

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра электроэнергетики и физики

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы



Максимов В.П.

"20 мая" 2024 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.В.03 ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ИХ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль (направленность) подготовки

Водородная энергетика

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Южно-Сахалинск

2024 г.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

Программу составила:

Казакова А.А., кандидат технических наук, доцент, kazakova@bmstu.ru

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электроэнергетики и физики, протокол № 12 от 20 мая 2024 г.

Заведующий кафедрой:

д.п.н., профессор Максимов В.П.



1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины – изучение и усвоение студентами общих принципов и положений в области водородной энергетики.

Задачи дисциплины:

расширение и углубление у обучающихся знаний об основных теоретических положениях и понятиях по вопросам водородной энергетики; формирование и развитие навыков проектирования топливных элементов; подготовка отчетов, презентаций и публичных выступлений, аргументации и ведения дискуссии; закрепление навыков реализации полученных знаний в научной и практической деятельности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина является обязательной и относится к вариативной части блока дисциплин Б.1 основной профессиональной образовательной программы.

Пререквизиты дисциплины: нет.

Постреквизиты дисциплины:

- Технологическая практика;
- Эксплуатационная практика;
- Преддипломная практика;
- защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

3. Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине (модулю)

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПКС-3	Способен организовывать эксплуатацию объектов профессиональной деятельности	ПКС-3.1. Знать: требования проектирования и эксплуатации установок и оборудования систем водородной энергетики ПКС-3.2 Уметь: эксплуатировать топливные элементы водородных энергетических установок ПКС-3.3 Владеет навыками использования эффективных производственно-технологическими режимов работы объектов профессиональной деятельности

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

Вид работы	Трудоемкость, акад. часов	
	3 семестр	всего
Общая трудоемкость	144	144
Контактная работа:	16	16
Лекции (Лек)	14	14

Практические занятия (ПР)	28	28
Лабораторные работы (Лаб)	14	14
Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО) (Проведение текущих консультаций и индивидуальная работа со студентами)	5	5
Контроль ПА	1	1
Контроль	26	26
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, зачет с оценкой, защита курсового проекта)		
Самостоятельная работа:	56	56
- самостоятельное изучение тем: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - выполнение курсового проекта - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к промежуточной аттестации и т.п.)	30 14 12	30 14 12

4.2. Распределение видов работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел, дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	Пр	Конт ТО	СР	Конт ПА	Конт роль	
1	Электрохимические источники энергии	3	1			0	2			Опрос, дискуссия
2	Аккумуляторы	3	1			0	2			Опрос, дискуссия
3	Топливные элементы. Редокс-батареи	3	2			1	2			Опрос, дискуссия
4	Классификация топливных элементов: щелочные, фосфорно-кислотные	3	1			0	2			Опрос, дискуссия
5	Твердополимерные топливные элементы	3	1			1	2			Опрос, дискуссия
6	Термодинамика электрохимических устройств	3	0		4	0	2			Опрос, дискуссия, тест
7	Кинетика химических процессов. Вольт-амперные и вольт-фарадные характеристики	3	0		2	1	2			Опрос, дискуссия, тест
8	Сравнительная характеристика электрохимических накоплений, динамика, энергоёмкость	3	0		2	0	2			Опрос, дискуссия, тест
9	Полимерные электролиты. Материаловедение электролитов. Nafion и nafion-подобные материалы. Механизм проводимости.	3	0		2	0	2			Опрос, дискуссия, тест

