

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Цифровое проектирование объектов энергетики

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СИСТЕМАХ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

|  |  |
|--|--|
| <b>Блок:</b>   | Блок 1 «Дисциплины (модули)»                             |
| <b>Часть образовательной программы:</b>  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>   | Б1.Ч.01.02.01  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>   | 1 семестр - 5;   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>  | 180 часов  |
| <b>Лекции</b>  | 1 семестр - 32 часа;                                     |
| <b>Практические занятия</b>  | 1 семестр - 32 часа;                                     |
| <b>Лабораторные работы</b>   | не предусмотрено учебным планом                          |
| <b>Консультации</b>  | 1 семестр - 2 часа;                                      |
| <b>Самостоятельная работа</b>  | 1 семестр - 113,5 часов;                                 |
| <b>в том числе на КП/КР</b>  | не предусмотрено учебным планом                          |
| <b>Иная контактная работа</b>  | проводится в рамках часов аудиторных занятий             |
| <b>включая:</b><br>Контрольная работа<br>Расчетно-графическая работа<br>Проверочная работа |  |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>   |  |
| <b>Экзамен</b>   | 1 семестр - 0,5 часа;                                    |

**Москва 2026**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

---

|   |  |                             |
|---|--|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|   | Владелец   | Макеев А.Н.                 |
|   | Идентификатор                                      | Rde963724-MakeevAN-d54bbff2 |

А.Н. Макеев

---

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

---

|   |  |                             |
|---|--|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|   | Владелец   | Геллер Ю.А.                 |
|   | Идентификатор                                      | Rd15fd2d3-GellerYA-54f8e43b |

Ю.А. Геллер

---

Заведующий выпускающей  
кафедрой

---

|   |  |                                |
|---|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|   | Владелец   | Шацких Ю.В.                    |
|   | Идентификатор                                      | R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f |

Ю.В. Шацких

---

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение возобновляемых углеводородных ресурсов (ВУР) и способов их использования в системах распределенной энергетики..

### Задачи дисциплины

- Изучение видов и источников возобновляемых углеводородных ресурсов, способов их переработки и использования в системах распределенной энергетики.;
- Изучение принципов действия, конструкций, областей и возможностей применения энергетических установок, использующих возобновляемые углеводородные ресурсы.;
- Ознакомление с методами и оборудованием для экспериментального исследования физико-химических процессов, происходящих при термохимических методах конверсии возобновляемых углеводородных ресурсов..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Запланированные результаты обучения   |
|---|--|---|
| ПК-5 Способность участвовать в принятии технологических и проектных решений при проектировании объектов профессиональной деятельности | ИД-5 <sub>ПК-5</sub> Знает современные технологии использования возобновляемых источников энергии и вторичных энергоресурсов | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- существующие проблемы и решения в области использования ВУР в распределенной энергетике (ПК-2.1);</li><li>- конструкции и характеристики установок на базе ВУР, технологические схемы, показатели эффективности, методы их расчета и анализа (ПК-2.1);</li><li>- основные физико-химические процессы, происходящие в устройствах по получению биотоплива (ПК-2.1);</li><li>- классификацию источников энергии, роль и место распределенной энергетики в мировом энергетическом балансе (ПК-2.1).</li></ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- определять энергетический потенциал и другие теплотехнические характеристики ВУР (ПК-2.2);</li><li>- выполнять расчеты, связанные с проектированием устройств, использующих ВУР.</li></ul> |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Цифровое проектирование объектов энергетики (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Высшая математика», «Физика», «Химия», «Информационные технологии» в объеме программы бакалавриата.

