

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»

«Тепловая и атомная энергетика » имени А.И.Андрющенко

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

Ф.2 «Энергетические комплексы на базе ПГУ применительно к АЭС»

направления подготовки

**13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"**

Профиль « ТЕПЛОВЫЕ И АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ» (М5)

*(для дисциплин, реализуемых в рамках профиля)*

**Квалификация – магистр**

форма обучения – очная

курс –1

семестр –1

зачетных единиц – 5

часов в неделю – 5

всего часов – 108

в том числе: лекции –18

коллоквиумы –нет

практические занятия –36

лабораторные занятия – нет

самостоятельная работа –

54 зачет –нет экзамен – 1

семестр РГР – нет

курсовая работа – 1 семестр

курсовой проект – нет

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины является рассмотрение современного состояния и перспективных направлений производства тепловой и электрической энергии. Здесь должны быть получены знания по основным направлениям совершенствования технологий использования органических видов топлива и ядерной энергии.

Задачи изучения дисциплины состоят в том, чтобы в процессе изучения дисциплины должны быть сформулированы представления об основных направлениях развития энергогенерирующих установок и топливно-ресурсной базы, получены четкие представления о перспективных направлениях развития производства энергии и энергетических ресурсов

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Для усвоения дисциплины Ф.2 «Энергетические комплексы на базе ПГУ применительно к АЭС» должна иметься логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими дисциплинами и практиками, изучаемыми параллельно на I-м курсе магистратуры. Перечень таких дисциплин I курса в I-м семестре, усвоение которых необходимо для данной дисциплины: «Философские вопросы технических знаний», «Математическое моделирование», «Межпредметный семинар по исследованиям в области теплоэнергетики и теплотехнологий».

## 3. Требования к знаниям и умениям студентов по дисциплине

Магистр должен знать основные направления энергетической стратегии, намеченные пути и программы развития энергогенерирующих установок; основные направления современных исследований в России и в мире по развитию теплоэнергетической области

### **Перечень задач по видам деятельности, на решение которых направлено обучение по дисциплине**

#### I. Профессиональная деятельность:

*расчетно-проектная и проектно-конструкторская деятельность:*

1. Способность к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования (ПК-2). Профессиональная компетенция формируется с учетом обобщенных трудовых функций профессионального стандарта «работник по оперативному управлению объектами тепловой электростанции» (зарегистрирован в Минюсте России 23.01.2015г. №36654)

Магистр должен:

- **знать:** основные направления энергетической стратегии, намеченные пути и программы развития энергогенерирующих установок;
- **уметь:** ориентироваться в основных проблемах современного развития энергетики и представлять себе пути их решения;
- **владеть** способностью и готовностью использовать информационные технологии в предметной области.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме				
				Всего	Лекции		Практико-ориентированная	СРС
	1	1	Вводная лекция	2/2	2/2			-
		2	Теплоэнергетика и экология	18/2	2/2		7	9
		3	Современные парогазовые технологии, водородные надстройки	18/2	2/2		7	9
	2	4	Выбор направления развития парогазовых установок ПК-2	18/2	2/2		7	9
		5	Состояние вопроса по использованию твердых топлив в энергетике	18/2	2/2		7	9
	3	6	Перспективные технологии сжигания и использования водорода в энергетике ПК-2	18/2	2/2		7	9
	4,5	7	Прямое преобразование химической энергии топлива в электрическую	18/2	2/2		7	9
		8	Водородная энергетика на современном этапе ее развития	18/2	2/2		7	9
	6,7	9	Покрытие неравномерных графиков электропотребления атомными электростанциями при комбинировании с водородными технологиями ПК-2	18/2	2/2		7	9
	8	10	Надежность и безопасность теплоэнергетического оборудования при водородных и парогазовых надстройках. Пути повышения.	17/-			8	9
		11	Применение решений по проблемам теплотехники и теплотехнологии на основе водорода ПК-2	17.-			8	9
		<b>Итого</b>		<b>180/18</b>	<b>18/18</b>		<b>72</b>	<b>90</b>

## 5. Вопросы отрабатываемые на лекциях (часов), практических занятиях и при самостоятельной работе магистров

№ темы	Всего часов	№ недели	Вопросы отрабатываемые на лекции, практических занятиях и самостоятельной работе	Учебно-методическое обеспечение
1	6	1	Вводная лекция. Развитие топливно-энергетического комплекса страны. Энергетическая стратегия России на период 2020г. Предмет и задачи курса. Рекомендуемая литература ПК-2	[1]–[3]; [5]; [7]
2	21	2-3	Теплоэнергетика и экология. Загрязнения окружающей среды вредными выбросами ГЭС. Окислы азота, серы и пути их снижения. Парниковые газы. Киотский протокол. Долгосрочные последствия в энергетика и устойчивость принимаемых решений.	[1]; [8]
3	12	3-4	Современные парогазовые технологии, водородные технологии. Возможные схемные и технологические решения. Параметры и характеристики современных газовых турбин. Типы газовых турбин и опыт их эксплуатации. Достигаемые эффекты при создании комбинированных установок ПК-2	[8]; [10]
4	17	4-5	Выбор направления развития парогазовых установок. Топливные ограничения и их влияние на выбор типа парогазовых установок. Виды используемых топлив. ПК-2	[5]; [7]
5	10	6	Вспомогательное оборудование для сжигания водорода. Конструктивные и основные параметры охладителей конденсата, подогреватели сырой воды, газоохладителей, маслоохладителей. Рекомендации к выбору теплообменников.	[7]; [10]
6	21	7	Состояние вопроса по использованию водорода в энергетике. Количество и виды сжигаемых твердых топлив. Их качественный состав, характеристики топливоприготовления и сушки. Пылевидное сжигание, его достоинства и недостатки. Золоулавливание и золоуловители, их характеристики и рабочие параметры	[5]; [7]
7	19	9-10	Перспективные технологии сжигания и использование низкокачественных твердых топлив. Энергетическая переработка и газификация. Схемные и технические решения комплексного использования низкокачественных топлив. Сжигание в кипящем слое. Технические решения, характеристики процессов и показатели работы. Основы горения водорода. ПК-2	[5]; [7]
8	19	10-12	Прямое преобразование химической энергии топлива в электрическую. Теория катализа и холодное окисление водорода. Топливные элементы. Катализаторы.	[3]–[5]