	Зависимость проводимости от влажности и температуры. Требования к материалам								
10	Вольт-амперные характеристики аккумуляторов. Оценка ёмкости и мощности аккумулятора по экспериментальным данным	3	0	4	0	1	2		Опрос, дискуссия, тест. Защита отчетов по лабораторным работам
11	Сборка твердотопливного элемента. Вольт-амперная характеристика топливного элемента, зависимость от температуры и влажности	3	0	4	0	0	2		Опрос, дискуссия, тест. Защита отчетов по лабораторным работам
12	Твердооксидные топливные элементы	3	1	0	0	0	2		Опрос, дискуссия
13	Математическое моделирование процессов и конструирование энергоустановок на основе топливных элементов	3	2	0	0	0	2		Опрос, дискуссия
14	Комплексные системы накопления энергии на основе водородного цикла для «зеленой» энергетики	3	1	0	0	1	2		Опрос, дискуссия
15	Топливные элементы и электротранспорт. Энергоустановки для робототехники	3	1	0	0	0	2		Опрос, дискуссия
16	Полный жизненный цикл водородной техники	3	2	0	0	0	2		Опрос, дискуссия
17	Безопасность, стандарты и нормативные документы	3	1	0	0	0	2		Опрос, дискуссия
18	Твердотопливные топливные элементы. Кинетика, термодинамика процессов. Синтез-газ как топливо для ТОТЭ	3	0	0	4	0	2		Опрос, дискуссия, тест.
19	Программное обеспечение для моделирования энергоустановок на основе топливных элементов и электролизеров	3	0	0	2	0	2		Опрос, дискуссия, тест.
20	Алгоритм моделирования топливных элементов и электролизеров на примере использования COMSOL Multiphysics	3	0	0	4	0	2		Опрос, дискуссия, тест.
21	Примеры моделирования топливных элементов и электролизеров в ПО COMSOL Multiphysics	3	0	0	2	0	2		Опрос, дискуссия, тест.
22	Сравнение накопления энергии в аккумуляторах и водородном цикле по энергетике и экономике	3	0	0	2	0	2		Опрос, дискуссия, тест.
23	Методология проведения анализа и оценки риска на опасных производственных	3	0	0	4	0	2		Опрос, дискуссия, тест.

	объектах с использованием водорода									
24	Моделирование и конструирование энергоустановок на основе топливных элементов	3	0	4	0	0	2			Опрос, дискуссия, тест. Защита отчетов по лабораторным работам
25	Тестирование энергоустановки на основе твердополимерных топливных элементов, расчет основных характеристик	3	0	2	0	0	2			Опрос, дискуссия, тест. Защита отчетов по лабораторным работам
	Промежуточная аттестация	3	0	0	0	0	6	1	26	Экзамен
	Итого	144	14	14	28	5	56	1	26	

4.3. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Электрохимические источники энергии

Электрохимические источники энергии.

Аккумуляторы.

Топливные элементы.

Редокс-батареи.

Классификация топливных элементов: щелочные, фосфорно-кислотные.

Твердополимерные топливные элементы.

Термодинамика электрохимических устройств.

Кинетика химических процессов.

Вольт-амперные и вольт-фарадные характеристики.

Сравнительная характеристика электрохимических накоплений, динамика, энергоёмкость.

Полимерные электролиты.

Материаловедение электролитов.

Nafion и nafion-подобные материалы.

Механизм проводимости.

Зависимость проводимости от влажности и температуры.

Требования к материалам.

Вольт-амперные характеристики аккумуляторов.

Оценка ёмкости и мощности аккумулятора по экспериментальным данным.

Сборка твердо топливного элемента.

Вольт-амперная характеристика топливного элемента, зависимость от температуры и влажности.

Раздел 2. Топливные элементы и их приложения

Твердоокисные топливные элементы.

Математическое моделирование процессов и конструирование энергоустановок на основе топливных элементов.

Комплексные системы накопления энергии на основе водородного цикла для «зеленой» энергетики.

Топливные элементы и электротранспорт.

Энергоустановки для робототехники.

Полный жизненный цикл водородной техники.

Безопасность, стандарты и нормативные документы.

Твердотопливные топливные элементы.

Кинетика, термодинамика процессов.

Синтез-газ как топливо для ТОТЭ.

Программное обеспечение для моделирования энергоустановок на основе топливных элементов и электролизеров.