- знать основы дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных, аналитической геометрии и линейной алгебры, теории обыкновенных дифференциальных уравнений, основы численных методов

- знать основные законы физики, законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты, термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в энергетических установках

- уметь использовать математический аппарат и информационные технологии при изучении дисциплин; строить математические модели физических явлений, химических процессов, экологических систем; анализировать результаты решения конкретных задач с целью построения более совершенных моделей

- уметь читать чертежи и схемы

- уметь проводить базовый анализ рабочих процессов в тепловых машинах, определять основные параметры их работы, показатели тепловой эффективности

- уметь оценивать экологические преимущества и эффективность внедрения типовых мероприятий и энергосберегающих технологий

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации           | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   | Содержание самостоятельной работы/ методические указания   |   |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|--|---|
|       |  |                       |         | Контактная работа  |     |    |              |   |     | СР |    |                   |                                   |  |   |
|       |  |                       |         | Лек  | Лаб | Пр | Консультация |   | ИКР |    | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль |  |   |
| КПР   | ГК   | ИККП                  | ТК      |  |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   |  |   |
| 1     | 2  | 3                     | 4       | 5  | 6   | 7  | 8            | 9 | 10  | 11 | 12 | 13                | 14                                | 15   |   |
| 1     | Распределенная энергетика  | 14                    | 1       | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 10                | -                                 | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b><br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], 5-78<br>[4], 5-25<br>[5], 39-55 |   |
| 1.1   | Распределенная энергетика  | 14                    |         | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 10                | -                                 |  |   |
| 2     | Свойства биомассы и методы ее переработки в энергетических целях | 60                    |         | 16   | -   | 16 | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 28                                | -  | <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> В соответствии с выданным на руки заданием, студенты, работая в группах по 2-3 человека, должны обработать результаты экспериментальных исследований свойств биомассы и рассчитать характеристики топлива.<br><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов лекций и решение задач, выданных в качестве домашнего задания перед контрольной. Эти задания аналогичны тем, которые необходимо выполнить в ходе контрольной работы. Половина академического часа на ближайшем практическом занятии посвящается разбору решения этих задач.<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 219-233<br>[2], 81-113<br>[6], 219-232 |
| 2.1   | Биомасса как энергоресурс  | 12                    |         | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 8                                 | -  |   |
| 2.2   | Свойства биомассы  | 26                    |         | 8  | -   | 8  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 10                                | -  |   |
| 2.3   | Методы конверсии биомассы  | 22                    | 6       | -  | 6   | -  | -            | - | -   | -  | -  | 10                | -                                 |  |   |

|     |   |              |           |          |           |          |          |          |          |            |              |             |   |
|-----|---|--------------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------|--------------|-------------|---|
| 3   | Энергетические установки, использующие биотопливо                           | 40           | 8         | -        | 8         | -        | -        | -        | -        | -          | 24           | -           | <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов лекций и решение задач, выданных в качестве домашнего задания перед контрольной. Эти задания аналогичны тем, которые необходимо выполнить в ходе контрольной работы. Половина академического часа на ближайшем практическом занятии посвящается разбору решения этих задач.<br><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> |
| 3.1 | Типы установок, работающих на биотопливе                                    | 12           | 2         | -        | 2         | -        | -        | -        | -        | -          | 8            | -           |   |
| 3.2 | Газопоршневые технологии в распределенной энергетике                        | 16           | 4         | -        | 4         | -        | -        | -        | -        | -          | 8            | -           |   |
| 3.3 | Газотурбинные технологии в распределенной энергетике                        | 12           | 2         | -        | 2         | -        | -        | -        | -        | -          | 8            | -           |   |
| 4   | Энергетическая эффективность в распределенной энергетике                    | 30           | 6         | -        | 6         | -        | -        | -        | -        | -          | 18           | -           | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b><br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br><br>[3], Глава 10   |
| 4.1 | Оптимизация состава оборудования и режимов работы энергетических комплексов | 10           | 2         | -        | 2         | -        | -        | -        | -        | -          | 6            | -           |   |
| 4.2 | Оптимизация передачи электроэнергии   | 10           | 2         | -        | 2         | -        | -        | -        | -        | -          | 6            | -           |   |
| 4.3 | Моделирование энергетических нагрузок                                       | 10           | 2         | -        | 2         | -        | -        | -        | -        | -          | 6            | -           |   |
|     | Экзамен   | 36.0         | -         | -        | -         | -        | 2        | -        | -        | 0.5        | -            | 33.5        |   |
|     | <b>Всего за семестр</b>   | <b>180.0</b> | <b>32</b> | <b>-</b> | <b>32</b> | <b>-</b> | <b>2</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>0.5</b> | <b>80</b>    | <b>33.5</b> |   |
|     | <b>Итого за семестр</b>   | <b>180.0</b> | <b>32</b> | <b>-</b> | <b>32</b> | <b>2</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>0.5</b> | <b>113.5</b> |             |   |

