затрат, улучшенное управление нагрузками	Повышенная энергоэффективность, снижение выбросов парниковых газов, поддержка экологически чистых технологий

Энергетические установки и оборудование, такие как котлы и печи на ТЭС, теплообменники и турбины, играют важную роль в преобразовании топлива в тепловую или механическую энергию, которая затем преобразуется в электрическую. Эти устройства влияют на эффективность преобразования и использования энергии в процессе производства и распределения.

Таблица 8

Современные энергетические установки и оборудование

Устройство	Описание	Преимущества	Влияние на энергосбережение и зеленую энергетику
Высокотемпературные газовые турбины (High-Temperature Gas Turbines)	Турбины, работающие при более высоких температурах	Повышенная эффективность и производительность, снижение выбросов	Снижение расхода топлива, поддержка устойчивого развития
Суперкритические и ультра-суперкритические паровые котлы (Supercritical and Ultra-supercritical Steam Boilers)	Котлы при сверхвысоких давлениях и температурах	Более высокая эффективность, снижение выбросов CO ₂	Улучшение энергосбережения, поддержка зеленой энергетики

Комбинированные цикловые установки (Combined Cycle Power Plants)	Установки с газовыми и паровыми турбинами в одном цикле	Высокая эффективность преобразования, снижение выбросов	Повышенная энергетическая эффективность, экономия топлива поддержка интеграции ВИЭ, снижение эксплуатационных расходов
Теплообменники с высокой эффективностью (High-Efficiency Heat Exchangers)	Современные теплообменники использующие инновационные материалы и конструкции с улучшенной теплопередачей	Улучшенная теплопередача, снижение тепловых потерь	Снижение расхода топлива, повышение эффективности
Установки по улавливанию и хранению углерода (Carbon Capture and Storage - CCS)	Улавливание и хранение CO ₂ из выхлопных газов и его хранение в подземных резервуарах	Снижение выбросов CO ₂ , экологическая безопасность	Снижение воздействия на климат, поддержка устойчивого развития
Водородные турбины (Hydrogen Turbines)	Турбины, работающие на водороде	Отсутствие выбросов CO ₂ , высокая эффективность	Поддержка зеленой энергетики, улучшение качества воздуха
Органические ранкин циклы (Organic Rankine Cycle - ORC)	Использование органических жидкостей вместо воды для генерации энергии позволяет использовать низкотемпературные источники тепла	Высокая эффективность, использование низкопотенциальных источников тепла	Поддержка возобновляемых источников, улучшение энергоэффективности

Водородные технологии и системы хранения энергии на основе водорода представляют собой перспективное направление в области энергетики, способное значительно улучшить экологическую обстановку

и повысить эффективность использования энергетических ресурсов. Водород может быть использован как чистое топливо для различных приложений, включая транспорт, производство электроэнергии и промышленное применение.

Электролиз воды

- **Щелочные Электролизеры (Alkaline Electrolyzers)** используют жидкий электролит (щелочь) для проведения реакции.
- **Электролизеры на протон-обменной мембране (PEM Electrolyzers)**: Используют твердую протон-обменную мембрану.
- **Высокотемпературные электролизеры (High-Temperature Electrolyzers)** работают при высоких температурах, что повышает их эффективность.

Водородные топливные элементы (Fuel Cells):

- **Протон-обменные мембраны (PEM Fuel Cells)** используются в транспортных средствах и стационарных установках.
- **Твердооксидные топливные элементы (SOFC)** применяются в стационарных энергосистемах, работают при высоких температурах.

Таблица 9

Водородные технологии и системы хранения энергии

Технология	Описание	Преимущества	Влияние на энергосбережение и зеленую энергетику
Электролиз воды	Разделение воды на водород и кислород с помощью электричества	Использование возобновляемых источников, высокая чистота водорода	Производство чистого водорода, снижение выбросов CO ₂
Водородные топливные элементы (Fuel Cells)	Преобразование химической энергии водорода в электрическую	Высокая эффективность, нулевые выбросы CO ₂	Повышение эффективности энергосистем, снижение выбросов
Сжатие водорода (Compressed)	Хранится в сжатом виде под	Мобильность, безопасность	Возможность хранения больших

