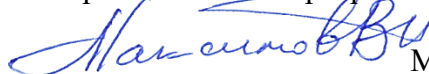


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра электроэнергетики и физики

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы



Максимов В.П.

20 " мая

2024 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.В.01 ОСНОВЫ ВОДОРОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

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 составил (и):

доктор технических наук, доцент Лавров Н.А., lavrovna@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 (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Основы водородных технологий» являются изучение водородных технологий и их успехов как одного из направлений развития научно-технического прогресса; физических методов извлечения водорода из водородосодержащих смесей и устройств для использования водорода.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит обязательную часть образовательной программы магистратуры по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

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

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПКС-1	Способен самостоятельно организовывать проектирование объектов профессиональной деятельности	ПКС-1.1 Знать: требования при проектировании машин и установок и систем водородной энергетики ПКС-1.2 Уметь: проектировать машины, установки и системы водородной энергетики ПКС-1.3 Владеть навыками проведения необходимых х проектных расчетов по получению водорода методом электролиза из воды

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 ЗЕТ, 360 часов.

Вид работы	Трудоемкость, акад. Часов 1 семестр	Трудоемкость, акад. Часов 2 семестр	Трудоемкость, акад. Часов Итого
Общая трудоемкость	180	180	360
Контактная работа:	64	62	126
Лекции (Лек)	14	14	28
Практические занятия (ПР)	30	28	58
Лабораторные работы (Лаб)	14	14	28
Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО) (<i>Проведение текущих консультаций и индивидуальная работа со студентами</i>)	5	5	
Конт ПА	1	1	2
Промежуточная аттестация: экзамен	26	26	52
Самостоятельная работа:	90	92	182

Вид работы	Трудоемкость, акад. Часов 1 семестр	Трудоемкость, акад. Часов 2 семестр	Трудоемкость, акад. Часов Итого
- выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР)	36	36	72
- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ)			
- выполнение расчетно-графического задания (РГЗ)			
- написание реферата (Р)			
- написание эссе (Э)			
- самостоятельное изучение разделов	10	10	20
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий)	10	10	20
- подготовка к лабораторным занятиям	20	20	40
- подготовка к практическим занятиям	10	10	20
- подготовка к коллоквиумам			
- подготовка к промежуточной аттестации и т.п.)	4	4	8

Очная форма обучения

№	Раздел дисциплины	Семес тр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости и Форма промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	Конт ТО	СР	Конт ПА	Контр оль	
1	Введение в альтернативную энергетику	1с	2	0	0		4	0	0	Опрос
2	Водород и его традиционное применение	1с	2	0	0		4	0	0	Опрос
3	Получение водорода	1с	4	0	0		4	0	0	Опрос
4	Способы хранения водорода	1с	2	0	0		4	0	0	Опрос
5	Топливные водородные элементы	1с	4	0	0		4	0	0	Опрос
6	Применение водорода как топлива в двигателях	1с	0	0	6		4	0	0	Опрос, дискуссия, тест
7	Авиационно-космическая отрасль	1с	0	0	6		6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
8	Электротранспорт на водороде	1с	0	0	6		4	0	0	Опрос, дискуссия, тест

9	Особенности ожигения водорода	1с	0	0	6	1	4			Опрос, дискуссия, тест
10	Хранение и транспортировка жидкого водорода	1с	0	0	6	1	4			Опрос, дискуссия, тест
11	Расчет водородной энергетической двигательной установки на 1 МВт	1с	0	4	0	1	4			Защита отчетов по лабораторным работам
12	Методология проведения анализа и оценки риска на опасных производственных объектах с использованием водорода	1с	0	4	0	1	4			Защита отчетов по лабораторным работам
13	Способы и средства обеспечения пожаровзрыво-безопасности топливных элементов, использующих водород в качестве топлива	1с	0	6	0	1	4			Защита отчетов по лабораторным работам
	<i>Промежуточная аттестация</i>	<i>1с</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>26</i>	Экзамен
14	Хранение и транспортировка водорода в сжатом и растворенном состоянии	2с	4	0	0	0	6	0	0	Опрос
15	Технологическая цепочка от производителя до потребителя	2с	2	0	0	0	6	0	0	Опрос
16	Примеры расчетов водородных двигателей внутреннего сгорания	2с	0	0	8	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
17	Реальные примеры реализации водородных проектов	2с	0	0	8	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
18	Топливные водородные элементы, их устройство и принцип действия	2с	0	14	0	1	6	0	0	Защита отчетов по лабораторным работам
19	Водород в атомной энергетике	2с	4	0	0	1	8	0	0	Опрос
20	Сравнение водорода с СПГ и другими углеводородными источниками	2с	4	0	0	1	6	0	0	Опрос
21	Безопасность при обслуживании водородных установок	2с	0	0	6	1	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
22	Экономика и государственные программы развития водородных технологий	2с	0	0	6	1	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
	Курсовой проект	2с					72			Защита отчета
	<i>Промежуточная аттестация</i>	<i>2с</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>26</i>	Экзамен
	Итого	360	28	28	58	10	182	2	52	

