

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 01.09.2023 12:28:58  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

**УТВЕРЖДЕНО**  
Декан Факультета урбанистики и  
городского хозяйства  
Марюшин П.А.

« 10 » *декабрь* 2021г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и  
теплотехнологий»**

Направление подготовки  
**13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Профиль подготовки  
**Распределенная тепловая энергетика**

Квалификация (степень) выпускника  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная, очно-заочная**

Москва  
2021

## 1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» следует отнести:

- формирование знаний о современных проблемах теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий при проектировании и эксплуатации энергетических установок и систем;

- изучение способов повышения эффективности энергооборудования и систем, выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи современной теплоэнергетики;

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых, более эффективных методов обеспечения экологической безопасности источников и систем теплоснабжения.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» следует отнести:

- выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий;

- научить мыслить системно на примерах внедрения современного энергетического оборудования с учетом технологических и экономических факторов;

- научить анализировать существующие достижения в области прикладной науки, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в технике с позиций повышения ее эффективности;

- дать информацию о новых направлениях теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки современной техники;

- научить анализировать результаты моделирования штатных ситуаций, производить поиск оптимизационного решения с помощью всевозможных методов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» относится к числу профессиональных учебных дисциплин базовой части базового цикла основной образовательной программы магистратуры.

«Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Управление технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике;

- Экологическая безопасность;
- Перспективные направления и энергосбережение в теплотехнологиях;
- Проектирование и эксплуатация теплоэнергетических установок;
- Перспективные направления развития энергетики;
- Использование вторичных энергоресурсов в промышленности.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</b>
ОПК-1	способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• цели и задачи исследования;</li> <li>• способы выбора и создания критериев оценки</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• формулировать цели и задачи исследования;</li> <li>• выявлять приоритеты решения задач;</li> <li>• выбирать и создавать критерии оценки</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Методами выбора и создания критериев оценки</li> </ul>
ОПК-2	способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Основные методы модернизации технологического оборудования</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования и систем;</li> <li>• Выполнять проектные расчеты</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Методами улучшения эксплуатационных характеристик энергетического оборудования и систем, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов</li> </ul>

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, т.е. **108** академических часа (из них 18 часов – лекционные занятия, 18 часов – семинары и практические занятия, 72 часов – самостоятельная работа студентов).

Структура и содержание дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

### Содержание разделов дисциплины

#### Первый семестр

##### **Тема 1. Введение. Анализ современного состояния энергетики**

Анализ состояния мирового энергетического хозяйства. Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) России и направления его развития. Теплоэнергетика: назначение, место и роль в ТЭК. Основные энергосистемы и энергоресурсы, перспективы развития энергетики России. Проблемы в развитии энергетики: организационно-экономические, технологические, экологические. Методы анализа.

##### **Тема 2. Проблемы использования твердого, жидкого и газообразного топлива**

Проблемы и перспективы развития и совершенствования котельного оборудования; материалы в энергомашиностроении и проблемы технологии изготовления энергооборудования; разнообразие видов топлива, их теплофизических характеристик, химического состава и проблемы выбора способов и методов подготовки, и технологии сжигания топлива, использования вторичных энергоресурсов и отходов производств в качестве энергетического топлива.

##### **Тема 3. Повышение эффективности производства энергии**

Повышение тепловой экономичности ТЭС. Технологии с усовершенствованием тепловых схем: блоки с турбинными экономайзерами, комбинированные системы теплоснабжения, бинарные ПГУ и т.п. Проблемы маневренности энергетического оборудования. Графики электрической и тепловой нагрузок и их покрытие. Факторы, определяющие маневренность турбоагрегата. Повышение маневренности турбоустановок и их перевод в режимах частых разгрузений – нагружений. Моторный режим.

##### **Тема 4. Проблемы обеспечения надежности работы энергетического оборудования**

Разрушения и повреждения узлов и деталей турбин. Аварии и износ рабочих лопаток. Разрушения и повреждения роторов и статоров. Проблемы коррозионного разрушения тепломеханического оборудования. Водные режимы тепловых электрических станций.