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Распределенная энергетика

#### 1.1. Распределенная энергетика

Возобновляемая энергетика. Виды возобновляемых источников энергии, их достоинства и недостатки. Основные предпосылки для развития распределенной энергетики в РФ. Ресурсная база распределенной энергетики в РФ. Роль и способы резервирования и аккумулирования для возобновляемой энергетики..

### 2. Свойства биомассы и методы ее переработки в энергетических целях

#### 2.1. Биомасса как энергоресурс

Виды биомассы. Возможности ее использования в энергетике. Достоинства и недостатки биомассы как энергоресурса. Состав растительной биомассы. Характеристики ее основных составляющих..

#### 2.2. Свойства биомассы

Свойства биомассы. Технический и элементный анализ. Способы представления характеристик биомассы. Теплота сгорания топлива и методы ее определения. Диаграммы Ван Кревелена и Тернера. Физические принципы измерения температуры и давления. Принцип работы газового хроматографа. Термогравиметрический анализ и его возможности. Принцип работы калориметра сжигания..

#### 2.3. Методы конверсии биомассы

Показатели, характеризующие процесс конверсии. Использование биомассы в качестве твердого топлива. Достоинства и недостатки. Пиролиз биомассы. Виды пиролиза и целевые продукты. Кинетические модели, используемые для описания термической деструкции биомассы, их достоинства и недостатки. Газификация биомассы. Основные типы реакций при газификации. Типы газификаторов. Влияние типа газификатора и газифицирующего агента на свойства получаемого газа. Принцип работы противоточного газогенератора (прямой процесс). Принцип работы прямоточного газогенератора (обращенный процесс). Принцип работы газогенератора с псевдооживленным кипящим и циркулирующим слоем. Двухстадийная пиролитическая конверсия биомассы. Торрефикация. Зависимость характеристик торрефицированного биотоплива от режимных параметров процесса. Типы реакторов торрефикации, их достоинства и недостатки. Технологии получения биоугля, их сопоставление по выходу конечного продукта. Гидротермальная карбонизация. Достоинства и недостатки. Виды жидкого топлива из биомассы, способы его получения и области применения..

### 3. Энергетические установки, использующие биотопливо

#### 3.1. Типы установок, работающих на биотопливе

Типы установок, работающих за счет сжигания топлива. Установки со внутренним и внешним сгоранием. Сфера применения и возможность использования биотоплива..

#### 3.2. Газопоршневые технологии в распределенной энергетике

Газопоршневые электроагрегаты, достоинства и недостатки. Основные области применения газопоршневых технологий. Типы газовых двигателей, особенности организации рабочего процесса в газовых двигателях разных типов. Факторы, влияющие на энергетические и экономические показатели газового двигателя. Газомоторные топлива,

проблемы использования водорода в качестве газомоторного топлива. Циклы газопоршневых установок..

### 3.3. Газотурбинные технологии в распределенной энергетике

Газотурбинные электроагрегаты, достоинства и недостатки. Основные области применения газотурбинных технологий. Типы газовых турбин. Факторы, влияющие на энергетические и экономические показатели газовой турбины. Возможности использования водорода в качестве топлива для ГТУ. Циклы газотурбинных установок..

## 4. Энергетическая эффективность в распределенной энергетике

### 4.1. Оптимизация состава оборудования и режимов работы энергетических комплексов

Обобщенная математическая модель энергетического комплекса. Критерии эффективности работы энергетических комплексов. Типы оптимизационных задач, решаемых применительно к малой распределенной энергетике. Целевая функция оптимизации..

### 4.2. Оптимизация передачи электроэнергии

Проблема оптимизации производства и транспортировки электроэнергии в распределительных сетях. Концепции умной энергосети (smart grid) и виртуальной электростанции (virtual power plant). Оптимизация структуры сети при объединении объектов малой энергетики в распределительную сеть..

