



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе дисциплины по выбору)
«ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЭС»

основной профессиональной образовательной программы магистратуры
по направлению подготовки

13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

ИНСТИТУТ

морских технологий, энергетики и строительства

РАЗРАБОТЧИК

кафедра энергетики

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
<p>ПК-2: Способен организовывать безопасную работу, работу по ремонту и реконструкции дизельных электрических станций и источников бесперебойного электроснабжения;</p> <p>ПК-5: Способен формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов</p>	<p>ПК-2.2: Расследование и анализ причин аварий, неполадок и несчастных случаев, связанных с отказами электрооборудования дизельных электрических станций и источников бесперебойного электроснабжения;</p> <p>ПК-5.9: Участвует в сборе и анализе исходных данных при проектировании ТЭС с использованием природоохранных технологий</p>	<p>Экологическая безопасность ТЭС</p>	<p><u>Знать:</u> вредные загрязнения и сбросы, поступающие в окружающую среду при работе энергетических установок; виды и интенсивность антропогенного воздействия энергетики на природную среду; принципы природоохранной политики нашего государства; основы природоохранного законодательства.</p> <p><u>Уметь:</u> осуществлять поиск необходимой нормативной документации и использовать ее при решении профессиональных задач; проводить расчеты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием; использовать полученные знания и навыки при принятии инженерных решений.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками соблюдения экологической безопасности на ТЭС, участвовать в разработке и осуществлении экозащитных мероприятий и мероприятий по энерго- и ресурсосбережению.</p>

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задание по контрольной работе.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме зачета, относятся:

- промежуточная аттестация в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Тестовые задания по дисциплине представлены в Приложении № 1. Целью тестирования является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на занятиях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

Оценивание осуществляется по следующим критериям, приведенным в таблице 2:

- «зачтено» – 41-100 % правильных ответов на заданные вопросы;
- «не зачтено» – 0-40 % правильных ответов.

3.2 Задание по контрольной работе выдается студентам с целью контроля качества их самостоятельной работы. Контрольная работа предполагает выполнение расчетного задания и ответа на два вопроса. Для контрольной работы разработано 12 вариантов, вариант задания определяется преподавателем. Типовое расчетное задание и контрольные вопросы приведены в Приложении № 2.

Выполненную контрольную работу студенты сдают на проверку преподавателю, который делает замечания и пишет рецензию. В случае отсутствия серьезных замечаний студент допускается к защите контрольной работы. При наличии серьезных замечаний работа направляется на доработку. Консультации по выполнению контрольной работы, её проверка и защита проводятся в часы индивидуальных консультаций преподавателя. Студент, самостоятельно выполнивший задание и обладающий полнотой знаний в отношении изучаемых

объектов, получает оценку «зачтено». Система оценивания и критерии оценки контрольной работы представлены в таблице 2.

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет выставляется по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. Оценка «зачтено» выставляется студентам, получившим положительную оценку («зачтено») по результатам тестирования и выполнения и защиты контрольной работы.

4.2 В отдельных случаях (в случаях невыполнения всех видов текущего контроля) зачет принимается по контрольным вопросам, которые приведены в Приложении № 3. Оценка результатов сдачи зачета («зачтено» или «не зачтено») осуществляется в соответствии с критериями, указанными в таблице 2.

Универсальная система оценивания результатов обучения, приведенная в таблице 2, включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 - балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему.

Таблица 2 – Система и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Экологическая безопасность ТЭС» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры энергетики (протокол № 4 от 29.03.2022).

Заведующий кафедрой



В.Ф. Белей

Приложение № 1

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Вариант 1

ПК-2: Способен организовывать безопасную работу, работу по ремонту и реконструкции дизельных электрических станций и источников бесперебойного электроснабжения.

Индикатор ПК-2.2: Расследование и анализ причин аварий, неполадок и несчастных случаев, связанных с отказами электрооборудования дизельных электрических станций и источников бесперебойного электроснабжения.

