

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Автономные энергетические системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.09.05 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 7 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 7 семестр - 16 часов; |
| Практические занятия | 7 семестр - 32 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 7 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 7 семестр - 93,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: | |
| Контрольная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 7 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|---|-----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Блинов Д.В. |
| | Идентификатор | R07cd0a36-BlinovDV-2a7575e4 |

(подпись)

Д.В. Блинов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|---|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Ланская И.И. |
| | Идентификатор | R3db6324d-Lanskyall-6f410db9 |

(подпись)

И.И. Ланская

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|---|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Кулешов Н.В. |
| | Идентификатор | Re9c42de9-KuleshovNV-bc390ed6 |

(подпись)

Н.В. Кулешов

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение электрохимических и тепломассообменных процессов в электрохимических энергоустановках, приобретение навыков поиска и анализа исходных данных для разработки энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией, освоение типовых методик расчета, приобретение навыков эксплуатации технологического оборудования с использованием стандартных средств в соответствии с техническим заданием

Задачи дисциплины

- изучение составных элементов электрохимических энергоустановок;
- изучение процессов, протекающих в электрохимических энергоустановках;
- изучение процессов изготовления элементов электрохимических энергоустановок и возможностей энергосбережения при изготовлении и эксплуатации;
- овладение методиками расчетов, анализа процессов и выбора оптимальных решений.

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-2 Способен к организации технического и материального обеспечения эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов | ИД-1 _{ПК-2} обосновывает потребности в техническом и материальном обеспечении эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов | знать: - параметры и проблемы электрохимических установок и их подсистем, основные виды потерь энергии в электрохимических энергоустановках и способы их уменьшения, законы и методы оптимизации электрохимических процессов и установок. уметь: - проводить расчеты основных параметров, сравнение и выбор с технико-экономической точки зрения оптимальных способов получения, хранения и транспорта водорода. |
| ПК-2 Способен к организации технического и материального обеспечения эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов | ИД-2 _{ПК-2} осуществляет контроль норм расхода всех видов энергоресурсов автономных энергетических систем и их элементов | знать: - методики сравнительного термодинамического анализа электрохимических установок, составления обобщенных технологических схем электрохимических установок и их компонентов, методами оптимизации электрохимических установок и их узлов. уметь: - проводить материальные, тепловые, гидравлические расчеты топливных элементов и электролизеров, проводить расчеты и анализ по оптимизации их эксплуатационных параметров, |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--------------------------------|--|--|
| | | определять эффективность (энергетический и эксергетический КПД) электрохимических установок и их узлов.. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автономные энергетические системы (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать «Химия», «Физика», Физическая химия
- уметь фундаментальные представления о физико-химических процессах

