

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  
Маргошин П.А.  
« 30 » *август* 2021г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«Перспективные направления развития энергетики»**

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 «Перспективные направления развития энергетики» следует отнести:

- формирование знаний о современных перспективных направлениях развития энергетики;

- изучение перспективных направлений развития энергетики, выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи анализа режимов эксплуатации энергетических систем и комплексов с точки зрения их перспективного использования и применения современных технологий.

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению, в том числе формирование умений по применению и внедрению в технологические процессы перспективных технологий, методик и оборудования.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Перспективные направления развития энергетики» следует отнести:

- выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи использования перспективных достижений в области энергетики;

- научить мыслить системно на примерах повышения эффективности внедрения и использования перспективных достижений в области энергетики;

- научить анализировать существующие перспективные технологии и оборудование, разрабатывать и внедрять необходимые изменения с позиций повышения их эффективности;

- дать информацию о новых направлениях в совершенствовании энергетических технологий в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки этих технологий;

- научить анализировать параметры технических систем с точки зрения использования в них новых технологий энергетики, производить поиск оптимизационного решения с помощью всевозможных методов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Перспективные направления развития энергетики» относится к числу профессиональных учебных дисциплин по выбору базового цикла основной образовательной программы магистратуры.

«Перспективные направления развития энергетики» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Проектирование и эксплуатация систем отопления и вентиляции;
- Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий;
- Проектирование и эксплуатация теплоэнергетических установок;

- Проектирование и эксплуатация источников и систем теплоснабжения;
- Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии.

### 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:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать   | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине   |
|-----------------|---|---|
| ПК-2            | способность разрабатывать концепции обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности зданий, строений и сооружений  | <b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• цели и задачи исследования;</li> <li>• способы выбора и создания критериев оценки</li> </ul> <b>уметь:</b> <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> <b>владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Методами выбора и создания критериев оценки</li> </ul>   |
| ПК-3            | способность к определению потенциал энергосбережения и повышения энергетической эффективности при проведении энергосервисных мероприятий на объектах капитального строительства | <b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Основные методы модернизации технологического оборудования</li> </ul> <b>уметь:</b> <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> <b>владеть:</b> <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 4 зачетные единицы, т.е. 144 академических часа (из них 45 часов – аудиторных занятий, 99 часов – самостоятельная работа студентов).

Структура и содержание дисциплины «Перспективные направления развития энергетики» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

### **Содержание разделов дисциплины**

#### **Четвертый семестр**

##### ***Тема 1. Введение***

ТЭК России. Электро- и теплоэнергетика энергетика – основа ТЭК. Особенности энергетики как отрасли народного хозяйства (технико-экономический аспект).

##### ***Тема 2. Общая характеристика электроэнергетики***

История развития энергетики России. Этапы создания ЕЭС. Эффективность ЕЭС. Необходимость реформирования энергетики (теория и практика). Современная производственная структура энергетики (топливная база, производственная мощность, выработка видов энергии). Особенности развития энергетики России.

##### ***Тема 3. Генерирующие энергетические компании***

Принципы и структура формирования генерирующих компаний. Типы электростанций на органическом топливе (КЭС, ТЭЦ). Основные виды оборудования. Принципы работы, технико-экономические характеристики. Газотурбинные и парогазовые установки как основа инновационного развития тепловых электростанций. Влияние вида топлива и режима нагрузок на технико-экономические характеристики электростанций. Себестоимость электрической и тепловой энергии. Структура себестоимости. Гидроэлектростанция. Типы электростанций, режимы работы, технико-экономические характеристики. Гидроаккумулирующие электрические станции. АЭС. Принципы и режимы работы, перспективы развития. Нетрадиционная энергетика.

##### ***Тема 4. Сетевые и сбытовые энергетические компании***

Федеральная сетевая компания. Холдинг МРСК. Сбытовые компании (гарантирующие поставщики и независимые компании).

##### ***Тема 5. Оптовый и розничные рынки тепловой и электрической энергии и мощности***

Конкуренция в энергетике (особенности, возможности и ограничения). Инфраструктура рынка. АТС, ЦФР, СО – ЦДУ ЕЭС. Особенности функционирования рынка. Правила работы рынка. Система рынков: «на сутки вперед», балансирующий, мощности, резервов, сервисных услуг.

Рынок тепла. Государственное регулирование рынков. Тарифы. Российская модель рынка и ее сравнения с моделями зарубежных стран. Перспективы развития рынков.