##### **Тема 5. Реконструкция и модернизация энергетического оборудования**

Проблемы оценки ресурса стареющего оборудования. Расчеты ресурса и

срока службы. Мероприятия по увеличению ресурса турбин. Продление ресурса изменением режима эксплуатации. Продление ресурса удалением поврежденного слоя металла. Изменение тепловой схемы. Продление ресурса изменением конструкции. Ремонт и восстановительная термическая обработка корпусных деталей.

#### **Тема 6. Экологические проблемы теплоэнергетики**

Воздействие энергетики на окружающую среду. Сущность экологического аспекта в энергетике. Требования к экологически чистой ТЭС. Топливный цикл и его техногенное воздействие на среду обитания. Преобразование вредных выбросов ТЭС в атмосферном воздухе. Влияние вредных выбросов электростанций на природу и человека. Показатель вредности продуктов сгорания. Зарубежные и отечественные программы в области экологически чистых угольных технологий.

### **5. Образовательные технологии**

Методика преподавания дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению практических работ в аудиториях вуза и на мощностях предприятий-партнеров;
- защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетного задания;
- обсуждение и защита рефератов по дисциплине;
- подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;
- проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам современного проектирования и 3D-моделирования источников и систем теплоснабжения, а также эффективных методов эксплуатации оборудования и объектов систем теплоснабжения и теплопотребления.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия практического типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

### **В первом семестре**

- подготовка и выступление на семинарском занятии с презентацией и обсуждением на тему «Современные проблемы теплоэнергетики» (индивидуально для каждого обучающегося);
- реферат (индивидуально для каждого обучающегося);
- тестирование, разбор ситуационных задач.

Практические занятия посвящены выполнению упрощенных расчетов по определению теплотехнологических параметров энергоустановок в объеме, предусматривающем реализацию теоретических и практических навыков, обучающихся по направлению.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита отчетов по семинарским занятиям.

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, приведены в приложении 2.

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

#### **6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

**В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции**

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>
ОПК-1	способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки
ОПК-2	способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе

освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

<b>ОПК-1 - способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки</b>				
<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено) или отсутствие сформированности компетенции</b>	<b>Оценка «удовлетворительно» (зачтено) или низкой уровень освоения компетенции</b>	<b>Оценка «хорошо» (зачтено) или повышенный уровень освоения компетенции</b>	<b>Оценка «отлично» (зачтено) или высокий уровень освоения компетенции</b>
<b>знать:</b> цели и задачи исследования; способы выбора и создания критериев оценки	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: цели и задачи исследования; способы выбора и создания критериев оценки	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: цели и задачи исследования; способы выбора и создания критериев оценки. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: цели и задачи исследования; способы выбора и создания критериев оценки, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитическ их	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: цели и задачи исследования; способы выбора и создания критериев оценки при действиях в нестандартных ситуациях, свободно оперирует приобретенными знаниями.

		значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	операциях.	
<b>уметь:</b> формулировать цели и задачи исследования; выявлять приоритеты решения задач; выбирать и создавать критерии оценки	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет формулировать цели и задачи исследования; выявлять приоритеты решения задач; выбирать и создавать критерии оценки	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: формулировать цели и задачи исследования; выявлять приоритеты решения задач; выбирать и создавать критерии оценки. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: формулировать цели и задачи исследования; выявлять приоритеты решения задач; выбирать и создавать критерии оценки. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: формулировать цели и задачи исследования; выявлять приоритеты решения задач; выбирать и создавать критерии оценки. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.