Алгоритм моделирования топливных элементов и электролизеров на примере использования COMSOL Multiphysics.

Примеры моделирования топливных элементов и электролизеров в ПО COMSOL Multiphysics.

Сравнение накопления энергии в аккумуляторах и водородном цикле по энергетике и экономике.

Методология проведения анализа и оценки риска на опасных производственных объектах с использованием водорода.

Моделирование и конструирование энергоустановок на основе топливных элементов.

Тестирование энергоустановки на основе твердополимерных топливных элементов, расчет основных характеристик.

4.4. Темы и планы практических занятий

Термодинамика электрохимических устройств

Кинетика химических процессов. Вольт-амперные и вольт-фарадные характеристики

Сравнительная характеристика электрохимических накоплений, динамика, энергоёмкость

Полимерные электролиты. Материаловедение электролитов. Nafion и nafion-подобные материалы. Механизм проводимости. Зависимость проводимости от влажности и температуры. Требования к материалам

Твердотопливные топливные элементы. Кинетика, термодинамика процессов. Синтез-газ как топливо для ТОТЭ

Программное обеспечение для моделирования энергоустановок на основе топливных элементов и электролизеров

Алгоритм моделирования топливных элементов и электролизеров на примере использования COMSOL Multiphysics

Примеры моделирования топливных элементов и электролизеров в ПО COMSOL Multiphysics

Сравнение накопления энергии в аккумуляторах и водородном цикле по энергетике и экономике

Методология проведения анализа и оценки риска на опасных производственных объектах с использованием водорода

4.5. Темы и планы лабораторных занятий

Вольт-амперные характеристики аккумуляторов. Оценка ёмкости и мощности аккумулятора по экспериментальным данным

Сборка твердотопливного элемента. Вольт-амперная характеристика топливного элемента, зависимость от температуры и влажности

Моделирование и конструирование энергоустановок на основе топливных элементов

Тестирование энергоустановки на основе твердополимерных топливных элементов, расчет основных характеристик

4.6. Примерная тематика контрольной работы

1. Классификация топливных элементов.
2. Компоненты электрохимических систем ТЭ: восстановитель и окислитель, электролиты. Электрокатализаторы.
3. Параметры и характеристики ТЭ.
4. Схема водородно-кислородного твердополимерного (ТПТЭ). Основные процессы.
5. Газодиффузионный слой электродов
6. Основные типы мембран и их характеристики.

7. Параметры топливного твердополимерного элемента. Достоинства и недостатки.
8. Топливные элементы прямого окисления жидкого топлива.
9. Электрохимические процессы в расплавленном карбонатном топливном элементе (РКТЭ). Внутренняя конверсия топлива.
10. Термодинамика РКТЭ. Требования в электродах и их свойства. Параметры РКТЭ.
11. Электрохимические батареи, энергоустановки и электростанции.
12. Основные преимущества и недостатки твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ).
13. Электродные реакции и ионный перенос в ТОТЭ. Электроды ТОТЭ. Причины деградации электродов.
14. Электролиты твердооксидных топливных элементов.
15. Технология изготовления и технология изготовления ТОТЭ.
16. Фосфорнокислые ТЭ с жидкой фосфорной кислотой в качестве электролита. Электродные реакции. Области применения. Достоинства и недостатки
17. Щелочные топливные элементы. Токообразующие реакции. Особенности переноса в щелочном электролите. Преимущества щелочных ТЭ.

5. Темы дисциплины для самостоятельного изучения

Самостоятельное изучение не предусмотрено.