Hydrogen)	высоким давлением в баллонах		объемов водорода
Сжижение водорода (Liquid Hydrogen)	Хранение водорода в сжиженном виде при низких температурах	Высокая плотность энергии	Долговременное хранение водорода
Металлогидриды (Metal Hydrides)	Водород химически связывается с металлами хранится в твердом состоянии	Безопасность, надежность	Эффективное и безопасное хранение водорода
Углеродные нанотрубки (Carbon Nanotubes)	Адсорбция водорода в наноматериалах	Перспективность, высокая емкость	Новые возможности для хранения водорода

Суперконденсаторы, также известные как ультраконденсаторы или ионисторы, представляют собой перспективные устройства для хранения энергии, которые сочетают в себе высокую плотность энергии и быструю способность зарядки/разрядки. Они используются в различных приложениях, от электроники до энергетических систем, и играют важную роль в повышении эффективности и устойчивости энергетических систем.

Принцип работы. Суперконденсаторы хранят энергию с помощью электрического поля, создаваемого между двумя электродами, разделенными электролитом. Они характеризуются большой площадью поверхности электродов и малой толщиной диэлектрика.

Типы суперконденсаторов:

- электрохимические двойные слоевые конденсаторы (EDLCs) используют ионный адсорбционный механизм для хранения энергии;
- псевдоконденсаторы хранят энергию за счет быстрых редокс-реакций на поверхности электродов;

- **гибридные суперконденсаторы** сочетают свойства EDLC и псевдоконденсаторов для достижения высоких характеристик.

Материалы для электродов

- **углеродные материалы** активированный уголь, углеродные нанотрубки, графен, обеспечивающие высокую удельную площадь поверхности;

- **металлооксидные электроды** используются для увеличения емкости за счет псевдоконденсаторного эффекта;

- **полимерные материалы** проводящие полимеры, обеспечивающие высокую проводимость и стабильность.

Электролиты

- **водные электролиты** характеризуются низкой стоимостью и безопасностью, но ограниченной рабочей напряженностью;

- **органические электролиты** позволяют достигать более высоких напряжений, но могут быть дороже и менее безопасны;

- **ионные жидкости** перспективные электролиты с высокой химической и термической стабильностью.

Влияние на энергосбережение и зеленую энергетику

- **высокая мощность и быстрая зарядка/разрядка** - суперконденсаторы обладают высокой мощностью и могут быстро заряжаться и разряжаться, что делает их идеальными для применения в системах, требующих мгновенной отдачи энергии, таких как гибридные автомобили и энергетические системы возобновляемой энергии;

- **долговечность и надежность** - в отличие от традиционных батарей, суперконденсаторы имеют значительно больший срок службы и выдерживают множество циклов зарядки/разрядки без значительной деградации, что снижает потребность в замене и утилизации, способствуя снижению воздействия на окружающую среду;

- **эффективное хранение энергии** - суперконденсаторы могут эффективно накапливать избыточную энергию, генерируемую возобновляемыми источниками (например, ветровыми и солнечными станциями), и быстро высвобождать ее при необходимости, обеспечивая стабильность энергосистемы и улучшая интеграцию возобновляемых источников;

- **энергосбережение в промышленных приложениях** - использование суперконденсаторов в промышленных установках позволяет сглаживать пиковые нагрузки и уменьшать потребление энергии из сети, что снижает затраты на электроэнергию и повышает общую энергоэффективность.

10.3. Влияние на энергосбережение и зеленую энергетику

- **Снижение выбросов парниковых газов** - водородные технологии не выделяют углекислый газ при эксплуатации, что способствует значительному снижению выбросов парниковых газов и улучшению экологической обстановки;

- **Повышение эффективности энергетических систем** - использование водородных топливных элементов позволяет достичь высокой эффективности преобразования энергии, что уменьшает потери и способствует экономии энергетических ресурсов;

- **Интеграция с возобновляемыми источниками энергии** - водород может быть произведен с помощью возобновляемых источников энергии (солнечной, ветровой), что позволяет использовать избыточную энергию и обеспечивать стабильность энергоснабжения;

- **Развитие транспортного сектора** - водородные технологии применяются в транспорте, что позволяет снизить зависимость от ископаемых видов топлива и уменьшить загрязнение воздуха в городах.

Все эти элементы вместе составляют комплексную систему, которая обеспечивает эффективное управление электроэнергией и поддерживает стабильное энергоснабжение в Республике Узбекистан.