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

| № 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 | Общие сведения об электрохимических процессах и системах. Электрохимические процессы и электрохимические системы. Основные компоненты электрохимических систем и их характеристики. Термодинамические характеристики электрохимических систем и их расчет. | 22 | 7 | 4 | - | 6 | - | - | - | - | - | 12 | - | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Общие сведения об электрохимических процессах и системах. Электрохимические процессы и электрохимические системы. Основные компоненты электрохимических систем и их характеристики. Термодинамические характеристики электрохимических систем и их расчет." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие сведения об электрохимических процессах и системах. Электрохимические процессы и электрохимические системы. Основные компоненты электрохимических систем и их характеристики. Термодинамические характеристики электрохимических систем и их расчет."</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 9-26, 42-77 [3], стр. 6-16, стр. 16-24, стр. 53-83 [4], стр. 411-416, стр. 223-240 [5], стр. 386-398</p> |
| 1.1 | Общие сведения об электрохимических процессах и системах. Электрохимические процессы и электрохимические системы. Основные компоненты электрохимических систем и их характеристики. Термодинамические характеристики | 22 | | 4 | - | 6 | - | - | - | - | - | 12 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|---|---|----|---|---|---|---|---|----|---|---|
| | электрохимических систем и их расчет. | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Сбор и анализ исходных данных для проектирования установок электрохимической технологии и их элементов в соответствии с нормативной документацией оборудования электрохимических энергоустановок на основе. топливных элементов. Расчеты тепломассопереноса | 32 | 4 | - | 10 | - | - | - | - | - | 18 | - | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Сбор и анализ исходных данных для проектирования установок электрохимической технологии и их элементов в соответствии с нормативной документацией оборудования электрохимических энергоустановок на основе. топливных элементов. Расчеты тепломассопереноса" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Сбор и анализ исходных данных для проектирования установок электрохимической технологии и их элементов в соответствии с нормативной документацией оборудования электрохимических энергоустановок на основе. топливных элементов. Расчеты тепломассопереноса"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 15-20, стр. 20-24 [3], стр. 24-53, стр. 99-108 [4], стр. 223-240, 471-483</p> |
| 2.1 | Сбор и анализ исходных данных для проектирования установок электрохимической технологии и их элементов в соответствии с нормативной документацией оборудования электрохимических энергоустановок на основе. топливных элементов. Расчеты тепломассопереноса | 32 | 4 | - | 10 | - | - | - | - | - | 18 | - | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Эффективное использование топливно-энергетические ресурсы в электрохимических энергоустановках и в</p> |
| 3 | Эффективное использование топливно-энергетические ресурсы в | 32 | 4 | - | 10 | - | - | - | - | - | 18 | - | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Эффективное использование топливно-энергетические ресурсы в электрохимических энергоустановках и в</p> |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|-------|----|---|----|---|---|---|---|-----|------|------|---|
| | электрохимических энергоустановках и в водородной энергетике | | | | | | | | | | | | водородной энергетике" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях |
| 3.1 | Эффективное использование топливно-энергетические ресурсы в электрохимических энергоустановках и в водородной энергетике | 32 | 4 | - | 10 | - | - | - | - | - | 18 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Эффективное использование топливно-энергетические ресурсы в электрохимических энергоустановках и в водородной энергетике" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 227-245, стр. 150-157 [4], стр. 38-66, стр. 110-134 |
| 4 | Автоматизация проектирования установок электрохимической технологии в соответствии с техническим заданием | 22 | 4 | - | 6 | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Автоматизация проектирования установок электрохимической технологии в соответствии с техническим заданием" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях |
| 4.1 | Автоматизация проектирования установок электрохимической технологии в соответствии с техническим заданием | 22 | 4 | - | 6 | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Автоматизация проектирования установок электрохимической технологии в соответствии с техническим заданием" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр.108-260 |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 144.0 | 16 | - | 32 | - | 2 | - | - | 0.5 | 60 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 144.0 | 16 | - | 32 | 2 | - | - | - | 0.5 | 93.5 | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – 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. Общие сведения об электрохимических процессах и системах. Электрохимические процессы и электрохимические системы. Основные компоненты электрохимических систем и их характеристики. Термодинамические характеристики электрохимических систем и их расчет.

1.1. Общие сведения об электрохимических процессах и системах. Электрохимические процессы и электрохимические системы. Основные компоненты электрохимических систем и их характеристики. Термодинамические характеристики электрохимических систем и их расчет.

Электрохимические процессы и электрохимические системы. Основные компоненты электрохимических систем и их характеристики. Определение электрохимических процессов. Отличие электрохимических процессов от химических. Определение электрохимической системы. Основные компоненты электрохимической системы: электроды, электролит. Процессы, происходящие на границе раздела фаз. Понятие двойного электрического слоя. Понятие потенциала электрода. Параметры, влияющие на потенциал. Стандартный водородный электрод, водородная шкала потенциалов. Типы электродов, принципиальные особенности их конструкции. Пористые электроды. Типы электролитов, основные требования, предъявляемые к электролитам. Другие компоненты электрохимических систем: сепараторы, окислители и восстановители. Термодинамические характеристики электрохимических систем и их расчет. ЭДС электрохимической системы как ее основная термодинамическая характеристика. Способы расчета ЭДС. Факторы, влияющие на ЭДС. Термодинамический КПД электрохимической системы, принципы его расчета..

2. Сбор и анализ исходных данных для проектирования установок электрохимической технологии и их элементов в соответствии с нормативной документацией оборудования электрохимических энергоустановок на основе топливных элементов. Расчеты тепломассопереноса

2.1. Сбор и анализ исходных данных для проектирования установок электрохимической технологии и их элементов в соответствии с нормативной документацией оборудования электрохимических энергоустановок на основе топливных элементов. Расчеты тепломассопереноса

Топливный элемент как электрохимическая система. Основные составные части топливного элемента и их характеристика. Определение топливного элемента, его отличие от других химических источников тока. Классификация топливных элементов. Основные виды топлив и окислителей, используемых в топливных элементах. Понятие батареи топливных элементов, электрохимического генератора, электрохимической энергоустановки. Основные составные части топливного элемента: электроды, электролит. Электроды и электролиты, применяемые в различных типах топливных элементов: составные части, материалы, конструкция. Понятие эксергии. Эксергетический анализ и эксергетический баланс электрохимической энергоустановки и ее компонентов. Эксергетическая диаграмма топливного элемента, батареи топливных элементов, электрохимического генератора, электрохимической энергоустановки. КПД топливного элемента, батареи топливных элементов, электрохимического генератора, электрохимической энергоустановки. Основные виды потерь энергии в топливных элементах, методы их уменьшения. Потери на поляризацию и способы их уменьшения. Омические потери и способы их уменьшения. Потери на нецелевое использование топлива и способы их уменьшения. Потери на токи утечки и способы их уменьшения. Потери на собственные нужды и способы их уменьшения..