Вопрос 1. Снижение давления масла в системе смазки дизель-генератора (ДГ) может произойти в результате:

1. Неисправности электродвигателя циркуляционного масляного насоса	3. Неисправности маслоохладителя ДГ
2. Неисправности промежуточного охладителя воздуха ДГ	4. Низкого уровня смазывающего масла в картере ДГ

Вопрос 2. Срабатывание защиты и аварийный останов дизель-генератора во время его пуска может произойти в результате:

1. Неисправности топливного сепаратора	3. Неисправности насоса оборотной системы охлаждения
2. Неисправности маслоохладителя.	4. Низкого давления пускового воздуха.

Вопрос 3. Перепад давления топлива более 0,2 МПа на топливном фильтре дизель-генератора (ДГ) показывает, что топливный фильтр

1. засорился	3. чистый
2. отключился на промывку	4. нуждается в замене

Вопрос 4. Для обогрева обмотки генератора после его останова используют:

1. Паровой обогреватель	3. Электрический обогреватель
2. Водяной обогреватель	4. Обогреватель током СВЧ

Вопрос 5. Во время работы дизель-генератора следят:

1. За уровнем охлаждающей воды	3. За температурой воздуха системы охлаждения двигателя
2. За уровнем масла в картере двигателя и подшипниках генератора	4. За давлением газов в выхлопном коллекторе

ПК-5: Способен формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов.

Индикатор достижения компетенции ПК-5.9: Участвует в сборе и анализе исходных данных при проектировании ТЭС с использованием природоохранных технологий.

<i>Вопрос 6. Повышение температуры наддувочного воздуха дизель-генератора может произойти:</i>	
1. Из-за повышения температуры газов в выхлопном коллекторе	3. Из-за загрязнения проточной части газовой турбины
2. Из-за загрязнения поверхности теплообмена промежуточного охладителя воздуха	4. Из-за прорыва газов из выхлопного коллектора в коллектор наддувочного воздуха.

<i>Вопрос 7. Целью применения водородно-кислородного перегрева пара на ТЭС является:</i>	
1. Повышение эффективности и экологической безопасности производства электроэнергии	3. Повышение внутреннего КПД турбоустановки.
2. Снижение затрат электроэнергии на собственные нужды ТЭС	4. Снижение затрат тепловой энергии на собственные нужды ТЭС

<i>Вопрос 8. К недостаткам перспективных ТЭС с водородно-кислородным перегревом пара относят:</i>	
1. Необходимость применения дорогих аустенитных сталей для первых ступеней ТВД.	3. Высокие параметры пара после водородно-кислородного перегрева.
2. Требуется установка для производства чистого кислорода и наличие дополнительных затрат на его производство.	4. Высокие температуры сгорания водородно-кислородной смеси

<i>Вопрос 9. К преимуществам использования диоксида углерода в качестве рабочего тела на ТЭС относят:</i>	
1. Низкая коррозионная агрессивность при контакте с металлом	3. Возможность сжатия углекислоты в компрессоре выше кривой насыщения
2. Высокая критическая температура диоксида углерода	4. Высокое критическое давление диоксида углерода

<i>Вопрос 10. Наиболее перспективным замкнутым углекислотным циклом ТЭС, обеспечивающим максимальный КПД по выработке электроэнергии, является:</i>	
1. Цикл Брайтона с частичной конденсацией углекислоты	3. Цикл Брайтона с рекомпрессией углекислоты
2. Цикл Брайтона с регенерацией	4. Цикл Брайтона с промежуточным перегревом

Вариант 2

ПК-2: Способен организовывать безопасную работу, работу по ремонту и реконструкции дизельных электрических станций и источников бесперебойного электроснабжения.

Индикатор ПК-2.2: Расследование и анализ причин аварий, неполадок и несчастных случаев, связанных с отказами электрооборудования дизельных электрических станций и источников бесперебойного электроснабжения.

Вопрос 1. Снижение давления наддувочного воздуха дизель-генератора (ДГ) может произойти в результате:

1. Неправильной работы впускного клапана ДГ	3. Неисправности электродвигателя турбокомпрессора ДГ
2. Неисправности маслоохладителя ДГ.	4. Увеличения сопротивления воздушного тракта ДГ.