### 4.3. Моделирование энергетических нагрузок

Проблема моделирования энергетических нагрузок. Существующие подходы к моделированию электрических нагрузок. Электрические нагрузки коммунальных потребителей. Применение искусственных нейронных сетей для моделирования электрических нагрузок. Проблемы и преимущества метода..

## **3.3. Темы практических занятий**

1. 16. Контрольное занятие №4. Тестирование по теме "Энергетическая эффективность в распределенной энергетике".;
2. 15. Критерии эффективности схемных решений. Анализ энергетических и массовых потоков. Задачи оптимизации схем энергетических комплексов. Моделирование энергетических нагрузок.;
3. 1. Роль и место распределенной энергетики в мире и РФ. Потенциал энергоресурсов.;
4. 12. Контрольное занятие №3. Защита расчетных работ по теме "Экспериментальные исследования свойств биомассы".;
5. 2. Свойства биомассы. Технический и элементный анализ. Способы представления характеристик биомассы.;
6. 5. Технологии получения биогаза.;
7. 8. Контрольное занятие №2. Контрольная работа по теме "Энергетические установки, использующие биотопливо".;
8. 14. Основные тренды в развитии распределенной энергетики. Многофункциональные энерготехнологические комплексы, преимущества комбинированных технологий.;
9. 9. Экспериментальные методы исследования биомассы и процессов, протекающих про ее переработку, а также свойств конечный продуктов.;
10. 10. Термогравиметрический анализ биомассы. Калориметрия.;
11. 11. Элементный анализ биомассы. Двухстадийная пиролизическая конверсия.;
12. 3. Методы использования биомассы в энергетике, технологии конверсии биомассы

и показатели их эффективности.;

13. 13. Производство жидких топлив из биомассы.;

14. 6. Технологии получения электроэнергии при сжигании биомассы. Газотурбинные установки.;

15. 4. Контрольное занятие №1. Контрольная работа по теме "Свойства биомассы".;

16. 7. Технологии получения электроэнергии при сжигании биомассы. Газопоршневые установки.;

17. 14. Основные тренды в развитии распределенной энергетики.

Многофункциональные энерготехнологические комплексы, преимущества комбинированных технологий..

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### *Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)*

1. Один академический час посвящается консультации по написанию расчетного задания и обработке результатов экспериментов, выданных студентам.

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 1)  | Коды индикаторов     | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) |   |   |   | Оценочное средство (тип и наименование)   |
|---|----------------------|---|---|---|---|---|
|   |                      | 1   | 2 | 3 | 4 |   |
| <b>Знать:</b>   |                      |   |   |   |   |   |
| классификацию источников энергии, роль и место распределенной энергетики в мировом энергетическом балансе (ПК-2.1)                        | ИД-5 <sub>ПК-5</sub> | +   |   |   |   | Проверочная работа/Энергетическая эффективность в распределенной энергетике   |
| основные физико-химические процессы, происходящие в устройствах по получению биотоплива (ПК-2.1)  | ИД-5 <sub>ПК-5</sub> |   | + |   |   | Контрольная работа/Свойства биомассы  |
| конструкции и характеристики установок на базе ВУР, технологические схемы, показатели эффективности, методы их расчета и анализа (ПК-2.1) | ИД-5 <sub>ПК-5</sub> |   |   | + |   | Контрольная работа/Энергетические установки, использующие биотопливо  |
| существующие проблемы и решения в области использования ВУР в распределенной энергетике (ПК-2.1)  | ИД-5 <sub>ПК-5</sub> | +   |   |   | + | Проверочная работа/Энергетическая эффективность в распределенной энергетике   |
| <b>Уметь:</b>   |                      |   |   |   |   |   |
| выполнять расчеты, связанные с проектированием устройств, использующих ВУР  | ИД-5 <sub>ПК-5</sub> |   | + | + |   | Контрольная работа/Энергетические установки, использующие биотопливо  |
| определять энергетический потенциал и другие теплотехнические характеристики ВУР (ПК-2.2)   | ИД-5 <sub>ПК-5</sub> |   | + |   |   | Контрольная работа/Свойства биомассы<br>Расчетно-графическая работа/Экспериментальные исследования свойств биомассы |