9	17	13-14	Водородная энергетика на современном этапе ее развития. Единичные мощности установок. Срок службы и показатели работы. Возможные направления использования. Получение и хранение водорода. Котлоагрегата с пиролизом топлива и топливными элементами ПК-2	[3]–[5]
10	19	15-16	Покрытие неравномерных графиков электропотребления атомными электростанциями при комбинировании с водородными технологиями. Водородный цикл. Использование водорода	[3]–[5]
11	19	17,18	Надежность и безопасность теплоэнергетического оборудования. Основные понятия и определения. Критерии оценки надежности применительно к теплоэнергетическому оборудованию. Резервирования и ущерб от недоотпуска энергии. Безопасность как свойство энергетического объекта. Критерии оценки безопасности для парогазовых и водородных технологий ПК-2	[3]; [5]; [7]
Итого:	180 часа			

### 6. Содержание коллоквиумов

№ темы	Всего часов	№ коллоквиума	Тема коллоквиума. Вопросы, отрабатываемые на коллоквиуме	Учебно-методическое обеспечение
			<i>Не предусмотрены учебным планом.</i>	

### 7. Перечень практических занятий

		№	Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1-2	15	1-7	Расчет выбросов оксидов азота и оксидов серы. Расчет платы с учетом Киотского протокола	[1]; [3]
3-4	15	8-14	Проблемы расчета теплообменников ТЭС и АЭС, теплотехнических устройств и комплексов. ПК-2	[3]
5-6	15	15-22	Основы расчета топливных элементов, аккумуляторов тепла разных типов ПК-2	[3]; [13]
7-9	15	23-30	Расчет водородных циклов АЭС и других теплотехнологических процессов (получение D <sub>2</sub> O и др.). ПК-2	[13]; [15]
9-11	12	30-36	Расчеты показателей надежности в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии для водородных циклов	[15]; [16]
Итого:	72 часа			

### 8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
		<i>Не предусмотрены учебным планом.</i>	

### **9. Задания для самостоятельной работы студентов**

№ темы	Всего Часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
2	9	Основные пути снижения выбросов оксидов азота и серы ПК-2	[1]
3-6	36	Парогазовые электростанции. Схемы утилизации тепла газовых турбин	[5]; [7]
7-8	18	Схемы и технические решения комплексного использования твердых топлив ПК-2	[5]; [7]
9	9	Возможные пути получения водорода и его хранение	[5]; [16]
10	9	Суточные графики нагрузок энергосистем. Получение водорода путем электролиза воды ПК-2	[6]; [11]
11	9	Основные критерии показатели надежности теплоэнергетического оборудования с использованием водорода	[15]; [16]

### **10. Расчетно-графической работа:** не предусмотрена учебным планом

### **11. Курсовой проект**

*(Указывается перечень тем и трудоемкость выполнения данного вида работы)*

Курсовой проект не предусмотрен учебным планом.

### **12. Курсовая работа**

В ходе выполнения курсовой работы решаются задачи по указанной в рабочей программе тематике. Курсовая работа сдается с защитой и оценкой (зачет). В процессе подготовки выдается дифференцированное для каждого магистранта задание.

Выполнено и прошло госрегистрацию специальное электронное пособие в 2-х частях к выполнению курсовой работы. Этим пособием обеспечивается каждый магистрант.

### **13 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины М.1.3.2.2 «Парогазовые и водородные надстройки на электростанциях» должна сформироваться следующая компетенция:

(ПК-2)- способность к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения

для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования.

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины М.1.3.2.2 «Парогазовые и водородные надстройки на электростанциях» проводится промежуточная аттестация в виде модуля, тестирование, контроль выполнения практических занятий и СРС и экзамен по дисциплине.

<b>Карта компетенций дисциплины М.1.3.2.2 « Парогазовые и водородные надстройки на электростанциях »</b>					
Компетенции		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
<b>ПК-2</b>	Способность к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования	<p><b>Знать:</b> содержание и предназначение современных продуктов программного обеспечения, схемы, конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики оборудования, сооружений и устройств технологических систем ТЭС в нормальных режимах работы</p> <p><b>Уметь:</b> применять на практике соответственные решаемой задачи программные продукты, работать с компьютером на уровне пользователя</p> <p><b>Владеть:</b> способностью разработки математических моделей и подбора соответствующих программных</p>	Лекции, Практические занятия, СРС	Тесты, отчет по практическим занятиям, реферат по СРС, экзамен	<p><b>Пороговый (удовлетворительный)</b></p> <p><b>Знает:</b> знает содержание и предназначение некоторых современных продуктов программного обеспечения полностью и некоторых частично</p> <p><b>Умеет:</b> применять на практике соответственные некоторым решаемым задачам программные продукты</p> <p><b>Владеет:</b> знаниями некоторых соответствующих программных продуктов и с частичным применением их на практике</p> <p><b>Продвинутый (хорошо)</b></p> <p><b>Знает:</b> знает содержание и предназначение большинства современных продуктов программного обеспечения и имеет навыки практического их применения</p> <p><b>Умеет:</b> применять на практике программные продукты соответственные наиболее важным решаемым задачам</p> <p><b>Владеет:</b> знаниями большинства программных продуктов с применением их на практике</p> <p><b>Высокий (отлично)</b></p> <p><b>Знает:</b> полностью имеющиеся современные продукты программного обеспечения</p> <p><b>Умеет:</b> грамотно применять на практике соответственные ре-</p>