Вопрос 2. Резкое повышение температуры в контуре пресной воды системы охлаждения во время работы дизель-генератора (ДГ) может произойти в результате:

1. Неисправности насоса контура пресной воды системы охлаждения ДГ	3. Попадания воздуха в контур пресной воды системы охлаждения
2. Наличие утечки из контура пресной воды системы охлаждения ДГ	4. Повышения температуры воды системы оборотного охлаждения

Вопрос 3. Перепад давления масла более 0,2 МПа на фильтре системы смазки дизель-генератора (ДГ) показывает, что фильтр системы смазки:

1. засорился	3. чистый
2. отключился на промывку	4. нуждается в замене

Вопрос 4. Для охлаждения генератора в качестве рабочего тела в системе газоохлаждения генератора используют:

1. Углекислый газ	3. Воду
2. Азот	4. Аргон

Вопрос 5. Невозможность запуска дизель-генератора (ДГ) во время его старта может произойти в результате:

1. Неисправности стартера ДГ	3. Неисправности маслоохладителя.
2. Неисправности насоса оборотной системы охлаждения	4. Неисправности топливного сепаратора

ПК-5: Способен формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов.

Индикатор ПК-5.9: Участвует в сборе и анализе исходных данных при проектировании ТЭС с использованием природоохранных технологий.

Вопрос 6. Во время работы дизель-генератора следят:

1. За давлением газов в выхлопном коллекторе	3. За температурой газов после каждого цилиндра двигателя
2. За температурой воздуха системы охлаждения	4. За уровнем охлаждающей воды

Вопрос 7. Водородно-кислородный перегрев пара применяется:

1. На АЭС для покрытия пиков летнего графика электрической нагрузки	3. На ТЭС с ПГУ при прохождении неравномерного графика электрической нагрузки
2. На паротурбинных ТЭС при прохожде-	4. На газотурбинных ТЭС для покрытия пиков

нии неравномерного графика электрической нагрузки.	зимнего графика электрической нагрузки
--	--

<i>Вопрос 8. Водородно-кислородный перегрев пара на отечественных ТЭС не применяется:</i>	
1. Из-за необходимости установки для производства водорода и наличие дополнительных затрат на его производство.	3. Из-за необходимости применения дорогих аустенитных сталей для первых ступеней ТВД.
2. Из-за высоких параметров пара после водородно-кислородного перегрева.	4. Из-за высоких температур сгорания водородно-кислородной смеси

<i>Вопрос 9. Наиболее эффективным способом улавливания диоксида углерода на ТЭС является:</i>	
1. Сжигание топлива в среде кислорода с сепарацией CO ₂ из воздуха на предварительной стадии горения	3. Кислородно-топливное сжигание с образованием водяного пара и CO ₂ , который можно сепарировать на промежуточной стадии расширения рабочего тела.
2. Улавливание CO ₂ из дымовых газов перед дымовой трубой	4. Кислородно-топливное сжигание с образованием водяного пара и CO ₂ , который можно сепарировать после заключительной стадии расширения рабочего тела после конденсации пара.

<i>Вопрос 10. Максимальный КПД по выработке электроэнергии цикла Брайтона с рекомпрессией углекислоты может составлять:</i>	
1. Около 60-65 %	3. Около 55-60 %
2. Около 45-55%	4. Около 40-45 %

Вариант 3

ПК-2: Способен организовывать безопасную работу, работу по ремонту и реконструкции дизельных электрических станций и источников бесперебойного электроснабжения.

Индикатор ПК-2.2: Расследование и анализ причин аварий, неполадок и несчастных случаев, связанных с отказами электрооборудования дизельных электрических станций и источников бесперебойного электроснабжения.

<i>Вопрос 1. Снижение давления топлива после топливного насоса высокого давления (ТНВД) дизель-генератора (ДГ) может произойти в результате :</i>	
1. Неисправности электродвигателя топливоподкачивающего насоса ДГ	3. Неисправности цилиндр-поршневой группы.
2. Неисправности плунжерной пары ТНВД	4. Неисправности форсунки ДГ

<i>Вопрос 2. Во время работы дизель-генератора (ДГ) открывать лючки для осмотра картера можно:</i>	
1. Только после полного останова ДГ	3. Во время работы ДГ на холостом ходу
2. Во время работы ДГ под нагрузкой	4. Только после полного останова ДГ и его охлаждения

Вопрос 3. Перепад давления масла более 0,1 МПа на фильтре системы оборотного охлаждения дизель-генератора (ДГ) показывает, что фильтр системы оборотного охлаждения...