6. Образовательные технологии

№ п/п	Наименование раздела	Виды деятельности на занятиях	Образовательные технологии
1	Электрохимические источники энергии	Самостоятельная работа	Консультирование. Тестирование в ЭИОС
2	Аккумуляторы	Самостоятельная работа	Консультирование. Тестирование в ЭИОС
3	Топливные элементы. Редокс-батареи	Самостоятельная работа	Консультирование. Тестирование в ЭИОС
4	Классификация топливных элементов: щелочные, фосфорно-кислотные	Самостоятельная работа	Консультирование. Тестирование в ЭИОС
5	Твердополимерные топливные элементы	Самостоятельная работа	Консультирование. Тестирование в ЭИОС
6	Термодинамика электрохимических устройств	Самостоятельная работа	Консультирование.
7	Кинетика химических процессов. Вольт-амперные и вольт-фарадные характеристики	Самостоятельная работа	Тестирование в ЭИОС
8	Сравнительная характеристика электрохимических накоплений, динамика, энергоёмкость	Самостоятельная работа	Консультирование. Тестирование в ЭИОС. Проверка выполнения этапов контрольной работы
9	Полимерные электролиты. Материаловедение электролитов. Nafion и nafion-подобные материалы. Механизм проводимости. Зависимость проводимости от влажности и температуры. Требования к материалам	Самостоятельная работа	Тестирование в ЭИОС
10	Вольт-амперные характеристики аккумуляторов. Оценка ёмкости и мощности аккумулятора по экспериментальным данным	Лабораторные работы Самостоятельная работа	Инструктаж. Консультирование. Проверка домашних заданий посредством ЭИОС. Тестирование в ЭИОС
11	Сборка твердополимерного элемента. Вольт-амперная характеристика	Лабораторные работы Самостоятельная	Инструктаж. Консультирование.

	топливного элемента, зависимость от температуры и влажности	работа	Проверка домашних заданий посредством ЭИОС. Тестирование в ЭИОС
12	Твердооксидные топливные элементы	Самостоятельная работа	Консультирование.
13	Математическое моделирование процессов и конструирование энергоустановок на основе топливных элементов	Самостоятельная работа	Тестирование в ЭИОС
14	Комплексные системы накопления энергии на основе водородного цикла для «зеленой» энергетики	Самостоятельная работа	Консультирование.
15	Топливные элементы и электротранспорт. Энергоустановки для робототехники	Самостоятельная работа	Консультирование. Тестирование в ЭИОС. Проверка выполнения этапов контрольной работы
16	Полный жизненный цикл водородной техники	Самостоятельная работа	Консультирование.
17	Безопасность, стандарты и нормативные документы	Самостоятельная работа	Тестирование в ЭИОС
18	Твердотопливные топливные элементы. Кинетика, термодинамика процессов. Синтез-газ как топливо для ТОТЭ	Самостоятельная работа	Консультирование. Тестирование в ЭИОС. Проверка выполнения этапов контрольной работы
19	Программное обеспечение для моделирования энергоустановок на основе топливных элементов и электролизеров	Самостоятельная работа	Тестирование в ЭИОС
20	Алгоритм моделирования топливных элементов и электролизеров на примере использования COMSOL Multiphysics	Самостоятельная работа	Тестирование в ЭИОС
21	Примеры моделирования топливных элементов и электролизеров в ПО COMSOL Multiphysics	Самостоятельная работа	Консультирование. Тестирование в ЭИОС. Проверка выполнения этапов контрольной работы
22	Сравнение накопления энергии в аккумуляторах и водородном цикле по энергетике и экономике	Самостоятельная работа	Тестирование в ЭИОС
23	Методология проведения анализа и оценки риска на опасных производственных объектах с использованием водорода	Самостоятельная работа	Консультирование. Тестирование в ЭИОС. Проверка выполнения этапов контрольной работы
24	Моделирование и конструирование энергоустановок на основе топливных элементов	Лабораторные работы Самостоятельная работа	Инструктаж. Консультирование. Проверка домашних заданий посредством ЭИОС. Тестирование в ЭИОС
25	Тестирование энергоустановки на основе твердополимерных топливных элементов, расчет основных характеристик	Лабораторные работы Самостоятельная работа	Инструктаж. Консультирование. Проверка домашних заданий посредством ЭИОС. Тестирование в ЭИОС

7. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Раздел 1. Электрохимические источники энергии

1. Номенклатура современных ХИТ, основные характеристики ХИТ.
2. Внезапные и параметрические отказы, выражение для вероятности безотказной работы элемента и батареи.