### **Тема 6. Инновационные технологии, энергоэффективность и энергосбережение**

Инновации в производстве, передаче, распределении и потреблении энергии, в т.ч. за рубежом. Общие понятия энергоэффективности. Перспективы и проблемы. Общие понятия энергосбережения. Перспективы и проблемы.

## **5. Образовательные технологии**

Методика преподавания дисциплины «Перспективные направления развития энергетики» и реализация компетентного 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:

- мозговой штурм при решении задач;
- обсуждение пройденных тем;
- подготовка к выполнению практических работ в аудиториях вуза и на мощностях предприятий-партнеров;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;
- проведение мастер-классов экспертов и специалистов в области энергетиков.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Перспективные направления развития энергетики» 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 четвертом семестре**

- обсуждение вопросов по изученным темам;
- собеседование / устный опрос;

- разноуровневые задачи;
- подготовка к тестированию и тестирование.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита отчетов по расчетной работе.

Образцы тестовых заданий, заданий расчетных работ, 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>  |
|------------------------|---|
| ПК-2                   | способность разрабатывать концепции обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности зданий, строений и сооружений  |
| ПК-3                   | способность к определению потенциал энергосбережения и повышения энергетической эффективности при проведении энергосервисных мероприятий на объектах капитального строительства |

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).

**ПК-2 - способность разрабатывать концепции обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности зданий, строений и сооружений**

| Показатель   | Критерии оценивания   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
|  | Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено) или отсутствие сформированности компетенции   | Оценка «удовлетворительно» (зачтено) или низкой уровень освоения компетенции  | Оценка «хорошо» (зачтено) или повышенный уровень освоения компетенции   | Оценка «отлично» (зачтено) или высокий уровень освоения компетенции   |
| <b>знать:</b><br>цели и задачи исследования;<br>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.<br>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: цели и задачи исследования; способы выбора и создания критериев оценки, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | 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. |
| <b>уметь:</b><br>формулировать цели и задачи исследования;<br>выявлять                     | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет формулировать цели   | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих   | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие  | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих   |

|   |   |   |  |  |
|---|---|---|--|--|
| <p>приоритеты решения задач; выбирать и создавать критерии оценки</p> | <p>и задачи исследования; выявлять приоритеты решения задач; выбирать и создавать критерии оценки</p>         | <p>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 затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p> | <p>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.</p> | <p>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> |
| <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</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</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>                       |



|   |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
|   |   | значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.   | аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.   |  |
| <b>ПК-3 – способность к определению потенциал энергосбережения и повышения энергетической эффективности при проведении энергосервисных мероприятий на объектах капитального строительства</b> |   |  |  |  |
| <b>знать:</b><br>Основные методы модернизации технологического оборудования   | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний:<br>Основные методы модернизации технологического оборудования                      | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний:<br>Основные методы модернизации технологического оборудования.<br>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний:<br>Основные методы модернизации технологического оборудования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:<br>Основные методы модернизации технологического оборудования, свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| <b>уметь:</b><br>Формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования и систем, выполнять   | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования и систем, | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений:<br>формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией  | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений:<br>Формулировать задания на разработку проектных решений,   | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений:<br>Формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией                        |

|   |  |   |  |   |
|---|--|---|--|---|
| <p>проектные расчеты</p>  | <p>выполнять проектные расчеты</p>   | <p>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.</p>  | <p>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.</p>                   | <p>технологического оборудования и систем, выполнять проектные расчеты. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>  |
| <p><b>владеть:</b><br/>Методами улучшения эксплуатационных характеристик энергетического оборудования и систем, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов</p> | <p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами улучшения эксплуатационных характеристик энергетического оборудования и систем, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов</p> | <p>Обучающийся владеет методами улучшения эксплуатационных характеристик энергетического оборудования и систем, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает</p> | <p>Обучающийся частично владеет методами улучшения эксплуатационных характеристик энергетического оборудования и систем, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитически</p> | <p>Обучающийся в полном объеме владеет методами улучшения эксплуатационных характеристик энергетического оборудования и систем, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p> |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  | значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | х операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. |  |
|--|--|--|--|--|

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена 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 «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».,

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Перспективные направления развития энергетики» (прошли промежуточный контроль, выполнили весь объем лабораторных работ, выступили с докладом на семинарском занятии)

| Шкала оценивания  | Описание  |
|-------------------|---|
| Отлично           | 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. |
| Хорошо            | Студент показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует категориальным аппаратом. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно.   |
| Удовлетворительно | Студент показывает знание основного лекционного и практического материала. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Студент испытывает затруднения при приведении практических примеров.   |

|                     |   |
|---------------------|---|
| Неудовлетворительно | 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. Освоение низкопотенциального геотермального тепла [Электронный ресурс]: монография — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2012. — 280 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. Алхасов А.Б. Возобновляемая энергетика [Электронный ресурс]: монография — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2010. — 256 с.