3. Эффективное использование топливно-энергетические ресурсы в электрохимических энергоустановках и в водородной энергетике

3.1. Эффективное использование топливно-энергетические ресурсы в электрохимических энергоустановках и в водородной энергетике

Электролизер как электрохимическая система. Основные составные части электролизеров и их характеристика. Определение электролизера, его принципиальное отличие от топливного элемента. Классификация электролизеров, основные типы электролизеров. Энергетические характеристики электролизеров. Особенности анодного и катодного процессов при электролизе. Основные виды потерь энергии в электролизерах, методы их уменьшения. Потери энергии в электролизере. КПД электролизера. Разделительные диафрагмы щелочных электролизеров. Аноды и катоды щелочных электролизеров. Электролизеры с твердополимерным электролитом. Высокотемпературные электролизеры..

4. Автоматизация проектирования установок электрохимической технологии в соответствии с техническим заданием

4.1. Автоматизация проектирования установок электрохимической технологии в соответствии с техническим заданием

Основные процессы получения водорода, их энергетические, экологические и экономические характеристики. Оптимизация процессов получения водорода, повышение их энергетической эффективности. Водород – высокоэффективное топливо будущего. Конверсия органических топлив и газификация углей как способы получения водорода. Уравнения процессов, энергетические и экологические характеристики. Термохимические циклы как способы получения водорода. Уравнения процессов, энергетические и экологические характеристики. Хранение водорода в газообразном и жидком виде. Преимущества и недостатки. Способы улучшения показателей. Способы хранения водорода, критерии выбора оптимального способа хранения водорода. Связанное хранение водорода (гидриды металлов, интерметаллидов, жидкие гидриды, углеродные наноматериалы). Преимущества и недостатки. Способы улучшения показателей. Использование водорода в ДВС как способ повышения их энергоэффективности. Водород в ДВС. Основные принципы работы ДВС, особенности использования водорода в данных установках. Характеристики ДВС при работе на традиционных видах топлива и на водороде. Способы увеличения эффективности процессов сжигания водорода в ДВС..

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет потенциалов электродов и ЭДС электрохимических систем. (4 часа);
2. Влияние температуры на ЭДС электрохимических систем. (2 часа);
3. Расчет термодинамического КПД электрохимических систем. (2 часа);
4. Закон Фарадея. (2 часа);
5. Расчет удельной энергии электрохимических систем. (2 часа);
6. Расчет основных характеристик топливного элемента. (2 часа);
7. Расчет эксергии веществ. (2 часа);
8. Расчет эксергетического КПД топливных элементов. (2 часа);
9. Расчет затрат энергии в электролизерах. (2 часа);
10. Расчет эксергетического КПД электролизера. (2 часа);
11. Хранение водорода. Расчет системы водородного аккумулирования энергии. (4 часа);
12. Связанное хранение водорода. Преимущества и недостатки. Расчет металлгидридной системы. (2 часа);

13. Расчет параметров конверсии органических топлив. (2 часа);

14. Расчет параметров газификации угля. (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие сведения об электрохимических процессах и системах. Электрохимические процессы и электрохимические системы. Основные компоненты электрохимических систем и их характеристики. Термодинамические характеристики электрохимических систем и их расчет."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сбор и анализ исходных данных для проектирования установок электрохимической технологии и их элементов в соответствии с нормативной документацией оборудования электрохимических энергоустановок на основе топливных элементов. Расчеты тепломассопереноса"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Эффективное использование топливно-энергетические ресурсы в электрохимических энергоустановках и в водородной энергетике"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Автоматизация проектирования установок электрохимической технологии в соответствии с техническим заданием"

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 (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 | |
| Знать: | | | | | | |
| параметры и проблемы электрохимических установок и их подсистем, основные виды потерь энергии в электрохимических энергоустановках и способы их уменьшения, законы и методы оптимизации электрохимических процессов и установок | ИД-1ПК-2 | + | | | | Контрольная работа/Электрохимические процессы |
| методики сравнительного термодинамического анализа электрохимических установок, составления обобщенных технологических схем электрохимических установок и их компонентов, методами оптимизации электрохимических установок и их узлов | ИД-2ПК-2 | | + | | | Контрольная работа/Установки электрохимической технологии и их элементы-1 |
| Уметь: | | | | | | |
| проводить расчеты основных параметров, сравнение и выбор с технико-экономической точки зрения оптимальных способов получения, хранения и транспорта водорода | ИД-1ПК-2 | | | + | | Контрольная работа/Установки электрохимической технологии и их элементы-2 |
| проводить материальные, тепловые, гидравлические расчеты топливных элементов и электролизеров, проводить расчеты и анализ по оптимизации их эксплуатационных параметров, определять эффективность (энергетический и эксергетический КПД) электрохимических установок и их узлов. | ИД-2ПК-2 | | | | + | Контрольная работа/Расчет затрат электроэнергии в установках электрохимической технологии |