1. засорился	3. чистый
2. отключился на промывку	4. нуждается в замене

Вопрос 4. Электрообогрев обмотки статора электрогенератора включается:

1. Во время всей работы генератора	3. Во время работы генератора на максимальной нагрузке
2. Во время работы генератора на сниженной нагрузке	4. После полного останова генератора.

Вопрос 5. Перепад давлений между воздухом внутри генератора и водой системы газоохлаждения генератора должен составлять не менее:

1. 1,0 МПа.	3. 0,1 МПа
2. 2,0 МПа	4. 0,5 МПа

ПК-5: Способен формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов.

Индикатор ПК-5.9: Участвует в сборе и анализе исходных данных при проектировании ТЭС с использованием природоохранных технологий.

Вопрос 6. Вовремя работы дизель-генератора следят:

1. За температурой охлаждающей воды дизель-генератора	3. За давлением газов в выхлопном коллекторе
2. За уровнем охлаждающей воды	4. За температурой воздуха системы охлаждения

Вопрос 7. На ТЭС с водородно-кислородным перегревом пара:

1. Водород вырабатывается и потребляется в периоды пика графика электрической нагрузки.	3. Водород вырабатывается в период пика графика электрической нагрузки, а потребляется в период провала.
2. Водород вырабатывается и потребляется в периоды провала графика электрической нагрузки.	4. Водород вырабатывается в период провала графика электрической нагрузки, а потребляется в период пика.

Вопрос 8. Основной причиной ограничивающей применение водородно-кислородного перегревом пара на ТЭС являются:

1. Высокие температуры сгорания водородно-кислородной смеси	3. Высокие параметры пара после водородно-кислородного перегрева.
2. Необходимость применения дорогих аустенитных сталей для первых ступеней ТВД.	4. Существенные затраты электроэнергии на сжатие водорода и кислорода подаваемых в водородную камеру сгорания

Вопрос 9. К перспективным циклам углекислотных ТЭС с пылеугольными котлами НЕ от-

<i>носят:</i>	
1. Углекислотный цикл с рекомпрессией и байпасом низкотемпературного теплообменника углекислоты.	3. Углекислотный цикл с рекомпрессией и байпасом высокотемпературного теплообменника углекислоты.
2. Углекислотный цикл с рекомпрессией и байпасами высоко- и низкотемпературного и теплообменников углекислоты.	4. Цикл ГТУ с утилизационным углекислотным контуром.

<i>Вопрос 10. Наибольший КПД нетто по отпуску электроэнергии среди перспективных замкнутых углекислотных циклов ТЭС имеет:</i>	
1. Цикл Аллама	3. Цикл «МАТИАНТ»
2. Цикл SCOC - CC	4. Цикл «Е-МАТИАНТ»

Приложение № 2

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Расчетное задание

1. Выполнить оптимизационный расчет двухступенчатой (по пермеату) схемы обратноосмотической установки (ООУ) с рециркуляцией концентрата, позволяющей заменить схему двухступенчатого обессоливания с целью снижения количества высокоминерализированных стоков ХВО. Расчет производится в программе ROSA. Оптимизация схемы ООУ производится по:

- качеству пермеата,
- удельным энергозатратам,
- количеству мембран,
- расходу питательной воды,
- солесодержанию концентрата.

2. По результатам оптимизационного расчета построить графические зависимости работы ООУ (влияние расхода питательной воды на удельные энергозатраты, качество пермеата и соленость концентрата, выход пермеата, ООУ). Изобразить принципиальную схему ООУ.

Исходными данными для проведения расчета являются (см. табл. П1):

- производительность ООУ $G_{п}$, м³/ч,
- ионный состав питательной воды ООУ, выбираемый в зависимости от источника водоснабжения,
- давление питательной воды перед первой ступенью ООУ $P_{пв}$, МПа.