3. Сольвенты и соли для электролитов ЛХИТ, образование пассивной пленки на литии, твердые окислители, жидкие и растворимые катодные материалы.
4. Аккумуляторы с литиевым анодом: катодные материалы, электродные реакции, основные проблемы, меры по их предотвращению, конструкции, перспективы систем.
5. Литий-ионные аккумуляторы: отрицательный электрод, материалы и токообразующие реакции, положительный электрод, материалы и токообразующие реакции, вспомогательные вещества активных масс, конструкции.
6. Никель-металлогидридные аккумуляторы, электрохимическая система, электродные реакции, замкнутый кислородный цикл.
7. Отрицательный электрод: конструкции, технологии производства, материалы, удельные характеристики, деградация отрицательного электрода.
8. Положительный электрод: активная масса и токообразующие реакции, конструкции, технологии производства, материалы.
9. Метод Монда, конструкции НМА, контроль заряда НМА.
10. Никель-кадмиевые аккумуляторы; электрохимическая система, электродные реакции, замкнутый кислородный цикл; отрицательный электрод, деградация отрицательного электрода; контроль заряда НКА, тепловой разгон, «эффект памяти»; основные закономерности отказов и уравнение надежности НКА.
11. Резервные ХИТ: классификация, способы активации, электродные материалы и их свойства, токообразующие реакции, конструкции, удельные характеристики, назначение, устройство на примере разогретого ХИТ.
12. Электрохимические конденсаторы. Принцип действия и назначение. Технология изготовления.
13. Источники тока диоксид марганца-цинк с разными электролитами. Токообразующие реакции, конструкция, области применения.
14. Серебряно-цинковые первичные ХИТ. Электроды и токообразующие реакции. Конструкция и параметры ХИТ.
15. Свинцовые аккумуляторы. Токообразующая реакция.
16. Положительный электрод свинцового аккумулятора. Состав, физико-химические и структурные свойства. Саморазряд положительного электрода.
17. Отрицательный электрод свинцового аккумулятора. Расширители и ингибиторы свинцового электрода.
18. Технологии производства свинцовых аккумуляторов. Производство свинцового порошка. Приготовление электродной пасты, намазка и сушка пластин. Формирование пластин свинцовых аккумуляторов

Раздел 2. Топливные элементы и их приложения

1. Классификация топливных элементов.
2. Компоненты электрохимических систем ТЭ: восстановитель и окислитель, электролиты. Электрокатализаторы.
3. Параметры и характеристики ТЭ.
4. Схема водородно-кислородного твердополимерного (ТПТЭ). Основные процессы.
5. Газодиффузионный слой электродов
6. Основные типы мембран и их характеристики.
7. Параметры топливного твердополимерного элемента. Достоинства и недостатки.
8. Топливные элементы прямого окисления жидкого топлива.
9. Электрохимические процессы в расплавленном карбонатном топливном элементе (РКТЭ). Внутренняя конверсия топлива.
10. Термодинамика РКТЭ. Требования к электродам и их свойства. Параметры РКТЭ.
11. Электрохимические батареи, энергоустановки и электростанции.
12. Основные преимущества и недостатки твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ).

13. Электродные реакции и ионный перенос в ТОТЭ. Электроды ТОТЭ. Причины деградации электродов.
14. Электролиты твердооксидных топливных элементов.
15. Технология изготовления и технология изготовления ТОТЭ.
16. Фосфорнокислые ТЭ с жидкой фосфорной кислотой в качестве электролита. Электродные реакции. Области применения. Достоинства и недостатки
17. Щелочные топливные элементы. Токообразующие реакции. Особенности переноса в щелочном электролите. Преимущества щелочных ТЭ.