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчет затрат электроэнергии в установках электрохимической технологии (Контрольная работа)
2. Установки электрохимической технологии и их элементы-1 (Контрольная работа)
3. Установки электрохимической технологии и их элементы-2 (Контрольная работа)
4. Электрохимические процессы (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

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 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Багоцкий, В. С. Химические источники тока / В. С. Багоцкий, А. М. Скундин . – М. : Энергоиздат, 1981 . – 360 с.;
2. Кулешов, Н. В. Электрохимические технологии в водородной энергетике : учебное пособие по курсу "Водородная и электрохимическая энергетика" по направлению "Теплоэнергетика" / Н. В. Кулешов, С. А. Григорьев, В. Н. Фатеев, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 116 с. - ISBN 978-5-383-00069-4 .;
3. Коровин, Н. В. Топливные элементы и электрохимические энергоустановки / Н. В. Коровин . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 280 с. - ISBN 5-7046-1185-0 .;
4. Дамаскин, Б. Б. Основы теоретической электрохимии : учебное пособие для химических специальностей вузов / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий . – М. : Высшая школа, 1978 . – 239 с.;
5. Коровин Н. В., Кулешов Н. В., Гончарук О. Н., Камышова В. К., Ланская И. И., Мясникова Н. В., Осина М. А., Удрис Е. Я., Яштулов Н. А.- "Общая химия. Теория и задачи", (5-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (492 с.)
<https://e.lanbook.com/book/158949>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

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

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|---|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | А-409, Учебная аудитория каф. "ХиЭЭ" | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | А-409, Учебная аудитория каф. "ХиЭЭ" | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | А-409, Учебная аудитория каф. "ХиЭЭ" | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран |
| Помещения для самостоятельной работы | А-413/3, Компьютерный класс каф. "ХиЭЭ" | рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, ноутбук, компьютер персональный |
| Помещения для консультирования | А-413/11, Учебная аудитория каф. "ХиЭЭ" | рабочее место сотрудника, стол преподавателя, стул, шкаф, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, доска меловая, лабораторный стенд, компьютер персональный, принтер, инвентарь учебный |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Энергосбережение в электрохимических технологиях

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Электрохимические процессы (Контрольная работа)

КМ-2 Установки электрохимической технологии и их элементы-1 (Контрольная работа)

КМ-3 Установки электрохимической технологии и их элементы-2 (Контрольная работа)

КМ-4 Расчет затрат электроэнергии в установках электрохимической технологии (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 15 |
| 1 | Общие сведения об электрохимических процессах и системах. Электрохимические процессы и электрохимические системы. Основные компоненты электрохимических систем и их характеристики. Термодинамические характеристики электрохимических систем и их расчет. | | | | | |
| 1.1 | Общие сведения об электрохимических процессах и системах. Электрохимические процессы и электрохимические системы. Основные компоненты электрохимических систем и их характеристики. Термодинамические характеристики электрохимических систем и их расчет. | | + | | | |
| 2 | Сбор и анализ исходных данных для проектирования установок электрохимической технологии и их элементов в соответствии с нормативной документацией оборудования электрохимических энергоустановок на основе топливных элементов. Расчеты тепломассопереноса | | | | | |
| 2.1 | Сбор и анализ исходных данных для проектирования установок электрохимической технологии и их элементов в соответствии с нормативной документацией оборудования электрохимических энергоустановок на основе топливных элементов. Расчеты тепломассопереноса | | | + | | |
| 3 | Эффективное использование топливно-энергетические ресурсы в электрохимических энергоустановках и в водородной энергетике | | | | | |
| 3.1 | Эффективное использование топливно-энергетические ресурсы в электрохимических энергоустановках и в водородной энергетике | | | | + | |

| | | | | | |
|------------|---|----|----|----|----|
| 4 | Автоматизация проектирования установок электрохимической технологии в соответствии с техническим заданием | | | | |
| 4.1 | Автоматизация проектирования установок электрохимической технологии в соответствии с техническим заданием | | | | + |
| Вес КМ, %: | | 20 | 25 | 25 | 30 |