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

5. Петренко Ю.Н. Программное управление технологическими комплексами в энергетике [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.Н. Петренко, С.О. Новиков, А.А. Гончаров. — Электрон. дан. — Минск: "Вышэйшая школа", 2013. — 407 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. Пилипенко Н.В. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности инженерных систем и сетей [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.В. Пилипенко, И.А. Сиваков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. — 274 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.

5. Мархоцкий Я.Л. Основы экологии и энергосбережения [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Минск: "Вышэйшая школа", 2014. — 287 с.

6. Титков В.В. Компьютерные технологии. Comsol Multiphysics в задачах энергетики [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Титков, Э.И. Янчус. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: СПбГПУ, 2012. — 184 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»).

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 теплопроводности 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 «Перспективные направления развития энергетики» имеет своей целью ознакомить студентов с достижениями в области прикладной теплоэнергетики и теоретической теплотехники, добиться уяснения ими основных задач и методов использования перспективных технологий при проектировании, моделировании 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».

#### Авторы

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

Л.А. Марюшин

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 «Перспективные направления развития энергетики» 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 |  |
|        | Пятый семестр  | 5       |                 |   |     |     |     |     |                                       |      |     |         |     |                  |   |  |
| Тема 1 | <b>Лекция</b>  | 5       | 1               | 2   |     |     | 6   |     |                                       |      |     |         |     |                  |   |  |
|        | Семинарское занятие <b>Выдача задания на реферат</b> | 5       | 1               |   | 2   |     | 6   |     |                                       |      |     |         |     |                  |   |  |
| Тема 2 | <b>Лекция</b>  | 5       | 2-3             | 2   |     |     | 8   |     |                                       |      |     |         |     |                  |   |  |
|        | Семинарское занятие                                  | 5       | 2               |   | 4   |     | 8   |     |                                       |      |     |         |     |                  |   |  |
| Тема 3 | <b>Лекция</b>  | 5       | 4               | 2   |     |     | 8   |     |                                       |      |     |         |     |                  |   |  |
|        | Семинарское занятие                                  | 5       | 4               |   | 4   |     | 10  |     |                                       |      |     |         |     |                  |   |  |
| Тема 4 | <b>Лекция</b>  | 5       | 5-6             | 4   |     |     | 8   |     |                                       |      |     |         |     |                  |   |  |
|        | Семинарское занятие                                  | 5       | 5               |   | 5   |     | 10  |     |                                       |      |     |         |     |                  |   |  |
| Тема 5 | <b>Лекция</b>  | 5       | 7               | 4   |     |     | 8   |     |                                       |      |     |         |     |                  |   |  |
|        | Семинарское занятие                                  | 5       | 7               |   | 6   |     | 10  |     |                                       |      |     |         |     |                  |   |  |
| Тема 6 | <b>Лекция</b>  | 5       | 8-9             | 4   |     |     | 8   |     |                                       |      |     |         |     |                  |   |  |
|        | Семинарское занятие. <b>Сдача реферата</b>           | 5       | 8               |   | 6   |     | 9   |     |                                       |      |     |         |     |                  |   |  |
|        | Форма аттестации                                     | 5       | 9               |   |     |     |     |     |                                       |      |     |         |     | Э                |   |  |
|        | Всего часов по дисциплине в четвертом семестре       | 5       |                 |   |     |     | 99  | 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**

**«Перспективные направления развития энергетики»**

**Паспорт фонда оценочных средств**

| <b>Перспективные направления развития энергетики</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>  |   |  |                                     |   |
| ПК-2   | способность разрабатывать концепции обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности зданий, строений и сооружений | Знать: цели и задачи исследования; способы выбора и создания критериев оценки | Лекция, семинарские занятия, решение ситуационных задач, СРС | Экзамен, реферат, контрольный опрос | Базовый уровень: способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки.<br>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 |

|      |  |  |   |   |   |
|------|--|--|---|---|---|
| ПК-3 | <p>способность к определению потенциал энергосбережения и повышения энергетической эффективности при проведении энергосервисных мероприятий на объектах капитального строительства</p> | <p>Знать: основные методы монтажа и модернизации технологического оборудования</p> | <p>Лекция, семинарские занятия, решение ситуационных задач, СРС</p> | <p>Экзамен, тестирование, контрольный опрос</p> | <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**