		продуктов			шаемой задачи большинство современных программных продуктов <b>Владеет:</b> способностью разработки математических моделей и подбора более широкого диапазона подбора программных продуктов
--	--	-----------	--	--	--

## Вопросы к зачету

*Не предусмотрен учебным планом*

## Вопросы для экзамена

1. Основной закон экологии, применимый в области теплоэнергетики- закон физико-химического единства.
2. Закон экологии для энергетики – закон о необходимости роста энергоресурсоэффективности энергетики
3. Закон экологии для энергетики – закон о толерантности человека и её воздействия.
4. Привести пример – схему и цикл ПГУ со сбросом в котел-утилизатор с циклом одного, двух и трёх давлений
5. Охарактеризовать современные ГТУ по важнейшим параметрам. Дать цикл ГТУ Брайтона в  $T_s$  и  $H_s$  диаграммах
6. Основы расчета процессов в ГТУ
7. Основы расчета процессов в КУ
8. Основы расчета процессов во влажно-паровой турбине.
9. Основы расчета процессов в ВАГТУ
10. Основы расчета процессов в турбине СКИ ТЭС
11. Привести схему передовых технологий на ТЭС (комбинированная регенерация-газопаровая)
12. Преимущества турбин ГТ со впрыском пара и газа. Контактные конденсаторы (со смешением)- в чем их отличия.
13. Конструкции  $H_2/O_2$  парогенераторов для водородных надстроек АЭС
14. Схемы энергокомплексов "ГТУ и АЭС" с водородными надстройками
15. Схемы внепикового электролиза с энергией от АЭС
16. Новые идеи МГДГ с применением прямоточных котлоагрегатов
17. Двигатель-генераторы на попутном газе
18. Двигатель-генераторы на биогазе
19. Электрохимическая электростанция с использованием водорода
20. Абсорбционный холодильник (пример)
21. Термотрансформатор, тепловой насос
22. Термоэмиссионные преобразователи.
23. Турбодетандеры

## Перечень тестовых заданий к зачетному опросу по проверке остаточных знаний

1. В чем суть закона о физико-химическом единстве в применении к перспективным энергетическим технологиям?

- a – в перспективных технологиях нельзя разделять законы физики и химии;
  - b – если какие-либо факторы новых электрогенераторов будут негативно влиять на все или отдельные живые организмы, то они будут вредны и людям;
  - c – законы физики применимы к новым источникам энергии, а химии – только к тепло-носителям и рабочим телам.
2. В чем основные проблемы экологии современных ТЭС на твердом топливе?
- a – плохое золоудаление;
  - b – плохое золоулавливание;
  - c – плохое улавливание SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> и других ингредиентов из дымовых газов.
3. Назвать основные проблемы (прямые и косвенные) в атомной электроэнергетике? a – низкая надежность;
- b – низкая безопасность;
  - c – недостаточные показатели экономичности, высокие ущербы при тяжелых авариях.
4. Проблемы с эксплуатацией равнинных ГЭС?
- a – нарушают судоходства в области плотины;
  - b – вызывают заболачивание долины рек;
  - c – наносят ущербы рыбному хозяйству, имеют небольшой напор и мощность, а также снижают процесс самоочищения воды.
5. Можно ли назвать экологически абсолютно безвредными такие электростанции как: геотермальные, гелиотермальные, ветроэнергетические и приливные?
- a – можно - только гелиотермальные и ветровые;
  - b – можно – только геотермальные и ветровые;
  - c – нельзя.
6. О чем говорит закон устойчивого развития в применении к перспективной энергетике и энерготехнологиям?
- a – чем больше единичная мощность новых энергоустановок, тем устойчивее идет развитие теплоэнергетики;
  - b – новые технологии в энергетике оправданы, если, прежде всего, отвечают растущей энергоресурсоэкологической эффективности производства;
  - c – новые типы энергогенераторов должны быть рассчитаны на повышенную техногенную тектоническую активность.
7. Основные проблемы создания реакторов на быстрых нейтронах?
- a – расползание по миру ядерного оружия;
  - b – недостаточная безопасность;
  - c – ответ по п.а) и высокие начальные затраты.
8. Основные проблемы реакторов термоядерного типа? .
- a – невозможность точного управления высокотемпературной плазмой;
  - b – невозможность использования теплоты реакции в известных сегодня двигателях;
  - c – ответы по п. а) и п.б) вместе.
9. Основные методы анализа, применяемые в современной теории надежности?
- a – декомпозиция и марковские процессы;
  - b – агрегирование и марковские процессы;
  - c – ответы по п.а) и п.б) и теория вероятности.
10. Метод марковских случайных процессов в теории надежности. В чем его концепция? a – в изображении графиков-схем изучаемых объектов;
- b – в замене решения дифференциальных уравнений алгебраическими;
  - c – ответы по п. а) и по п.б) и анализ состояния по вершинам графов;
11. Методы десульфуризации при работе ТЭС на твердом топливе и мазуте?
- a – снижение коэффициента избытка воздуха;
  - b – установка калориферов;
  - c – один из методов «мокрая сероочистка».
12. Методы денитрации при работе ТЭС на природном газе?
- a – установка электрофилтра;