Таблица П.1 – Исходные данные для выполнения расчетного задания

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Источник водоснабжения	Река Волга	Река Ока	Балтийское море	Река Кама	Река Преголя	Река Лена	Река Дон	Река Днепр	Красное море	Река Онега	Белое море	Черное море
$G_{п}$, м ³ /ч	50	70	30	90	20	40	60	80	25	100	45	55
$P_{пв}$, МПа	1,4-1,6	1,4-1,6	3,0-6,0	1,4-1,6	1,4-1,6	1,4-1,6	1,4-1,6	1,4-1,6	3,0-6,0	1,4-1,6	3,0-6,0	3,0-6,0

Контрольные вопросы выбираются из Приложения №3, их номера выбираются по вариантам из таблицы П.2.

Таблица П.2 – Варианты вопросов контрольной работы

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Номера вопросов	2, 21	3, 20	3, 19	4, 18	5, 17	6, 16	7, 15	1, 8	9, 14	10, 13	11, 5	12, 3

Приложение № 3

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КОТОРЫЕ ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ МОГУТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Выбросы CO_2 на ТЭС и пути их сокращения. Способы хранения уловленного CO_2 . Преимущества и недостатки. Принципиальные схемы.
2. Причины, источники и масштабы нефтяных загрязнений окружающей среды во время неполадок и аварий паротурбинных, газотурбинных и дизельных электростанций.
3. Экологические последствия разливов нефтепродуктов во время аварий паротурбинных, газотурбинных и дизельных электростанций.
4. Практические возможности технической и биологической рекультивации после последствия разливов нефтепродуктов во время аварий паротурбинных, газотурбинных и дизельных электростанций.
5. Причины, источники и масштабы загрязнений окружающей среды загрязнёнными сточными водами во время неполадок и аварий паротурбинных, газотурбинных и дизельных электростанций.
6. Экологические последствия сброса загрязнённых сточных вод во время аварий паротурбинных, газотурбинных и дизельных электростанций.
7. Способы получения кислорода высокой чистоты для сжигания водородного топлива на ТЭС. Преимущества и недостатки. Принципиальные схемы.
8. Полузакрытый цикл с кислородным сжиганием топлива для снижения выбросов CO_2 на ТЭС. Изображение в диаграмме. Преимущества и недостатки. Принципиальная схема выносной камеры сгорания.
9. Цикл Аллама для снижения выбросов CO_2 на ТЭС. Принципиальная схема установки. Изображение в диаграмме. Преимущества и недостатки.
10. Цикл «МАТИАНТ» для снижения выбросов CO_2 на ТЭС. Принципиальная схема установки. Преимущества и недостатки. Принципиальная схема выносной камеры сгорания.
11. Цикл «Е-МАТИАНТ» для снижения выбросов CO_2 на ТЭС. Принципиальная схема установки. Изображение в T-s диаграмме. Преимущества и недостатки.
12. Цикл «SCOC – CC» для снижения выбросов CO_2 на ТЭС. Принципиальная схема установки. Изображение в T-s диаграмме. Преимущества и недостатки. Область применения.

13. Шум от энергоустановок ТЭС и мероприятия по его снижению. Типы устанавливаемых глушителей и область их применения.
14. Принципиальные схемы водородно-кислородных пароперегревателей, применяемых на ТЭС. Параметры рабочих тел. Принципиальные схемы. Область применения. Преимущества и недостатки.
15. Способы получения, транспортировки и хранения водородного топлива для его сжигания на ТЭС. Преимущества и недостатки. Принципиальные схемы.
16. Малосточные системы водоиспользования на ТЭС. Область применения. Преимущества и недостатки.
17. Снижение вредного воздействия золошлаков на окружающую среду. Установки внутреннего и внешнего транспорта золы. Перспективные технологии удаления и хранения золошлаков.
18. Снижение выбросов оксидов азота в атмосферу. Первичные и вторичные мероприятия по снижению выбросов. Принципиальные схемы. Область применения. Преимущества и недостатки.
19. Бессточные системы водоиспользования на ТЭС. Область применения. Преимущества и недостатки.
20. ТЭС с применением водородно-кислородного перегрева пара. Область применения. Преимущества и недостатки. Принципиальные схемы.
21. Углекислотные ТЭС с пылеугольными котлами с низкими выбросами CO_2 . Параметры рабочих тел. Принципиальные схемы. Область применения. Преимущества и недостатки.