1. Расчет газотурбинной установки.
2. Расчет параметров энергетических установок с учетом оптимизации теплообмена.
3. Расчет циклов паросиловых установок. Определение относительного КПД.
4. Расчет параметров энергоблока ТЭС.
5. Расчет параметров цикла ПТУ с регенерацией.
6. Расчет модернизированной рекуперативной теплообменной установки.

**Вопросы для самостоятельного изучения**

1. Перспективы развития мировой энергетики.
2. Стратегия развития энергетики.
3. Децентрализованная энергетика. Перспективы развития в РФ.
4. Интеграция энергетики РФ с другими энергообъединениями в Европе и Азии.
5. Снижение вредного воздействия энергетики на окружающую среду.
6. Способы и технологии получения и преобразования энергии.
7. Программа «Wind Force 10».
8. Стоимости электроэнергии на электростанциях различного вида и на разных топливах.
9. Зоны (области) экономической, экологической и социальной эффективности использования ВИЭ в России.
10. Обеспечение гарантийного минимума энергоснабжения в зонах неустойчивого централизованного энергоснабжения.
11. Предотвращение ущербов от аварийных и ограничительных отключений.

**Примеры задач для семинарских занятий**

**Задача 1.** Паросиловая установка, работающая по циклу Ренкина, имеет параметры пара на входе в турбину:  $p = 60$  бар,  $t = 500$  °С. Давление в конденсаторе установки  $p_k = 0,04$  бар. Определить к.п.д. цикла и степень сухости пара на выходе из турбины. Найти термический к.п.д. установки при ее использовании для совместной выработки электрической и тепловой энергии в случае, когда давление пара на выходе из турбины составляет 2 бара.

**Задача 2.** В паросиловой установке параметры пара на входе в турбину:  $p = 110$  бар, температура пара  $t_n = 500$  °С, используется промежуточный перегрев пара при давлении  $p_{пер} = 30$  бар до той же температуры. Давление пара в конденсаторе  $p_k = 0,04$  бара. Найти термический к.п.д. цикла и параметры состояния пара на выходе из турбины низкого давления.

**Задача 3.** На заводской теплоэлектроцентрали установлены две паровые турбины с противодавлением, мощностью по 4 МВт каждая. Весь пар после турбин направляется на теплоснабжения производственного оборудования и возвращается в котельную в виде конденсата при температуре насыщения. Параметры пара на входе в турбины: давление  $p = 35$  бар, температура  $t_n = 435$  °С. Давление пара, направляемого на производство  $p_{пр} = 1,2$  бара. Считая, что установка работает по циклу Ренкина, определить часовой расход топлива, если к.п.д. котельной  $\eta = 84\%$ , а низшая теплота сгорания топлива 28470 кДж/кг.

**Задача 4.** Параметры воздуха на входе в сушильную машину  $t_0 = 25$  °С,  $\phi_0 = 70\%$ , а на выходе из нее  $t_2 = 85$  °С,  $\phi_2 = 20\%$ . Производительность машины по испаренной влаге 0.15 кг/с. Определить тепловой поток, расходуемый на разогревание свежего воздуха.

**Задача 5.** В прямоточном рекуператоре происходит подогревание воздуха, расход которого 3 кг/с, от температуры 15 °С до 180 °С. Греющий теплоноситель - дымовые газы при этом охлаждаются с 450 °С до 250 °С. Начальная относительная влажность воздуха 60%. Определить площадь поверхности теплообмена, если:  $\alpha_1 = 60$  Вт/(м<sup>2</sup>К),  $\alpha_2 = 20$  Вт/(м<sup>2</sup>К),  $\lambda = 50$  Вт/(м К),  $\delta = 2$  мм.