- b – установка скруббера;
  - c – регулирование избытка воздуха в сторону снижения (до появления недожега).
13. Проблемы современной концепции рассеивания выбросов до безопасных концентраций?
- a – в неучете экологического ущерба от оседания выбросов на почву, водоемы, переходы в сложные химические соединения;
  - b – концепция для заданного периода полноценна;
  - c – концепция направлена только на защиту человека.
14. В чем смысл закона энергоэкологической толерантности?
- a – новые энерготехнологии должны быть увязаны с толерантностью всех живых организмов к их влиянию на эти организмы;
  - b – чем больше единичная мощность, тем легче победить стихию природы и ограничить экологические ущербы;
  - c – новые энерготехнологии должны быть абсолютно безопасными и никак не влиять на экологию.
15. Почему ПГУ со сбросом в котел-утилизатор по циклу одного, двух и трех давлений имеют разную экологичность?
- a – более высокий КПД обеспечивает меньше расхода топлива на единицу полезной выработки, а значит меньше все выбросы и сбросы и технологические загрязнения;
  - b – чем больше секций (ступеней давления) в КУ, тем сложнее выдержать хорошие показатели экологичности;
  - c – экологичность ПГУ не зависит от числа циклов давлений в КУ.
16. Трудности в проектировании электрофильтров с высокой степенью очистки?
- a – ограничения по металлоемкости и размерам;
  - b – проскакивание золы некоторых углей в связи с «обратной короной» в электро-фильтрах;
  - c – неоптимальное для электрофильтров удельное электросопротивление золы (УЭС);
17. Сопоставление ТЭС и АЭС по экологическому воздействию на окружающую среду, природу и человека (население).
- a – АЭС при нормальной работе экологичнее ТЭС по всем факторам: сбросы, выбросы, отчуждение территории, кислородопоглощение, ЭМИ (излучения), шумы, вибрации, загрязнение поверхности;
  - b – при аварийных ситуациях АЭС гораздо опаснее ТЭС;
  - c – АЭС при нормальной работе не требует кислорода, но имеют РО.
18. Концепция электроснабжения от электродвигательных внепикового действия.
- a – в условиях сельскохозяйственного производства и сельской местности электродвигательные с аккумуляторами имеют наилучшие экологические показатели;
  - b – по суммарным выбросам и сбросам вариант электродвигательных ухудшает экологический эффект;
  - c – концепция электроснабжения полезна, но в экологическом плане мало что дает.
19. Перспективные технологии ГТУ должны рассматривать совместно с утилизационными установками, отдельно от них, или это все равно?
- a – лучше, когда проект перспективной ГТУ с утилизацией рассматривается как единый объект энергогенерации, например, ПГУ со сбросом в КУ;
  - b – это лучше, если утилизационная часть не сдерживает применение прогрессивных технологий, например, внедрение сверхвысокотемпературных ГТУ с охлаждением керамических лопаток и т.д.;
  - c – безразлично, так как на конечной стадии можно подобрать наилучший утилизатор исходя из задач перед энергоустановкой.
20. Основное отличие блоков СКД ТЭС повышенной эффективности (БПЭ) состоит в том, что:
- a – развита система паровой регенерации;
  - b – внедрена комбинированно с паровой газовой регенерацией;

- с – у котлоагрегатов БПЭ устроен «расщепленный» газоход в конвективной части опытной шахты.
21. Назовите наиболее эффективную технологию получения сланцевого газа: а – гидроудар по пластам сланца и высвобождение газа; б – пирогазафикация сланцев по методу СГТУ им. Гагарина Ю.А.; с – деструктивная гидрогенезация.
22. В чем состоит новая идея МГДГ на основе прямоточного котлоагрегата а – к.а. устанавливается рядом с МГДГ для утилизации тепла рабочего потока газа; б – газы из котельного агрегата частично направляются на ионизацию, а затем в МГДГ; с – в переходной зоне прямоточного котла устанавливается канал МГДГ со снятием электрического тока.
23. Концепция атомно-водородной энергетики. В чем ее суть? а – производство водорода за счет внепиковой энергии, в том числе от АЭС; б – перевод АЭС в двух продуктовые комплексы для производства энергии и водорода; с – комплексное использование энергии АЭС для производства  $H_2O_2$  и сооружение ПГ  $H_2/O_2$  для улучшения КПД АЭС при одновременной продаже чистых  $H_2$  и  $O_2$ .
24. Концепция парогазовых технологий на ТЭС. а – повышение КПД и экологичности электростанций; б – повышение КПД, маневренности и частично экологичности; с – один из способов удешевить строительство электростанций.
25. Концепция глобальной энергоресурсоэкономии? а – применение новых менее энерго и материалоемких технологий с большим сроком службы; б – снижение удельной энергоемкости продукции вне связи с ее потребительскими качествами; с – ответы по п.а) и по п.б) и системный подход с учетом развития.
26. Какие проблемы возникают на золоотвалах крупных электростанций? а – не хватает места для складирования золы; б – идет саморазогрев золы и ее нужно охлаждать; с – возникает непреодолимое пыление; д – осложняется радиационная обстановка, требуется ограничение пребывания там персонала.
27. Какие трудности имеются при использовании золы и шлаков в производстве стройматериалов? а – низкие цены спроса и строителей; б – трудности доставки к потребителю; с – требуются серьезные ограничения по применению золы и шлаков по уровню радиации.
28. Что такое МПА- максимальная проектная авария на АЭС с ВВЭР? а – в результате МПА разрушается АЭС; б – проходит обязательная эвакуация населения в 30-ти км зоне вокруг; с – реактор срывается с креплений в шахте; д – самая серьезная авария, для локализации которой в проекте предусмотрены спец-системы.
29. Что такое ГА – гипотетическая авария? а – разрыв корпуса реактора по кольцевой трещине; б – падение космического тела на защитную оболочку; с – попадание крылатой ракеты с разгерметизацией 1-го радиоактивного контура.
30. Какие концепции термоядерных реакторов сегодня считаются более перспективными? а – токамак (тороидальная камера, магнитная катушка); б – стелларатор (американская концепция); с – лазерная импульсная инициация термоядерной реакции из дейтерий- тритиевой смеси.