<p><b>владеть:</b> методами выбора и создания критериев оценки</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами выбора и создания критериев оценки</p>	<p>Обучающийся владеет методами выбора и создания критериев оценки в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся частично владеет методами выбора и создания критериев оценки при действиях в нестандартных ситуациях, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методами выбора и создания критериев оценки при действиях в нестандартных ситуациях, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
--	---	---	---	--

**ОПК-2 – способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы**

<p><b>знать:</b> Основные методы модернизации технологического оборудования</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: Основные методы модернизации технологического оборудования</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Основные методы модернизации технологического оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает</p>	<p>Обучающийся частично демонстрирует соответствие следующих знаний: Основные методы модернизации технологического оборудования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: Основные методы модернизации технологического оборудования, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
---	--	---	--	--

		значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	аналитических операциях.	
<b>уметь:</b> Формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования и систем, выполнять проектные расчеты	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования и систем, выполнять проектные расчеты	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования и систем, выполнять проектные расчеты. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: Формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования и систем, выполнять проектные расчеты. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: Формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования и систем, выполнять проектные расчеты. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<b>владеть:</b> Методами улучшения эксплуатационных характеристик энергетического оборудования	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами улучшения эксплуатационных характеристик	Обучающийся владеет методами улучшения эксплуатационных характеристик энергетического	Обучающийся частично владеет методами улучшения эксплуатационных характеристик	Обучающийся в полном объеме владеет методами улучшения эксплуатационных характеристик

и систем, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов	энергетического оборудования и систем, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов	о оборудования и систем, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	ик энергетического оборудования и систем, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	энергетического оборудования и систем, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
---	--	---	---	--

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

**Форма промежуточной аттестации: зачет.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
------------	---

Фонды оценочных средств представлены в приложениях к рабочей программе.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Афанасьев, В.Н. Интенсификация теплоотдачи при вынужденной конвекции: Метод. указания к курсовой научно-исследовательской работе по курсу «Методы интенсификации теплообмена» [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / В.Н. Афанасьев, В.Л. Трифонов. — Электрон. дан. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 68 с.

2. Крылов, Ю.А. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.А. Крылов, А.С. Карандаев, В.Н. Медведев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 176 с.

3. Освоение низкопотенциального геотермального тепла [Электронный ресурс]: монография — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2012. — 280 с.

4. Алхасов, А.Б. Возобновляемая энергетика [Электронный ресурс]: монография — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2010. — 256 с.

5. Алхасов, А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии [Электронный ресурс]: монография — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2008. — 376 с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Летягина, Е.Н. Энергетическая отрасль в условиях инновационного развития экономики [Электронный ресурс]: монография — Электрон. дан. — Москва: Креативная экономика, 2011. — 144 с.

2. Острейковский, В.А. Безопасность атомных станций [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.А. Острейковский, Ю.В. Швыряев. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2008. — 352 с.

3. Регионы России: проблемы и перспективы экономического развития [Электронный ресурс]: сб. науч. тр. — Электрон. дан. — Москва: Креативная экономика, 2010. — 188 с.

4. Родионов, В.Г. Энергетика: Проблемы настоящего и возможности будущего [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва: ЭНАС, 2010. — 352 с.

### **в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:**

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте (<http://lib.mami.ru/ebooks/> в разделе «Библиотека»).

Фильм: <https://www.youtube.com/watch?v=IjTFFI4xTQE>.

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

[http://window.edu.ru/catalog/resources?p\\_nr=50&p\\_rubr=2.2.75.27.7&p\\_page=3](http://window.edu.ru/catalog/resources?p_nr=50&p_rubr=2.2.75.27.7&p_page=3)

<http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-laboratornoy-ustanovki-po-spetsialnosti-promyshlennaya-teploenergetika>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Специализированная учебная лаборатория кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Ауд. АВ2406, оснащенная лабораторными установками:

- «Определение коэффициента температуропроводности стали методом регулярного режима»;

- «Определение коэффициента теплопередачи при вынужденном течении жидкости в трубе (труба в трубе)»;

- «Определение коэффициента теплопередачи методом регулярного режима»;

- «Определение коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости на цилиндре»;

- «Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом цилиндрического слоя».