**Задача 6.** Жидкостной аккумулятор тепла закрытого типа со встроенным рекуператором имеет корпус массой  $m = 700$  кг. Удельная теплоемкость материала корпуса  $\lambda = 0,5$  кДж/(кг·К). В полости аппарата находится 3500 кг воды. Найти площадь поверхности встроенного

рекуператора, обеспечивающего разогрев аппарата от начальной температуры  $20^{\circ}\text{C}$  до конечной –  $90^{\circ}\text{C}$  за 30 минут. Потерями тепла через стенки аппарата пренебречь. Коэффициент теплопередачи в теплообменнике принять равным  $900\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ . Греющий теплоноситель – отработавший пар давлением – 4 бар и степенью сухости  $x = 0,35$  охлаждается в данном теплоутилизационном устройстве до полной конденсации.

**Задача 7.** Определить параметры всех точек цикла и внутренний КПД ГТУ. Определить также внутренний КПД ГТУ при условии выключения системы регенерации. Рассчитать термический КПД ГТУ с регенерацией.

На рис. 1 представлена схема ГТУ с регенерацией, а также цикл в  $TS$ -диаграмме. Для этой установки известно:  $p_1 = 10^5\text{ Н}/\text{м}^2$ ;  $t_1 = 15^{\circ}\text{C}$ ;  $\beta = p_2/p_1 = 4,8$ ;  $t_3 = 780^{\circ}\text{C}$  Внутренние относительные КПД турбины и компрессора равны  $\eta_T = 0,85$  и  $\eta_K = 0,83$ . Регенерация предельная. Рабочее тело обладает свойствами воздуха, теплоемкость которого следует рассчитывать по молекулярно-кинетической теории.

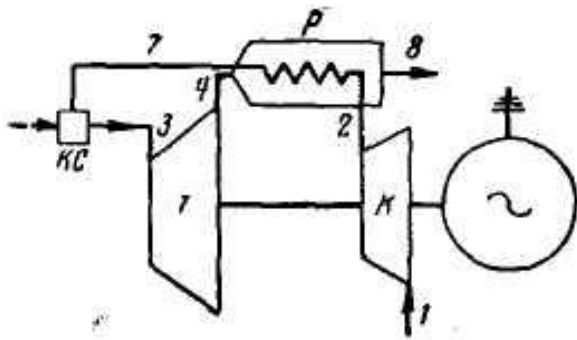


Рис. 1. Схема ГТУ с регенерацией

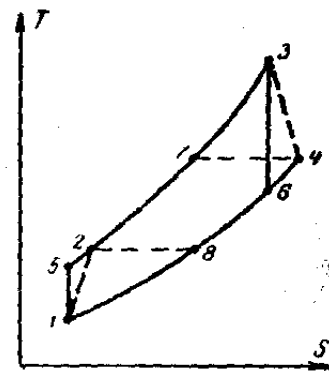


Рис. 2. Цикл ГТУ в  $TS$ -координатах

Решение:

Сначала необходимо рассчитать температуру в точках цикла:

$$T_5 := T_1 \cdot \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} = 450.851$$

$$t_5 := T_5 - 273.15 = 177.701$$

С помощью основной формулы для внутреннего относительного КПД компрессора  $\eta_K$  определяем температуру в т.2 ( $^{\circ}\text{C}$ ):

Температура  $T_6$  ( $^{\circ}\text{K}$ ) определяется:

$$T_6 := \frac{(T_3 \cdot T_1)}{T_5} = 672.648$$

$$t_2 := \frac{(t_5 - t_1)}{\eta_K} + t_1 = 211.025$$

$$t_6 := T_6 - 273.15 = 399.498$$

С помощью основной формулы для внутреннего относительного КПД турбины  $\eta_T$  определяем температуру в т.4 ( $^{\circ}\text{C}$ ):

$$t_4 := t_3 - \eta_T \cdot (t_3 - t_6) = 456.574$$

Термический КПД ГТУ с предельной регенерацией равен:

$$\eta_{t1} := \frac{[(t3 - t6) - (t5 - t1)]}{t3 - t6} = 0.572$$

Термический КПД ГТУ без регенерацией равен:

$$\eta_{t2} := \frac{[(t3 - t6) - (t5 - t1)]}{t3 - t5} = 0.362$$

Внутренний КПД ГТУ с предельной регенерацией равен:

$$\eta_{i1} := \frac{[(t3 - t4) - (t2 - t1)]}{t3 - t4} = 0.394$$

Внутренний КПД ГТУ без регенерацией равен:

$$\eta_{i2} := \frac{[(t3 - t4) - (t2 - t1)]}{t3 - t2} = 0.224$$

Расчет с использованием программы Mathcad



## Темы рефератов

1. Состояние и перспективы развития электроэнергетики РФ.
2. Определение оптимального соотношения между строительством новых и реконструкцией и модернизацией действующих электростанций.
3. Энергомашиностроительная отрасль России. Ее проблемы и перспективы развития.
4. Научные исследования и опытно-конструкторские работы (НИОКР) в сфере электроэнергетики и энергетического машиностроения.
5. Государственная научно-техническая программа «Экологически чистая энергетика».
6. Создание ПГУ большой и средней мощности.
7. Разработка энергоблоков на сверхкритические параметры пара.
8. Котлы с циркулирующим кипящим слоем под атмосферным или избыточным давлением и с внутрицикловой газификацией твердого топлива.
9. Причины отставания технического уровня российской энергетики от мировых достижений.
10. Создание независимого государственного фонда развития электроэнергетики.
11. Развитие энергосистем России.
12. План ГОЭЛРО (1920-1935).
13. Региональные особенности электроэнергетики.
14. Современная производственная структура энергетики России.
15. Экономическая характеристика мировой энергетики. Общая характеристика.
16. Мировое производство и потребление электроэнергии.
17. Топливная промышленность мира.
18. Экономико-географические особенности размещения топливно-энергетической промышленности.
19. Производство и потребление энергии по регионам. Основные экспортно-импортные потоки.
20. Альтернативные источники энергии.

### Вопросы к экзамену

1. ТЭК России.
2. Электро- и теплоэнергетика энергетика - основа ТЭК.
3. Особенности энергетики как отрасли народного хозяйства (технико-экономический аспект).
4. История развития энергетики России.
5. Этапы создания ЕЭС России.
6. Эффективность ЕЭС России.
7. Необходимость реформирования энергетики (теория и практика).
8. Современная производственная структура энергетики (топливная база, производственная мощность, выработка видов энергии).
9. Особенности развития энергетики России.
10. Генерирующие энергетические компании
11. Принципы и структура формирования генерирующих компаний.
12. Типы электростанций на органическом топливе (КЭС, ТЭЦ).
13. Основные виды оборудования КЭС и ТЭЦ.
14. Принципы работы, технико-экономические характеристики оборудования КЭС и ТЭЦ.
15. Газотурбинные и парогазовые установки как основа инновационного развития тепловых электростанций.
16. Влияние вида топлива и режима нагрузок на технико-экономические характеристики электростанций.
17. Себестоимость электрической и тепловой энергии.
18. Структура себестоимости энергии.
19. Гидроэлектростанция.
20. Типы электростанций, режимы работы, технико-экономические характеристики.
21. Гидроаккумулирующие электрические станции.
22. АЭС. Принципы и режимы работы, перспективы развития.
23. Нетрадиционная энергетика.
24. Сетевые и сбытовые энергетические компании.
25. Федеральная сетевая компания.
26. Холдинг МРСК.
27. Сбытовые компании (гарантирующие поставщики и независимые компании).
28. Оптовый и розничные рынки тепловой и электрической энергии и мощности.
29. Конкуренция в энергетике (особенности, возможности и ограничения).
30. Инфраструктура рынка энергоресурсов.
31. АТС, ЦФР, СО – ЦДУ ЕЭС.

32. Особенности функционирования рынка энергоресурсов.
33. Правила работы рынка энергоресурсов в РФ.
34. Система рынков: «на сутки вперед», балансирующий, мощности, резервов, сервисных услуг.
35. Рынок тепла.
36. Государственное регулирование рынков энергоресурсов.
37. Тарифы, тарифообразование.
38. Российская модель рынка энергоресурсов и ее сравнения с моделями зарубежных стран.
39. Перспективы развития рынков энергоресурсов.
40. Инновационные технологии, энергоэффективность и энергосбережение.
41. Инновации в производстве, передаче, распределении и потреблении энергии, в т.ч. за рубежом.
42. Общие понятия энергоэффективности.
43. Перспективы и проблемы энергоэффективности.
44. Общие понятия энергосбережения. Перспективы и проблемы.
45. Электроэнергетическая отрасль, ее миссия и роль в экономике страны.
46. Экономика энергетических компаний.
47. Понятие электроэнергетических систем, иерархия энергообъединений и эффективность их создания.
48. Топливоснабжение ТЭС, виды и структура потребляемого топлива.
49. Влияние качественных характеристик топлива на технико-экономические показатели ТЭС.
50. Техничко-экономические проблемы топливоснабжения ТЭС.