31. Что такое парниковый эффект?
- a – эффект, возникающий в теплицах, отапливаемых сбросной водой конденсаторов;
  - b – эффект, возникающий летом в машзалах ТЭС при плохой вентиляции;
  - c – потепление на Земле из-за скопления в атмосфере тепличных газов (в том числе от дымовых труб ТЭС).
32. Что такое озоновые дыры?
- a – возникновение в верхних слоях атмосферы брешей в озоновом слое из-за выбросов озоноразрушающих газов от ТЭС;
  - b – разрывы в электромагнитных полях из-за работы очистных озонаторов воды и воз-духа;
  - c – гибель урожая от чрезмерной концентрации озона вблизи открытых распределительных устройств ТЭС.
33. О чем гласит закон физико-химического единства в области энергетики?
- a – в области энергетики нельзя разделять законы физики и химии ;
  - b – если какие-либо факторы ТЭС, АЭС, ГЭС влияют негативно на все или отдельные живые организмы, значит они вредны и людям;
  - c – все законы физики применимы к оборудованию ЭС, а – химия к процессам с тепло-носителями и рабочими телами.
34. О чем гласит закон устойчивого развития в части энергетики?
- a – чем больше вырабатывается и тратится энергии, тем устойчивее развитие.
  - b – экономическое развитие устойчиво, только если основано на растущей энергоресурсоэкологической эффективности производства;
  - c – развитие устойчиво, когда энергетика в развитии обгоняет потребление.
35. О чем гласит закон энергоэкологической толерантности?
- a – природа и три среды обитания обладают выносливостью и могут потом регенерироваться;
  - b – чем больше развивается энергетика, тем легче победить стихию природы;
  - c – толерантность любого живого организма к любому фактору ограничена min и max.
36. В чем проблемы сжигания твердых топлив в России?
- a – топлива экологически грязные, а котлы устаревшие и физически изношенные с небольшим остаточным ресурсом;
  - b – нет средств на модернизацию котлоагрегатов на твердом топливе;
  - c – нормативы существенно определили технологии борьбы с выбросами ТЭС.
37. На чем основываются «противники» Киотского протокола, подписанного Россией?
- a – не все крупные государства подписали этот протокол, и будут расходовать кислород и загрязнять воздух выбросами вопреки экологическому поведению других стран, в том числе, России;
  - b – нужно быстрее развиваться и, невзирая на экологию, меньше тратить на производственные цели;
  - c – противников почти нет и они протестуют немотивированно.
38. Что такое синергизм воздействия разных выбросов ТЭС?
- a – это суммарное воздействие, как простая сумма парциальных воздействий от каждого выброса;
  - b – это сверсуммарное, взаимоусиленное воздействие одних выбросов на фоне других или при особых метеоусловиях;
  - c – это частично взаимослабляющее воздействие разных выбросов.
39. Что такое синергизм воздействия выбросов ТЭС и АЭС?
- a – суммарное воздействие в одном жизненном пространстве, где есть ТЭС и АЭС;
  - b – это сверхсуммарное воздействие из-за усиления радиоактивного эффекта путем абсорбции радиоаэрозолей из вентиляционных труб АЭС промышленными аэрозолями от ТЭС;
  - c – усиление воздействия при ингаляции.
40. В чем отличие ПДК от ПДВ с точки зрения экологии?

- а – ПДК в отличие от ПДВ, учитывающих квоты и фон не могут учитывать адресность выбросов и при проектировании ТЭС не дают оценок по требуемой степени очистки выбросов и сбросов;
- б – практически одно и то же, если по выбросами и сбросам отсутствует фон;
- с – одно и то же, но измеряются в разных единицах.
41. Что такое газификация угля?
- а – производство генераторного газа окислением при высокой температуре с помощью воздуха, водяного пара из угля;
- б – переработка угля в генераторах на парокислородном дутье в газ (в том числе под-земная- для бурого угля);
- с – превращение в дымовые газы сжиганием при недостатке кислорода.
42. Какая идея заложена в современных исследованиях термоядерных реакторов? а – «тороидальная камера и магнитная катушка» – токамак;
- б – то же, что 1 совместно со «стелларатором» (США);
- с – импульсный ТЯР на основе синтеза в дейтериево-тритиевой плазме.
43. Какие основные трудности не позволяют реализовать в ближайшее время промышленную генерацию на термоядерных реакторах?
- а – высокие капитальные вложения в установку и неконкурентоспособность; б – отсутствие достаточного сырья для синтеза;
- с – нерешенность вопросов с утилизацией тепловой энергии ТЯР в рабочем цикле.
44. Для чего применяют пирогазификацию сланцев?
- а – чтобы повысить теплоту сгорания сланцев;
- б – чтобы снять проблемы, связанные с сопутствующим содержанием в них уранитов  $U_2O_8$ ;
- с – газификация при температуре  $700-750^{\circ}C$  пылевидного сланца с восходящем потоке для получения горючего газа.
45. Для чего применяют активированную золу?
- а – для повышения путем обдирки поверхности коэффициента абсорбции окислов серы;
- б – для очистки высокотемпературных поверхностей нагрева от шлаков и загрязнений;
- с – чтобы частицы золы были более абразивны.
46. Назовите пример «сухой» сероочистки?
- а – орошение известковой суспензией в форкамере перед первым полем электрофилт-ра потока сернистых дымовых газов;
- б – ввод известняка в верхнюю часть топочной камеры котла;
- с – ввод активированной золы в тракт котла (для Канско-Ачинских углей).
47. Что такое мокросухая сероочистка?
- а – сначала мокрая технология очистки, затем сухая;
- б – последовательное применение сначала сухой технологии, затем обработка газов в скруббере;
- с – российско-американская технология (впервые применена на Дорогобужской ТЭЦ) – орошение потоков газов известковой суспензией в форкамере электрофилт-ра.
48. Назовите основные процессы при газификации сернистого мазута?
- а – парокислородное дутье под давлением;
- б – генерация газа из мазута при недостатке воздуха с гидролизом несгоревшей части;
- с – каталитический крекинг в присутствии катализатора.
49. Назовите основные процессы при сжигании сернистого мазута в кипящем слое частиц известняка?
- а – сжигание сернистого мазута в слое известняка на беспровальной решетке, куда по-<sup>0</sup>С;груженыповерхностинагревакотлаимазутопровод(притемпературе850
- б – под слой подается мелкораспыленный мазут;
- с – каталитический гидрокрекинг в присутствии водорода и катализаторов (при давлении 3-14 МПа).