Мультимедийная аудитория кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Ауд. АВ2415, оснащенная оргтехникой и мультимедиа средствами (проектор, ПК и др.), экспериментальная котельная на базе ОАО ВТИ (на основании Договора о сотрудничестве) с системой КИП и автоматики.

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

1. Марюшин Л.А., Сенникова О.Б., Савельев И.Л. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов. Направление подготовки: 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Распределенная тепловая энергетика». – М.: Изд-во Московского политеха, - 46 с.

## **10. Методические рекомендации для преподавателя**

Преподавание дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики,

теплотехники и теплотехнологий» имеет своей целью ознакомить студентов с достижениями в области теплоэнергетики и теплотехники, добиться уяснения ими эффективных методов проектирования, моделирования и эксплуатации энергооборудования и энергосистем, порядка их применения, привить им практические навыки использования этих знаний к конкретным производственным ситуациям.

Преподавание дисциплины осуществляется в соответствии с ФГОС ВО.

*Целью* методических рекомендаций является повышение эффективности теоретических и практических занятий вследствие более четкой их организации преподавателем, создания целевых установок по каждой теме, систематизации материала по курсу, взаимосвязи тем курса, полного материального и методического обеспечения образовательного процесса.

*Средства обеспечения освоения дисциплины*

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие средства:

- рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- методические указания и пособия;
- контрольные задания для закрепления теоретического материала;
- электронные версии федеральных законов, учебников и методических указаний для выполнения практических работ и самостоятельной работы магистров.

*Методические рекомендации по организации изучения дисциплины*

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется изложение лекционного материала с элементами обсуждения.

В качестве методики проведения практических занятий можно предложить

1. Семинар – обсуждение существующих точек зрения на проблему и пути ее решения.
2. Тематические доклады, позволяющие вырабатывать навыки публичных выступлений.

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется проведение письменного опроса (тестирование) магистров по материалам лекций и практических работ. Подборка вопросов для тестирования осуществляется на основе изученного теоретического материала. Такой подход позволяет повысить мотивацию магистров при конспектировании лекционного материала.

Для освоения навыков поисковой и исследовательской деятельности магистр пишет контрольную работу или реферат по выбранной (свободной) теме.

*Лекции* проводятся в основном посредством метода устного изложения с элементами проблемного подхода и беседы.

*Семинарские занятия* могут иметь разные формы (работа с исследовательской литературой, анализ данных нормативной и справочной литературы, слушание докладов и др.), выбираемые преподавателем в зависимости от интересов магистров и конкретной темы.

*Самостоятельная работа* магистров включает в себя элементы реферирования и конспектирования научно-исследовательской литературы, подготовки и написания научных текстов, отработку навыков устных публичных выступлений.

Проверка качества усвоения знаний в течение семестра осуществляется в устной форме, путем обсуждения проблем, выводимых на семинарах и письменной, путем выполнения магистрами разных по форме и содержанию работ и заданий, связанных с практическим освоением содержания дисциплины. Магистры демонстрируют в ходе проверки умение анализировать значимость и выявлять специфику различных проблем и тем в рамках изучаемой дисциплины и ее компонентов, знание научной и учебно-методической литературы. Текущая проверка знаний и умений магистров также осуществляется через проведение ряда промежуточных тестирований. Итоговая аттестация по дисциплине предполагает устный зачет или экзамен, на которых проверяется усвоение материала, усвоение базовых понятий дисциплины.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и профилю «Распределенная тепловая энергетика».

Автор

Доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика»  
к.т.н., доцент

В.С. Тимохин

Программа обсуждена на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика». Протокол от 30 августа 2021 г. № 1