4.3. Содержание разделов дисциплины

1. Основные термины, определения и понятия.

Способы производства водорода: кислородная и парокислородная конверсия конверсия природного газа, получение водорода с помощью угля, химические и электрохимические циклы, другие способы производства водорода. Место электрохимического способа производства водорода в схеме производства водорода.

2. Основные физико-химические свойства водорода.

Физико-химические свойства водорода и кислорода. Ортоводород и пароводород. Изотопы водорода. Основные свойства протия, дейтерия и трития.

3. Общие вопросы электролиза воды.

Термодинамика процесса электролиза воды. Теоретическое напряжение разложения. Уравнение Нернста. Скорость электрохимических реакций. Перенапряжение выделения водорода и кислорода. Механизмы анодного выделения кислорода и катодного выделения водорода. Количественные соотношения при электролизе воды. Тепловой баланс электролизной ячейки Напряжение на электрохимической ячейке.

4. Виды электролизеров воды

Виды электролизеров. Энергетические затраты на производство водорода. Техно-экономические характеристики электролизеров

5. Щелочной электролиз воды

Особенности массопереноса в щелочной электролизной электрохимической группе. Расчет ионных и молекулярных потоков. Использование элементов термодинамики необратимых процессов. Особенности падения напряжения в ячейке щелочного электролиза. Катализаторы катодного выделения водорода и анодного выделения кислорода.

6. Интенсификация щелочного электролиза воды

Влияние эксплуатационных факторов (температуры, плотности тока и давления) на вольт-амперную характеристику. Характеристики промышленных установок. Пути интенсификации щелочного способа. Новая элементная база щелочного электролиза. Проблема создания диафрагмы, анодов и катодов.

7. Электролизеры воды с твердым полимерным электролитом

Твердополимерный электролиз воды. Катионообменные мембраны и их физико-химические характеристики. Модель переноса протона в набухшей мембране. Особенности поляризации на границе катализатор – твердополимерный электролит. Мембранно-электродные блоки.

8. Вопросы эксплуатации электролизных установок.

Сравнительные технологические схемы производства водорода и кислорода ведущих фирм. Приготовление питающей воды и очистка электролита. Очистка и осушка газов. Контроль и автоматизация процесса электролиза.

9. Высокотемпературные электрохимические энергоустановки.

Напряжение на ячейке. Проблема создания высокотемпературной керамической перегородки. Тепловыделение в системе. Особенности оксидных материалов для анодов. Возможности использования металлического никеля и кобальта в качестве катодного материала. Планарные и трубчатые элементы. Технология нанесения электролита на пористый электрод.

10. Другие способы производства водорода.

Конверсия углеводородов. Равновесный состава и тепловой эффект пароводяной конверсии метана. Расчет равновесного состава «реакции сдвига». Катализаторы пароводяной конверсии метана. Термоэлектрохимические циклы. Физические способы производства водорода.

11. Топливные элементы

Общие сведения, принцип работы и КПД топливных элементов. Классификация топливных элементов. Водно-щелочные топливные элементы. Принципиальная схема водно-щелочного топливного элемента. Вольт-амперные и поляризационные характеристики. Элементная база. Топливные элементы с ТПЭ с прямым окислением спиртов. Фосфорнокислые топливные элементы. Расплавно-карбанатные топливные элементы.