8. Система оценивания планируемых результатов обучения

Критерии оценивания

Критерием оценивания является выполнение самостоятельных заданий и лабораторных работ.

Самостоятельные задания и лабораторные работы по результатам выполнения и защиты оцениваются с учетом следующих основных параметров:

- своевременное выполнение работы;
- полнота и правильность ответов на вопросы, заданные в ходе защиты работы.

В случае выполнения данных условий, студент имеет возможность сдавать теоретический зачет по вопросам.

– оценка «зачтено» выставляется студенту, который твердо знает материал, грамотно и, по существу, излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

– оценка «не зачтено» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, допускающему в ответе или в решении задач грубые ошибки.

Базовая часть (проверка знаний и умений по курсу)				
Тема или задание текущей аттестации	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Решение долгосрочного задания контрольной работы	Проверка знаний, умений	Внеаудиторная	18	36
Составление таблиц расчетных формул по курсу	Проверка знаний, умений	Внеаудиторная	7	14
Защита лабораторных работ	Проверка знаний, умений, навыков	Аудиторная	0	0
Промежуточная аттестация: зачет	Проверка знаний, умений	Аудиторная	15	20
Итого минимум			47	84
Дополнительная часть				
Тема или задание текущей аттестации	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Отработка лабораторных работ, участие в олимпиаде	Проверка знаний, умений	Аудиторная	5	16

Итого			52	100
-------	--	--	----	-----

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Основная литература:

Общая энергетика: водород в энергетике : учебное пособие для вузов / Р. В. Радченко, А. С. Мокрушин, В. В. Тюльпа ; под научной редакцией С. Е. Щеклеина. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 230 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07557-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538896> (дата обращения: 01.06.2024).

Радченко, Р. В. Водород в энергетике : учебное пособие / Р. В. Радченко, А. С. Мокрушин, В. В. Тюльпа. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 232 с. — ISBN 978-5-7996-1316-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/68323.html> (дата обращения: 01.06.2024).

Сергеев, Н. Н. Водородное охрупчивание и растрескивание высокопрочной арматурной стали : монография / Н. Н. Сергеев, А. Н. Сергеев. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 172 с. — ISBN 978-5-9729-0542-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115113.html> (дата обращения: 01.06.2024).

9.2. Дополнительная литература

Белоглазов, С. М. Электрохимический водород и металлы. Поведение, борьба с охрупчиванием : монография / С. М. Белоглазов. — Калининград : Калининградский государственный университет, 2004. — 324 с. — ISBN 5-88874-507-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/23960.html> (дата обращения: 01.06.2024).

Медведев, Е. Ф. Водородная проницаемость силикатных и боросиликатных стекол. Основы феноменологии, золь-гель синтез и анализ компонентов шихт : монография / Е. Ф. Медведев. — Саров : Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2009. — 364 с. — ISBN 978-5-9515-0116-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/18433.html> (дата обращения: 01.06.2024).

Получение ультрачистого водорода с использованием интегрированного мембранного реактора : учебное пособие для студентов химико-технологических факультетов вузов / А. С. Федотов, М. В. Цодиков, А. С. Локтев, А. Г. Дедов. — Москва : ЭкООнис, 2017. — 64 с. — ISBN 978-5-91936-088-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/71463.html> (дата обращения: 01.06.2024).

Белозеров, В. И. Проблемы водородной безопасности на исследовательских реакторах : учебно-методическое пособие / В. И. Белозеров. — Москва : Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2021. — 32 с. — ISBN 978-5-7262-2762-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/125502.html> (дата обращения: 01.06.2024).

Улановский, Я. Б. Взаимодействие водорода с твердым алюминием и развитие пористости : монография / Я. Б. Улановский. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2014. — 116 с. — ISBN 978-5-87623-816-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117341.html> (дата обращения: 01.06.2024).