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика»  
к.т.н., доцент

Л.А. Марюшин

Руководитель ООП

В.С. Тимохин

**Структура и содержание дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**

	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Первый семестр														
Тема 1	Лекция	1	1	2			4								
	Семинарское занятие <b>Выдача задания на реферат</b>	1	1		2		4								
Тема 2	Лекция	1	2-3	4			8								
	Семинарское занятие	1	2		4		8								
Тема 3	Лекция	1	4	2			8								
	Семинарское занятие	1	4		2		8								
Тема 4	Лекция	1	5-6	4			8								
	Семинарское занятие	1	5		4		4						+		
Тема 5	Лекция	1	7	2			4								
	Семинарское занятие	1	7		2		4								
Тема 6	Лекция	1	8-9	4			8								
	Семинарское занятие. <b>Сдача реферата</b>	1	8		4		4						+		
	Форма аттестации	1	9												3
	Всего часов по дисциплине в первом семестре			18	18		72	0							



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
ОП (профиль): «Распределенная тепловая энергетика»  
Форма обучения: Очная, очно-заочная

Кафедра: «Промышленная теплоэнергетика»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и  
теплотехнологий»**

**Паспорт фонда оценочных средств**

<b>Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий</b>					
<b>ФГОС ВО 13.04.01 Теплотехника и теплоэнергетика</b>					
<b>КОМПЕТЕНЦИИ</b>		<b>Перечень компонентов</b>	<b>Технология формирования</b>	<b>Форма оценочного средства</b>	<b>Степени уровней освоения компетенций</b>
<b>ИНДЕКС</b>	<b>ФОРМУЛИРОВКА</b>				
ОПК-1	способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	Знать: цели и задачи исследования; способы выбора и создания критериев оценки	Лекция, семинарские занятия, решение ситуационных задач, СРС	Зачет, реферат, контрольный опрос	Базовый уровень: способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки. Повышенный уровень: способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки в нестандартных производственных ситуациях с их последующим анализом

ОПК-2	способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	Знать: основные методы монтажа и модернизации технологического оборудования	Лекция, семинарские занятия, решение ситуационных задач, СРС	Зачет, тестирование, контрольный опрос	<p>Базовый уровень: способен формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов.</p> <p>Повышенный уровень: способен формулировать задания на разработку нестандартных проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования в сложных условиях, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов в нестандартных производственных ситуациях с их последующим анализом</p>
-------	--	---	--	--	---

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины**

**Перечень практических работ по дисциплине**

1. Расчет характеристик и режимов теплонасосной установки.
2. Расчет характеристик абсорбционной холодильной установки.
3. Расчет паровой части ПГУ.
4. Изучение принципа работы теплонаносной установки.
5. Расчет оптимального коэффициента теплофикации.
6. Определение вероятного годового недоотпуска электроэнергии.

**Темы рефератов по дисциплине «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий»**

1. Перспективы использования возобновляемых источников энергии в энергетике России.
2. Пути увеличения эффективности термодинамических циклов.
3. Цикл Калины, как перспективное направление преобразования теплоты в электроэнергию.
4. Оценка возможности повышения тепловой экономичности действующих электростанций.
5. Недоотпуск энергии. Экономические последствия.
6. Информационные технологии обеспечения надежности работы электростанции.
7. Оценка области применимости тепловых насосов в системах теплоснабжения.
8. Место и роль ТЭЦ в обеспечении надежного энергоснабжения потребителей.
9. Методы и средства диагностики технического состояния оборудования.
10. Расчетные методы определения наработки на отказ тепломеханического оборудования.
11. Выбор технологии сжигания твердого топлива.
12. Перспективные технологии преобразования природной энергии в электрическую энергию.
13. Оценка антропогенного влияния на экологическое состояние окружающей среды.
14. Теплофизические проблемы совершенствования энергетического оборудования.
15. Абразивный износ лопаток паровых турбин.
16. Отрыв рабочих лопаток. Причины и способы борьбы.
17. Экспресс-методы оценки тепловой экономичности паротурбинных установок.
18. Метод коэффициентов изменения мощности.
19. Энергетический и эксергетический методы анализа эффективности паротурбинных КЭС, ТЭЦ, газотурбинных и парогазовых электростанций.
20. Анализ эффективности турбоустановок, турбины, котла, камеры сгорания ГТУ, теплообменных аппаратов, компрессоров, насосов.