Кроме того, составляющие инновационного потенциала энергосбережения включают в себя:

- технологическая составляющая, которая определяется уровнем передовых отечественных и мировых энергосберегающих технологий, и оборудования;

- экономическая составляющая потенциала энергосбережения определяется возможностями и экономической целесообразностью внедрения тех или иных технологий. Основным ограничением экономической составляющей является ее зависимость от сроков службы и амортизации оборудования. Например, оборудование заменяется раньше срока амортизации (экономические потери);

- социальная составляющая характеризует степень готовности сотрудников и руководителей конкретной организации к реализации энергосберегающих инновационных проектов. Основным ограничением социальной составляющей является отсутствие мотивации энергосбережения, что вызвано в первую очередь несовершенной нормативно-правовой базой энергосбережения, особенно на региональном уровне;

- рыночная составляющая определяется ситуацией на рынке топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), в условиях которого формируются решения о внедрении энергосберегающих проектов и мероприятий. Именно рынок определяет сроки окупаемости инвестиций, зависящие в большой степени от цен на энергоносители;

- кадровая составляющая потенциала энергосбережения отражает наличие квалифицированных кадров в области энергоменеджмента, а их

качественный и количественный состав зависит от уровня организации и подготовки таких специалистов;

- информационная составляющая определяет ту часть потенциала, которая представлена в виде технико-экономических обоснований проектов или расчетами решений отдельных лиц. Но сбор данных об энергопотреблении требует значительных средств на приобретение и установку приборов учета ЭР и сбора информации. Применение новых информационных технологий позволит снизить затраты на эти нужды;

- финансовая составляющая потенциала энергосбережения - это та часть технико-экономических обоснований проектов, под которую выделены финансовые ресурсы. Именно это ограничение определяет решение о реализации того или иного энергосберегающего проекта.

Другим важным направлением энергосбережения является применение эффективных энергосберегающих технологий в строительной сфере. В частности, при проектировании энергоэффективных домов целесообразно использовать такие инновационные технологии как:

1) индивидуальный источник теплоэнергоснабжения (индивидуальная котельная или источник когенерации энергии);

2) тепловые насосы, использующие тепло земли, тепло вытяжного вентиляционного воздуха и тепло сточных вод;

3) солнечные коллекторы в системе горячего водоснабжения и в системе охлаждения помещения;

4) поквартирные системы отопления с теплосчетчиками и с индивидуальным регулированием теплового режима помещений;

5) система механической вытяжной вентиляции с индивидуальным регулированием и утилизацией тепла вытяжного воздуха;

6) поквартирные контроллеры, оптимизирующие потребление тепла на отопление и вентиляцию квартир;

7) ограждающие конструкции с повышенной теплозащитой и заданными показателями теплоустойчивости;

8) утилизация тепла солнечной радиации в тепловом балансе здания на основе оптимального выбора светопрозрачных ограждающих конструкций;

9) устройства, использующие рассеянную солнечную радиацию для повышения освещенности помещений и снижения энергопотребления на освещение;

10) выбор конструкций солнцезащитных устройств с учетом ориентации и посезонной облученности фасадов;

11) использование тепла обратной воды системы теплоснабжения для напольного отопления в ванных комнатах;

12) система управления теплоэнергоснабжением, микроклиматом помещений и инженерным оборудованием здания на основе математической модели здания как единой теплоэнергетической системы.

Решение данных технологических задач должно базироваться на фундаментальных и прикладных исследованиях и опытно-конструкторских работах в области производства новых дешевых материалов для использования пара сверхвысоких температур с применением нанотехнологий и новых сплавов; изготовлении труб из высокотемпературных сплавов;

- разработки методов быстрого тестирования высокопрочных и высокотемпературных материалов;

- развития технологий обогащения топлива кислородом для применения технологий улавливания, поглощения и хранения (УПХ) эмиссий парниковых газов и разработки теории динамики режимов обогащения топлива кислородом;

- обеспечения стимулов для создания производственной инфраструктуры, которая была бы способна обеспечить будущий спрос на соответствующие новые материалы, оборудование и технологии.

Кроме того, современные энергетические объекты должны обеспечивать эффективность золоулавливания, что возможно благодаря многопольным горизонтальным электрофильтрам, позволяющим получить после очистки величины массовой концентрации золы и дымовых газов - 50 мг/м³. При этом совершенствование систем золошлакоудаления на энергетических объектах должно предусматривать раздельное удаление золы и шлака, учитывая при этом необходимость сокращения отчуждения земельных ресурсов под золошлакоотвалы.