50. В чем основная идея ЭХС (электрохимической) электростанции?
- a – использование вместо котельно-печного топлива – тепла химических реакций;
  - b – соединение (параллельное) значительного числа обычных батарей постоянного тока;
  - c – соединение топливных элементов в среде твердополимерного электролита.
51. Что такое многоступенчатое сжигание и его влияние на концентрацию азотистых оксидов в дымовых газах?
- a – подача через работающие горелки только части необходимого воздуха, а остальной воздух пропускают через «холостые» горелки, при этом обеспечивается снижение NOx при работе на газе в 2 раза и при работе на мазуте – на 30–40 %;
  - b – это подвод первичного, вторичного и третичного воздуха для лучшего сгорания. Ничего нового в этом нет;
  - c – применяют только на многорядных котельных при соединении котлов по конвективным шахтам и топкам.
52. В чем преимущество малых двигатель-генераторных электростанций в сфере децентрализованной электрогенерации?
- a – не надо развивать сетевое строительство в районах с невысокой плотностью населения;
  - b – можно сжигать не только дорогой газ, но и «попутный» и биогаз;
  - c – можно сжигать попутный газ нефтяных месторождений, сжигая его непосредственно в факелах.
53. В чем суть и пример абсорбционных методов улавливания NOx из дымовых газов? a – у основания дымовой трубы устанавливаются многослойные твердые поглотители типа силикагеля ( $\text{SiO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ), торфощелочных сорбентов;
- b – адсорбция NOx движущимся слоем твердого поглотителя с его регенерацией при высокой температуре;
  - c – содовый, щелочной аммиачный методы абсорбции с переработкой в товарные продукты.
54. Зачем нужны и на каком принципе действуют электрофильтры?
- a – принцип электромагнитной индукции для намагничивания и улавливания частиц золы;
  - b – принцип электроискрового дожигания частиц золы;
  - c – принцип осаждения и удержания поверхностно и объемно заряжаемых в электро-статическом поле частиц золы на осадительных электродах.
55. Как ограничивают тепловые загрязнения от ТЭС и АЭС?
- a – это бесполезно согласно 2-му закону термодинамики;
  - b – всемерно используют низкопотенциальное тепло после конденсаторов для ЭБК, тепловых насосов и т.д.;
  - c – применяют теплофикацию (когенерацию), турбины типа P и др.
56. Что такое ЭБК – энергобиологический комплекс и его основной состав?
- a – это включаемый в состав крупных ТЭС, АЭС комплекс для производства с использованием низкопотенциального тепла с/х продукции;
  - b – комплекс для производства только животноводческой продукции и рыбоводческих целей;
  - c – включает все типы производства, где можно использовать слабо подогретую воду.
57. Что такое цена спасения жизни?
- a – это тоже, что и цена жизни;
  - b – это средние затраты для данной страны в спасение 1 дополнительного индивидуума в условиях чрезвычайной ситуации;
  - c – это затраты на 1 гражданина страны по полису обязательного медицинского страхования.
58. Могут ли быть ПГУ на основе комбинирования ГТУ и турбин АЭС?

- a – не могут, так как негде в схеме влажнопаровой турбины АЭС утилизировать тепло уходящих газов ГТУ;
- b – могут при утилизации тепла ГТУ в системе паропарового перегрева АЭС;
- c – могут при утилизации тепла ГТУ в цикле влажнопаровой турбины АЭС.
59. Какие виды резервов в энергосистемах различают?
- a – быстро включаемый, запаздывающий, мгновенный;
- b – дорогостоящий (иногда термин «капиталоемкий»), малозатратный;
- c – оперативный, вращающийся, ремонтный.
60. Как используют эффект сдвига поясного времени?
- a – переселять с выплатой подъемных желающих мигрировать работников;
- b – строить широтные линии электропередач для передачи электроэнергии в часовые пояса, где она более требуется в данное время;
- c – это бесполезное занятие.
61. В чем безусловное преимущество быстрых реакторов?
- a – в том, что они быстро сооружаются, самоокупаются и приносят прибыль;  ${}^8\text{U} \rightarrow {}^9\text{Pu}$ , они смогут решить проблему в-том, что за счет наработки «уранового» голода для будущего населения;
- c – в том что они поддерживают обороноспособность страны.
62. Что такое тринарный цикл?
- a – это цикл, в котором достигается триединая задача: максимумы КПД, идеальные процессы расширения в турбинах, минимум необратимости теплообмена;
- b – это цикл, в котором к бинарному снизу пристраивается глубоко утилизационный цикл легкокипящего вещества;
- c – это цикл, в котором осуществляется тригенерация: электроэнергия, тепло, холод.
63. Почему энергетика наименее восприимчива к крупным инновационным идеям?
- a – потому что управление децентрализовано и в стране очень разные климатические и нагрузочные факторы;
- b – потому что для крупной реконструкции необходимо надолго останавливать энерго-блоки;
- c – потому что, даже очень крупная реконструкция не может быть серийной, а эффект последствия как правило невелик (до старения).
64. Укажите основные экологические проблемы атомной энергетики.
- a – низкая надежность; b – низкая безопасность;
- c – недостаточные показатели экономичности, высокие ущербы при тяжелых авариях.
65. Определите что такое мокросухая очистка дымовых газов от оксидов серы.
- a – сначала мокрая технология очистки, затем сухая;
- b – последовательное применение сначала сухой технологии, затем обработка газов в скруббере;
- c – российско-американская технология (впервые применена на Дорогобужской ТЭЦ) – орошение потоков газов известковой суспензией в форкамере электрофилтра.
66. Определите понятие синергизма воздействия выбросов тепловых и атомных электро-станций.
- Что такое синергизм воздействия выбросов ТЭС и АЭС?
- a – суммарное воздействие в одном жизненном пространстве, где есть ТЭС и АЭС;
- b – это сверхсуммарное воздействие из-за усиления радиоактивного эффекта путем аб-сорбции радиоаэрозолей из венттруб АЭС промышленными аэрозолями от ТЭС;
- c – усиление воздействия при ингаляции.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине включает учет успешности выполнения практических работ, самостоятельной работы, тестовых заданий и сдачу экзамена.