## Контрольные вопросы для самопроверки

### *Тема 1:*

1. Каковы перспективы использования различных видов органического топлива по регионам РФ?
2. Какова структура топливного баланса России?
3. Как территориально распределены различные генерирующие мощности по стране (укрупнено)?
4. Как территориально распределено электропотребление в России?
5. Как изменилось электропотребление в России с 2008 по 2010 г?
6. Какой средний прирост потребления электроэнергии в России прогнозируется до 2030 г?
7. Какие инновационные технологии в теплоэнергетике планируется внедрить до 2021 г?
8. Как изменяется удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии с повышением начальных параметров?
9. Назовите основные цели реформирования электроэнергетики.
10. Какие организационно-экономические проблемы имеются в Российской энергетике?
11. Какие технические и технологические проблемы существуют в настоящее время в энергетике?
12. Какие экологические проблемы необходимо решать в современной и перспективной энергетике?

### *Тема 2:*

1. Какие основные проблемы призваны решить технологии с усовершенствованным топочным процессом?
2. Опишите принцип действия и назначение плазмотрона.
3. Для чего проводится термическая подготовка топлива?
4. Какие недостатки имеет термическая подготовка топлива в вихревой топке?
5. Каким способом можно увеличить надежность воспламенения и регулирования процесса горения?
6. Для чего используется плазменный розжиг топлива?
7. Какие преимущества дает технология сжигания топлива в вихревой топке.
8. Какие мероприятия, необходимы для успешного использования технологии сжигания топлива в вихревой топке в составе энергоблоков ТЭС.
9. Каковы итоги опытно-промышленной эксплуатации котлов с технологией сжигания топлива в вихревой топке?
10. В чем суть технологии сжигания топлива в котле с кольцевой топкой?
11. Назовите состав композитного жидкого топлива?

12. Какие преимущества дает технология сжигания композитного жидкого топлива?

### **Тема 3:**

1. Какие преимущества имеют блоки с турбинными экономайзерами?
2. Каково назначение теплонасосной установки в комбинированных системах теплоснабжения?
3. Почему применение ВТН в комбинированных системах теплоснабжения является энергосберегающей технологией?
4. За счет чего увеличивается экономичность бинарного парогазового цикла?
5. На какие характерные зоны разделяют график электрической нагрузки потребителей энергосистемы? Как эти зоны определяются?
6. Дайте определение коэффициента неравномерности и плотности графика нагрузки энергосистемы.
7. Почему использование высокоэкономичного дорогостоящего оборудования нецелесообразно в пиковой зоне графика нагрузки?
8. Почему для покрытия пиков нагрузки энергосистемы целесообразно использовать газотурбинные установки несмотря на их сравнительно низкую экономичность?
9. Назовите основные трудности покрытия графика нагрузки в условиях несоответствия его формы генерирующим мощностям, имеющимся в энергосистеме.
10. Какой основной фактор определяет количество тепла, отпускаемое ТЭЦ в теплосеть?
11. Что такое температурный график тепловой сети? Как осуществляется его покрытие?
12. Что понимают под маневренностью турбины?
13. Как влияет тепловая нагрузка на маневренность ТЭЦ?
14. Почему турбины с двухстенным ЦВД обладают большей маневренностью, чем с одностенным?
15. Как влияет обогрев фланцевых соединений на относительное удлинение ротора при пуске турбины из холодного состояния?
16. Почему при обогреве фланцевых соединений уменьшаются температурные напряжения в них?
17. Какие детали ограничивают маневренность мощных паровых турбин с двухстенными корпусами ЦВД и ЦСД?
18. Почему установка регулирующих клапанов ЦВД вне корпуса приводит к повышению маневренности турбины?
19. Почему хорошая изоляция улучшает маневренность турбоустановки?
20. В чем преимущества и недостатки моторного режима?