9.3. Периодические издания

1. Вестник Московского энергетического института. Издательство: Национальный исследовательский университет «МЭИ». Год основания: 1994 ISSN: 1993-6982.
2. Силовая электроника. Издательство: Медиа КиТ. Год основания: 2004 ISSN: 2079-9322.
3. Электричество. Издательство: Национальный исследовательский университет «МЭИ». Год основания: 1880 ISSN: 0013-5380.
4. ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. International Journal of Energy Production and Management. Издательство: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ. Год основания: 2016 ISSN: 2056-3272.
5. Приборы и техника эксперимента: ISBN 0032-8162

9.4. Программное обеспечение

- 1) Windows 10 Pro
- 2) WinRAR
- 3) Microsoft Office Professional Plus 2013
- 4) Microsoft Office Professional Plus 2016
- 5) Microsoft Visio Professional 2016
- 6) Visual Studio Professional 2015
- 7) Adobe Acrobat Pro DC
- 8) ABBYY FineReader 12
- 9) ABBYY PDF Transformer+
- 10) ABBYY FlexiCapture 11
- 11) Программное обеспечение «interTESS»
- 12) Справочно-правовая система «КонсультантПлюс», версия «эксперт»
- 13) ПО Kaspersky Endpoint Security
- 14) «Антиплагиат.ВУЗ» (интернет - версия)
- 15) «Антиплагиат- интернет»

9.5. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

- 1) Центр дистанционного образования (ЦДО) СахГУ <http://lk.sakhgu.ru/>
- 2) Официальный сайт Сахалинского государственного университета. <http://www.sakhgu.ru/>
- 3) Электроэнергетический Информационный Центр <http://www.electrocentr.info/download/>
- 4) Twirpx.com <http://www.twirpx.com/files/tek/>
- 5) ОАО "САХАЛИНЭНЕРГО": <http://www.sahen.elektra.ru/page.php?id=65>
- 6) Studfiles. <http://www.studfiles.ru/all-vuz/eie/>
- 7) Единое окно доступа к информационным ресурсам: <http://window.edu.ru/resource/771/40771>
- 8) Электротехническая библиотека <http://www.electrolibrary.info/bestbooks/elsnabgeniye.htm>
- 9) Росэнергосервис: <http://lib.rosenergосervis.ru/elektroenergetika/>
- 10) Сайт для электриков: <http://www.elektrikline.ru/biblioteka.html>
- 11) Электротехническая литература: <http://electro.narod.ru/download>
- 12) КнигаФонд; ООО «Центр цифровой дистрибуции»; <http://www.knigafund.ru>; ООО «Центр цифровой дистрибуции»

- 13) Электронная библиотека диссертаций; Российская государственная библиотека; <http://www.rsl.ru>; ФГБУ «Российская государственная библиотека»
- 14) Университетская библиотека ONLINE; ООО «Некс-Медиа» (RU); <http://www.biblioclub.ru>; ООО «НексМедиа» Договор № 132-06/15 от 23.06.2015.
- 15) ЭБС Издательства «Лань»; ООО «Лань-Тренд»; www.e.lanbook.com; Бесплатный бессрочный контент
- 16) Polpred.com; ООО «ПОЛПРЕДСправочники» ; <http://polpred.com/>; ООО «ПОЛПРЕД Справочники» Бесплатный контент.
- 17) IPRbooks; ООО «Ай Пи Эр Медиа»; <http://www.iprbookshop.ru/>.

10. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

Для слепых и слабовидящих:

для глухих и слабослышащих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
- акустический усилитель и колонки;

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
- компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для надлежащего проведения занятий используется:

- Аудитория для проведения аудиторных занятий вместимостью до 25 человек.
- Мультимедийный проектор.
- Компьютер с доступом в Интернет.
- Экран, мышка, коврик.
- Лаборатория электрических систем, сетей и электрооборудования, в т.ч.:
 - а. лабораторный стенд «Водородная энергетика»
 - б. лабораторный стенд «Топливные элементы».