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Экспериментальные исследования свойств биомассы (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Свойства биомассы (Контрольная работа)
2. Энергетическая эффективность в распределенной энергетике (Проверочная работа)
3. Энергетические установки, использующие биотопливо (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### *Экзамен (Семестр №1)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Лещинская, Т. Б. Оптимизация систем электроснабжения ( в примерах и иллюстрациях) : Учебное пособие по курсу "Оптимизация систем электроснабжения" по специальности "Электроснабжение" / Т. Б. Лещинская, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Изд-во МЭИ, 2002. – 52 с. – ISBN 5-7046-0746-2.;
2. Семенов, Н. А. Вторичные энергоресурсы промышленности и энерготехнологическое комбинирование / Н. А. Семенов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергия, 1968. – 296 с.;
3. Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей : учебник для вузов по специальности "Двигатели внутреннего сгорания" / В. П. Алексеев, [и др.] ; Ред. А. С. Орлин, М. Г. Круглов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1990. – 288 с.;
4. Алхасов, А. Б. Возобновляемая энергетика / А. Б. Алхасов ; Ред. В. Е. Фортов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Физматлит, 2012. – 256 с. – ISBN 978-5-9221-1244-4.;
5. Земсков, В. И. Возобновляемые источники энергии в АПК : учебное пособие для вузов по направлению "Агроинженерия\* / В. И. Земсков. – СПб. : Лань-Пресс, 2014. – 368 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-1647-9.;
6. Алхасов А.Б.- "Возобновляемые источники энергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2016 <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009604.html>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;

3. SmathStudio.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
3. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения   | Номер аудитории, наименование  | Оснащение  |
|---|--|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс | рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный  |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс | рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный  |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации               | В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс | рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный  |
| Помещения для самостоятельной работы                                    | НТБ-303, Лекционная аудитория  | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер               |
| Помещения для консультирования  | В-209/7, Кабинет сотрудников каф. "ТОТ"  | кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер  |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря                | В-417, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ТОТ"  | кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | многофункциональный центр,<br>компьютер персональный, принтер,<br>кондиционер |
|--|--|---|

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Возобновляемые углеводородные ресурсы и их использование в системах распределенной энергетики

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Свойства биомассы (Контрольная работа)
- КМ-2 Энергетические установки, использующие биотопливо (Контрольная работа)
- КМ-3 Экспериментальные исследования свойств биомассы (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Энергетическая эффективность в распределенной энергетике (Проверочная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины   | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
|               |   | Неделя КМ: | 4    | 8    | 12   | 16   |
| 1             | Распределенная энергетика   |            |      |      |      |      |
| 1.1           | Распределенная энергетика   |            |      |      |      | +    |
| 2             | Свойства биомассы и методы ее переработки в энергетических целях            |            |      |      |      |      |
| 2.1           | Биомасса как энергоресурс   |            | +    |      | +    |      |
| 2.2           | Свойства биомассы   |            | +    | +    | +    |      |
| 2.3           | Методы конверсии биомассы   |            | +    |      | +    |      |
| 3             | Энергетические установки, использующие биотопливо                           |            |      |      |      |      |
| 3.1           | Типы установок, работающих на биотопливе                                    |            |      | +    |      |      |
| 3.2           | Газопоршневые технологии в распределенной энергетике                        |            |      | +    |      |      |
| 3.3           | Газотурбинные технологии в распределенной энергетике                        |            |      | +    |      |      |
| 4             | Энергетическая эффективность в распределенной энергетике                    |            |      |      |      |      |
| 4.1           | Оптимизация состава оборудования и режимов работы энергетических комплексов |            |      |      |      | +    |
| 4.2           | Оптимизация передачи электроэнергии   |            |      |      |      | +    |
| 4.3           | Моделирование энергетических нагрузок                                       |            |      |      |      | +    |
| Вес КМ, %:    |   |            | 25   | 20   | 20   | 35   |