#### **Тема 4:**

1. Что следует учитывать при оценке ущерба от аварии паровой турбины?
2. Назовите основные причины аварий рабочих лопаток.
3. Как отличить усталостный излом от изломов других типов?
4. Когда происходит отрыв лопатки при развитии усталостной трещины?
5. Назовите основные виды колебаний рабочих лопаток.
6. Что представляет собой логарифмический декремент колебаний?
7. Что называют вибрационными характеристиками рабочих лопаток?
8. С какой частотой происходят вынужденные колебания?
9. Что такое резонанс?
10. Назовите возможные типы колебаний рабочих лопаток и их главные отличия друг от друга.
11. Назовите причины появления возмущающих сил в проточной части турбины.
12. Какие зоны лопаток являются наиболее вероятными для появления трещин усталости?
13. Какие возмущающие силы не представляют опасности для лопаток турбин?
14. Почему перевязка лопаток в пакеты снижает уровень их вибрации?
15. Что такое порог развития трещины усталости?
16. Назовите меры по предупреждению усталости рабочих лопаток.
17. Что такое коррозионная усталость?
18. Назовите условия, при которых происходит образование язв на поверхности рабочих лопаток, и основные факторы, определяющие этот процесс.
19. Назовите основные особенности коррозионной усталости.
20. Назовите источники попадания агрессивных веществ в проточную часть турбины и механизмы их концентрирования.
21. Назовите меры предупреждения коррозионной усталости.
22. Назовите последствия эрозионного износа рабочих лопаток.
23. Какие причины вызывают эрозию входных и выходных кромок рабочих лопаток?
24. Назовите основные источники капельной влаги в турбине, вызывающие эрозию рабочих лопаток.
25. Каковы основные стадии протекания процесса эрозии?
26. Назовите главные факторы, определяющие процесс капельной эрозии.
27. Какими мерами следует бороться с капельной эрозией?
28. В чем состоит явление абразивного износа и какие факторы его определяют?
29. Назовите источники абразивных частиц и меры борьбы с абразивным износом.
30. Каковы причины и меры борьбы с отрывом лопаток?
31. Каковы причины излома рабочих лопаток?



32. Назовите причины разрушения хвостовиков рабочих лопаток, бандажей и проволочных связей. Каковы последствия их разрушения?
33. Назовите возможные причины хрупкого разрушения роторов.
34. Что такое флокены и чем они опасны?
35. Чем опасен обрыв лопатки большой массы на роторе?
36. Почему нельзя повышать частоту вращения ротора непрогретой турбины?
37. Какой основной эксплуатационный фактор определяет долговечность роторов ЦВД и ЦСД?
38. В каких зонах цельнокованых роторов появляются трещины термической усталости?
39. Что такое коррозия под напряжением? Для каких деталей турбины она наиболее опасна?
40. Как влияют напряжения и агрессивность среды на длительность появления трещины коррозии под напряжением?
41. Как влияет температура на скорость роста трещины коррозии под напряжением?
42. Назовите виды колебаний дисков.
43. Назовите причины временного и остающегося прогиба роторов.
44. Назовите причины прогибов диафрагм.
45. Турбоагрегат проработал 100 тыс. ч при практически постоянной номинальной нагрузке. При последнем капитальном ремонте обнаружены трещины в корпусе. Что является наиболее вероятной причиной их появления?
46. При вскрытии корпуса турбины всякий раз обнаруживалось коробление фланцевого разъема, носившего, однако, затухающий характер: после пятого вскрытия оно было очень малым. Что было причиной коробления?
47. Турбина, спроектированная на высокие начальные параметры пара, проработала в базовом режиме около 5 лет без вскрытия. При очередном капитальном ремонте обнаружены сильное коробление корпуса и большой остаточный прогиб диафрагмы.  
Что явилось причиной этих явлений?
48. Назовите причины заеданий штоков клапанов.
49. Почему при нарушении уплотнений поршней сервомоторов возможна самопроизвольная остановка турбины?
50. К каким последствиям приводит релаксация напряжения в шпильках фланцевого разъема?