**Практические работы** считаются успешно выполненными в случае предоставления в конце занятия отчета, включающего тему, ход работы, соответствующие рисунки и подписи (при наличии), и защите практического занятия – ответе на вопросы по теме работы. Шкала оценивания – «зачтено / не зачтено». «Зачтено» за практическую работу ставится в случае, если она полностью правильно выполнена, при этом обучающимся показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если работа решена неправильно, тогда она возвращается студенту на доработку и затем вновь сдается на проверку преподавателю.

**Самостоятельная работа** считается успешно выполненной в случае предоставления отчета по каждой теме. Задание для отчета соответствует пункту 9 рабочей программы. Оценивание рефератов проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». «Зачтено» выставляется в случае, если отчет оформлен в соответствии с критериями:

- правильность оформления отчета (титульная страница, оглавление и оформление источников);
- уровень раскрытия темы отчета / проработанность темы;
- структурированность материала;
- количество использованных литературных источников.

В случае, если какой-либо из критериев не выполнен, отчет возвращается на доработку.

В конце семестра обучающийся письменно отвечает на **тестовые задания**, содержащие вопросы по изученному материалу. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе более чем, на 50 % вопросов выставляется «зачтено», в случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено».

**К экзамену** по дисциплине обучающиеся допускаются при:

- предоставлении всех отчетов по всем практическим занятиям и защите всех практических занятий;
- сдачи отчетов СРС с учетом того, что они «зачтены» преподавателем;
- успешном написании тестовых заданий.

Экзамен сдается устно или письменно, по билетам, в которых представлено 4 вопроса из перечня «Вопросы для экзамена». Оценивание проводится по принципу «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» / «неудовлетворительно».

Положительная оценка на экзамене ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе,
- умении оперировать специальными терминами,
- использовании в ответе дополнительного материала,
- иллюстрировании теоретического положения практическим материалом.

Но в ответе могут иметься:

- негрубые ошибки или неточности,
- затруднения в использовании практического материала,
- не вполне законченные выводы или обобщения.

«Неудовлетворительно» ставится при:

- схематичном неполном ответе,
- неумении оперировать специальными терминами или их незнании.

#### 14 Образовательные технологии

Чтение лекций по данной дисциплине проводится с использованием мультимедийного оборудования.

Студентам предоставляется возможность для самоподготовки и подготовки к зачету использовать электронный вариант конспекта лекций, подготовленный преподавателем в соответствии с планом лекций.

При работе используется диалоговая форма ведения лекций с постановкой и решением проблемных задач, обсуждением дискуссионных моментов и т.д.

При проведении практических занятий создаются условия для максимально самостоятельного выполнения заданий.

При организации вне аудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине студентом осуществляется решение самостоятельных задач обычной сложности, направленных на закрепление знаний и умений.

В соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 20%.

Тема занятия	Вид занятия	Интерактивная форма
Вводная лекция. Развитие топливно-энергетического комплекса страны. Энергетическая стратегия России на период 2020г. Предмет и задачи курса. Рекомендуемая литература	лекция	дискуссия
Теплоэнергетика и экология. Загрязнения окружающей среды вредными выбросами ГЭС. Окислы азота, серы и пути их снижения. Парниковые газы. Киотский протокол. Долгосрочные последствия в энергетика и устойчивость принимаемых решений.	лекция	дебаты
Современные парогазовые технологии. Возможные схемные и технологические решения. Параметры и характеристики современных газовых турбин. Типы газовых турбин и опыт их эксплуатации. Достигаемые эффекты при создании комби-	лекция	дискуссия

Тема занятия	Вид занятия	Интерактивная форма
нированных установок		
Выбор направления развития парогазовых установок. Топливные ограничения и их влияние на выбор типа парогазовых установок. Виды используемых топлив.	лекция	дискуссия
Вспомогательное теплообменное оборудование. Конструктивные и основные параметры охладителей конденсата, подогреватели сырой воды, газоохладителей, маслоохладителей. Рекомендации к выбору теплообменников.	лекция	дискуссия
Состояние вопроса по использованию водорода в энергетике. Количество и виды сжигаемых твердых топлив. Их качественный состав, характеристики топливоприготовления и сушки. Пылевидное сжигание, его достоинства и недостатки. Золоулавливание и золоуловители, их характеристики и рабочие параметры	лекция	дискуссия
Перспективные технологии сжигания и использование водорода на ЭС. Энергетическая переработка и газификация. Схемные и технические решения комплексного использования низкокачественных топлив. Сжигание в кипящем слое. Технические решения, характеристики процессов и показатели работы.	лекция	дискуссия

## **15 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### ***1. Обязательные издания***

1. Хрусталеv, В. А. Природоохранные технологии ТЭС и АЭС [Текст] : конспект лекций для студентов инженер. энергет. спец. / В. А. Хрусталеv ; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2010. - 112 с.