Для уменьшения выбросов CO₂ инновационные технологии производства энергии должны быть более экономичными по сравнению с традиционными источниками энергии, потому как снижение расхода топлива приводит к значительному сокращению выбросов CO₂ в атмосферу. Радикальным технологическим решением является сепарация из энергетических установок CO₂ для его последующего захоронения.

Также инновационные технологии энергосбережения должны обеспечивать снижение количества загрязненных стоков, в частности, от сточных вод систем гидрозолоудаления, химических промывок оборудования, нефтесодержащих вод, и водоподготовительных установок.

Инновационные технологии позволяют осуществлять водоподготовку с использованием экологически совершенных мембранных технологий и термообессоливающих установок в условиях вакуума. Использование таких решений позволяет безреагентно на 95 % решить проблему солевых стоков тепловых электростанций и в значительной мере упростить проблему сточных вод ТЭС в целом. Таким образом, экологические проблемы разработки инновационных энергосберегающих решений является актуальными в настоящее время,

которые следует учитывать при проектировании новых генерирующих источников.

Таблица 10

**Современные технологии для очистки сточных вод и
энергосбережения**

Технология	Описание	Преимущества	Влияние на энергосбережение и зеленую энергетику
Мембранные биореакторы (Membrane Bioreactors - MBR)	Биологическая очистка и мембранная фильтрация	Высокая эффективность, компактность	Снижение загрязнения сточных вод, поддержка устойчивого развития
Технологии обратного осмоса (Reverse Osmosis)	Полупроницаемые мембраны для удаления ионов, молекул и больших частиц	Высокая степень очистки, повторное использование воды	Снижение потребности в пресной воде, улучшение водоподготовительных процессов
Электрокоагуляция (Electrocoagulation)	Использование электрических токов для очистки сточных вод от тяжелых металлов и органических загрязнителей	Эффективное удаление загрязнителей, снижение использования химикатов	Снижение загрязнения, улучшение качества воды
Флотационные установки (Flotation Units)	Удаление взвешенных веществ и масел с помощью воздуха обработки больших объемов воды	Высокая эффективность, обработка больших объемов воды	Снижение нефтесодержащих загрязнений, поддержка зеленой энергетики
Системы замкнутого водоснабжения (Closed-Loop Water Systems)	Повторное использование воды в производственных процессах	Снижение потребления пресной воды, уменьшение сточных вод	Экономия водных ресурсов, поддержка устойчивого развития
Биофильтры (Biofilters)	Очистка органических загрязнений с	Высокая степень биологического очищения,	Снижение содержания органических

	помощью микроорганизмов для разложения	экологичность	загрязнителей, поддержка экологической безопасности
Адсорбционные технологии (Adsorption Technologies)	Использование адсорбентов для удаления загрязнителей	Высокая эффективность, простота в эксплуатации	Снижение загрязнения сточных вод, поддержка энергосбережения

10.4. Пути реализации ресурсно-энергосберегающих технологий

1. Безотходная технология производства - принцип организации производства вообще, обозначающий использование сырья и энергии в замкнутом цикле. Замкнутый цикл означает цепочку первичное сырьё - производство - потребление - вторичное сырьё.

2. Малоотходная технология производства - промежуточная ступень перед созданием безотходные технологии, подразумевающая приближение технологического процесса к замкнутому циклу. При малоотходной технологии вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарными органами. Часть сырья всё же превращается в отходы и подвергается длительному хранению или захоронению. Оценить степень приближения к безотходной технологии можно с помощью материального индекса производства.

3. Повышение выхода продукции.

4. Снижение ресурсоёмкости и энергоёмкости (применение инновационных технологий, современного оборудования, приборов и т.д.).

5. Удлинение срока службы продукции.

6. Применение материалов заменителей.

7. Применение экономичных материалов.

8. Применение нетрадиционных источников энергии (гидроэлектростанции, приливные электростанции фотоэлектрические панели, ветроэлектростанции, тепловые насосы и т.д.).

9. Повышение качества продукции.

10. Применение современных приборов учёта энергоносителей.

Ресурсо-энергосберегающие технологии предполагают, что производство и реализация конечных продуктов выполняется с минимальным расходом вещества и энергии на всех стадиях производства. При этом воздействие на природные системы и человека должно быть наименьшим. Здесь же выдвигается требование полного учёта расходов первичных компонентов природы на промежуточных этапах их переработки, транспортировки, хранения, отнесённой на единицу производимой продукции.