**Тема 5:**

1. Назовите виды коррозии.
2. Назовите признаки коррозионного растрескивания.
3. Какие внешние факторы влияют на процесс коррозии?
4. Назовите внутренние факторы, влияющие на коррозию.
5. Назовите виды коррозии паровых котельных агрегатов.
6. Назовите способы консервации паровых котлов.

7. Какие задачи преследует оптимизация водных режимов.
8. Почему отличаются требования к качеству питательной воды для барабанных и прямоточных котлов?
9. Назовите методы коррекционной обработки воды барабанных котлов среднего давления, барабанных котлов высокого давления и прямоточных котлов.
10. Каково назначение БОУ.

**Тема 6:**

1. Какую экологическую нагрузку оказывает энергетика на окружающую среду?
2. Назовите основные направления снижения негативного воздействия ТЭС на окружающую среду?
3. Назовите стадии топливного цикла.
4. Какова доля воздействия топливного цикла на окружающую среду?
5. Какова динамика воздействия топливного цикла на окружающую среду?
6. Каковы соотношения между естественным и антропогенным происхождением компонентов вредных веществ, поступающих в атмосферу Земли?
7. Как распределено загрязнение атмосферы между различными отраслями промышленности?
8. Как влияют вредные выбросы тепловых электростанций на природу и человека?
9. Какие перспективные технологии снижения вредных выбросов предусматривают зарубежные программы в области экологически чистых угольных ТЭС?
10. Какие перспективные технологии снижения вредных выбросов предусматривают отечественные программы в области экологически чистых угольных ТЭС?
11. В чем заключается преимущество технологий с газификацией угля?
12. Назовите основные задачи отечественной энергетики в области охраны окружающей среды.

**Примеры задач для семинарских занятий****Задача 1.**

Определить динамические напряжения в рабочих лопатках пакета, работающего в условиях резонанса по тону  $A_0$ , установленного на колесе с полным подводом пара.

Частота собственных колебаний пакета 764,8 Гц, частота вращения  $n = 50$  об/с. Число лопаток на колесе  $z_n = 160$ , число лопаток в пакете  $m = 10$ . Декремент колебаний  $\eta = 0,02$ . Разброс частот пакетов на колесе  $\Delta = 5 \%$ . Статические напряжения изгиба  $\sigma_{cm} = 30$  МПа.

**Задача 2.**

Определить динамические напряжения в случае отрыва банджа. Частота собственных колебаний пакета 764,8 Гц, частота вращения  $n = 50$  об/с. Число лопаток на колесе  $z_n = 160$ , число лопаток в пакете  $m = 10$ . Декремент колебаний  $\eta = 0,02$ .

Разброс частот пакетов на колесе  $\Delta = 5 \%$ . Статические напряжения изгиба  $\sigma_{cm} = 30$  МПа.

**Задача 3.**

При нормальной работе амплитуда напряжений в рабочей лопатке последней ступени составляет  $\sigma_a = 40$  МПа, напряжение растяжения  $\sigma_m = 400$  МПа. Оценить опасность этих значений напряжений, если предел прочности стали  $\sigma_s = 730$  МПа.

**Задача 4.**

Определить опасность резонанса для рабочих лопаток, если переменная составляющая напряжений из-за потери банджа возрастает в 6 раз. Исходное состояние: амплитуда напряжений в рабочей лопатке последней ступени составляет  $\sigma_a = 40$  МПа, напряжение растяжения  $\sigma_m = 400$  МПа, предел прочности стали  $\sigma_s = 730$  МПа.

**Задача 5.**

Определить критическую длину трещины в корневом сечении лопатки с хордой  $b = 160$  мм, если напряжения растяжения в ней 400 МПа. Вязкость разрушения материала  $K_{Ic} = 57$  МПа·м<sup>0,5</sup>.

**Задача 6.**

Вычислить критическую длину трещины в корневом сечении лопатки последней ступени, где  $\sigma_p = 250$  МПа. Хорда профиля  $b = 160$  мм, напряжения растяжения в ней 400 МПа. Вязкость разрушения материала  $K_{Ic} = 57$  МПа·м<sup>0,5</sup>.