Режим доступа: [http://lib.sstu.ru/books/zak%20217\\_10.pdf](http://lib.sstu.ru/books/zak%20217_10.pdf)

2. Хрусталеv, В. А. Реакторы и тепломеханическое оборудование атомных электростанций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Хрусталеv, М. С.

Доронин ; Саратовский гос. техн. ун-т. - Электрон. текстовые дан. - Саратов : СГТУ, 2012. Экземпляры всего: 1

Режим доступа: [http://lib.sstu.ru/books/zak%2088\\_12.pdf](http://lib.sstu.ru/books/zak%2088_12.pdf)

3. Зорин В.М. Атомные электростанции. Вводный курс [Электронный ресурс] : Допущено УМО по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 140404 "Атомные электрические станции" направления подготовки дипломированных специалистов 140400 "Техническая физика" / Зорин В.М. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2010. 184 с.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI28.html/> , по паролю

4. Седнин А.В. Атомные электрические станции [Электронный ресурс]: курсовое проектирование. Учебное пособие/ Седнин А.В., Карницкий Н.Б., Богданович М.Л.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2010.— 150 с.—

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20054/> - ЭБС «IPRbooks», по паролю

5. Теплоэнергетика и теплотехника. Книга 3. Тепловые и атомные электростанции [Электронный ресурс]: справочник/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2007.— 648 с.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI148.html> , по паролю

6. Михалевич А.А. Атомная энергетика. Состояние, проблемы, перспективы [Электронный ресурс]: монография/ Михалевич А.А., Мясникович М.В.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2011.— 264 с.—

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12293>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.

7. Трухний А.Д. Основы современной энергетики. Том 1. Современная теплоэнергетика [Электронный ресурс] : "Допущено Учебно-методическим объединением вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки ""Теплоэнергетика"", ""Электроэнергетика"", ""Энергомашиностроение"" / Трухний А.Д. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2011. - . - ISBN 978-5-383-00502-6 : Б. ц.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI83.html>

## ***2. Дополнительные издания***

8. Дорощук, В. Е. Атомные электростанции / В. Е. Дорощук, С. Л. Ривкин ; Всесоюз. ин-т науч. и техн. информации (Москва). - М. : ВИНТИ, 1969. - 88 с. : ил. ; 21 см. - (Итоги науки и техники. Электротехника и энергетика. 1968). - Библиогр.: с. 84-87 (150 назв.). - 0.56 р.

Экземпляры всего: 1

аб (1)

9. Справочник монтажника тепловых и атомных электростанций. Технология монтажных работ [Текст] / под общ. ред.: В. П. Банника, Д. Я. Винницкого. - 2. изд., перераб. - М. : Энергоатомиздат, 1983. - 880 с. : ил. ; 21см. - Предмет.указ.:с.868-880. - 3.60р. р.

Экземпляры всего: 6  
ч/зо (2), аб (3), фил (1)

10. Тевлин, С. А. Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000 : учеб. пособие / С. А. Тевлин. - 2-е изд., доп. - М. : ИД МЭИ, 2008. - 358 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 355-356 (36 назв.).

Параллельные издания: Тевлин С. А. Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000 : учеб. пособие / С. А. Тевлин. - М. : ИД МЭИ, 2008. - online. - ISBN 978-5-383-00300-8 (Шифр 621.311(075)/Т29)

Экземпляры всего: 10

ч/зо (1), аб (9)

Свободны: ч/зо (1), аб (9)

### ***3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (мо-дуля).***

#### ***4. Периодические издания.***

11. Журналы «Теплоэнергетика»; «Электрические станции»; «Атомная энергия»

#### ***5. Интернет-ресурсы.***

12. Ежемесячный журнал атомной энергетики России:

<http://rosenergoatom.info/> .

13. Интернет-версия справочника «Теплотехника и теплоэнергетика»:

<http://twf.mpei.ac.ru/ТТНВ/>

14. Интернет-Университет Информационных Технологий- <http://www.intuit.ru/>

15. Портал по теплофизике для студентов, преподавателей и научных сотрудников – <http://www.thermophysics.ru/>

#### ***6. Источники ИОС.***

16.М.2.3.1.1«Перспективные технологии в энергетике»

[https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/TES/elet2\\_m22711/default.aspx](https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/TES/elet2_m22711/default.aspx)

#### ***7. Профессиональные Базы Данных.***

#### ***8. Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья.***

**9. Ресурсы материально-технического и учебно-методического обеспечения, предоставляемые организациями-участниками образовательного процесса.**

**16 Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходима лекционная аудитория общей площадью не менее 40 кв.м., оснащенная доской, экраном, компьютером и проектором.

Для практических занятий необходима учебная аудитория общей площадью не менее 40 кв.м., оснащенная доской, экраном, компьютером и проектором и имеющая доступ к проводному Интернету либо к *Wi-fi*.

Для выполнения самостоятельной работы обучающиеся могут воспользоваться компьютерными классами факультета и Электронно-библиотечной системой ВУЗа.

Для оформления письменных работ, презентаций к докладу обучающимся необходимы пакеты программ Microsoft Office (Excel, Word, Power Point), Acrobat Reader, Internet Explorer, или других аналогичных.