Уменьшение в количественном и стоимостном отношении потребляемых первичных компонентов при таком же или возрастающем объёмах готовой продукции, выполняется не тогда, когда какой-либо компонент поступает непосредственно на рабочее место, где он превращается в конечный продукт или способствует его выработке. Настоящее ресурсосбережение начинается с проектирования, когда оно уже на стадии проектов добывающих, перерабатывающих и финальных предприятий закладывается во все технологические операции по разведке, оценке, добыче и переработке природного фактора на всех стадиях его движения к потребителю, а попадая на замыкающие производства - от конструктивных, технологических и эксплуатационных особенностей их использования.

Таким образом, проектировщики на высоком уровне должны решать большой круг непростых, порой противоречивых по своим особенностям и последствиям задач экологического, экономического и социального характеров.

Чисто безотходных технологий, по-видимому, быть не может. На практике имеют в виду прежде всего малоотходные технологии, с

внедрением которых полнота использования первичных компонентов, высока, что приводит к снижению природоёмкости.

Важным направлением в ресурсосбережении является всемерное использование принципа заменяемости ресурсов, под которым понимается замещение одного природного компонента другим, более экономичным и экологически безопасным. Взаимозаменяемость различается по экономическому и техническому критериям. Не всякие природные компоненты, взаимозаменяемые технически, позволяют производить замену с экономической и экологической точек зрения, и наоборот.

Таблица 11

Составляющие энергосберегающих технологий

Экономическая	Экологическая	Социальная	Технологическая
<ul style="list-style-type: none"> - Снижение себестоимости энергии вследствие экономии издержек производства - Улучшение использования ресурсов - Сокращенный срок окупаемости инвестиций - Увеличение доли рынка за счет повышения конкурентоспособности - Улучшение финансовых показателей компании - Возможность получения налоговых льгот 	<ul style="list-style-type: none"> - Снижение вредных выбросов - Снижение количества загрязненных стоков - Улучшение экологичности продукции - Повышение эргономичности и производства - Повышение уровня общественного здоровья - Сохранение биоразнообразия - Снижение нагрузки на экологические системы 	<ul style="list-style-type: none"> - Повышение безопасности условий труда - Улучшение условий труда - Повышение квалификации работников - Увеличение удовлетворенности работников - Снижение уровня текучести кадров - Создание новых рабочих мест 	<ul style="list-style-type: none"> - Повышение экономичности работы оборудования - Улучшение использования производственных мощностей - Повышение надежности - Уменьшение энергоёмкости оборудования - Внедрение передовых технологий и инноваций - Улучшение качества продукции - Увеличение автоматизации и цифровизации процессов

Энергосбережение энергетических систем является ключевым направлением энергетической политики Республики Узбекистан. Оно подразумевает использование энергосберегающих приборов, специальных материалов, технологий и методик, а также применение альтернативных, экологически безопасных источников электроэнергии. Энергосбережение в системах электроснабжения напрямую зависит от социальных, экологических и экономических факторов, а также от состояния научно-технического комплекса. Для достижения значительных результатов необходимо обеспечить надежную подготовку и обучение технических специалистов и обслуживающего персонала. Эти специалисты оказывают заметное влияние на эффективное проведение энергосберегающих мероприятий в различных секторах экономики, начиная с сельского хозяйства и заканчивая тяжелой промышленностью.

Контрольные вопросы:

1. Какие основные типы энергосберегающих устройств и технологий используются в современных энергосистемах?
2. Опишите принцип работы светодиодных ламп и их преимущества по сравнению с традиционными лампами накаливания.
3. В чем заключаются основные функции интеллектуальных систем управления освещением?
4. Как автоматизация и умные термостаты способствуют снижению энергопотребления в бытовых и коммерческих зданиях?
5. Объясните роль суперконденсаторов в современных системах хранения энергии и их влияние на энергосбережение и устойчивое развитие.
6. Какие технологии используются для повышения энергоэффективности в промышленных установках?
7. Как современные трансформаторы и генераторы способствуют повышению энергоэффективности и поддержанию зеленой энергетики?

8. В чем заключается важность линий электропередач нового поколения для энергосбережения и устойчивого энергетического развития?

9. Какие инновационные технологии используются в распределительных устройствах для повышения энергоэффективности и экологической безопасности?

10. Как водородные технологии и системы хранения энергии на основе водорода могут способствовать развитию зеленой энергетики и снижению выбросов углекислого газа?