12. Водородные топливные элементы с твердо-полимерным электролитом (ТПЭ). Протонпроводящие ионообменные мембраны. Принципиальная схема топливного элемента с ТПЭ. Электрокаталитический слой. Носители электрокаталитического слоя. Проблема снижения закладки драгметаллов. Газодиффузионный слой. Биполярные пластины. Математическая модель массопереноса в зоне воздушного электрода ТЭ. Зависимость плотности тока от геометрии канала. Распределение плотности тока от пористости газодиффузионного слоя.
13. Способы хранения водорода
Способы хранения и транспорта водорода. Техничко-экономическое сравнение различных способов хранения и транспорта: газобаллонного, в жидком виде, хранение в гидридах металлов и др. Эффективность хранения сжатого водорода при различных давлениях. Энергозатраты на компримирование. Работа адиабатического сжатия водорода. Классификация контейнеров для хранения водорода под давлением. Крупномасштабное, геологическое хранение водорода.
14. Хранение водорода в носителях
Хранение водорода в гидридах. Аланты (алюмогидриды). Борогидриды. Амиды. Гидриды металлов, сплавов, интерметаллидов. Идеализированные изотермы реакции, кривые Вант Гоффа, РСТ диаграммы процессов адсорбция-десорбция водорода. Классификация и примеры сплавов – накопителей водорода.
15. Хранение жидкого водорода
Энергетические и капитальные затраты для ожижения водорода. Сравнение циклов ожижения. Примеры отечественных ожижительных установок. Требования к резервуарам для хранения водорода. Потери на испарение.
16. Использование водорода в энергетике
Сглаживание пиковых нагрузок в энергосистеме. Использование других электрохимических систем в недельном и сезонном процессе выравнивания нагрузки. Энерготехнологические комплексы на основе водорода. Принципиальная схема атомно-водородного энергоблока. Сравнительные характеристики ГТУ при использовании в качестве топлива водорода и стандартного углеводорода.
17. Использование водорода в других отраслях промышленности
Аккумулирование энергии возобновляемых источников. Водород на транспорте. Заправочные водородные станции. Использование водорода в полупроводниковой металлургической и стекольной промышленности.

4.4. Темы и планы практических занятий

Темы практических и/или семинарских занятий

Модуль I. Современное состояние энергетики. Получение, свойства и транспортирование водорода

Тема 1. Хранение жидкого и газообразного водорода (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Тема 2. Получение атомарного водорода (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Тема 3. Физические методы извлечения водорода из водородосодержащих смесей (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Тема 4. Транспортирование водорода в химически связанном состоянии (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Модуль II. Электролиз воды. Нанопористые материалы для водородной энергетики. Нанотехнологии в водородной энергетике

Тема 5. Электролиз воды с использованием протонных мембран для электролизеров (получение водорода и кислорода на установке ЛДК-1 «Солнечно-водородная энергетика», зарядка топливного элемента) (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Тема 6. Портативные топливные элементы (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Тема 7. Применение водорода (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Тема 8. Нанотехнологии в водородной энергетике (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Тема 9. Солнечные элементы для водородной энергетики (форма проведения – практическое занятие, семинар)

4.5. Темы и планы лабораторных занятий

Расчет водородной энергетической двигательной установки на 1 МВт .

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

Способы и средства обеспечения пожаровзрывобезопасности топливных элементов, использующих водород в качестве топлива.

Топливные водородные элементы, их устройство и принцип действия.

4.6. Примерная тематика курсовых проектов

История водородной энергетики

Перспективы развития водородной энергетики

Преимущества и недостатки водородной энергетики

Физико-химические свойства водорода

Ортоводород и параводород. Изотопы водорода

Энергетические характеристики водорода

Применение водорода в качестве энергоносителя

Методы производства водорода

Мировые объемы производства водорода и перспективы их развития 16. Паровая конверсия природного газа

Газификация угля и электролиз воды

Конверсия оксидов углерода водяным паром

Катализаторы конверсии природного газа

Методы хранения водорода

Проблемы хранения и аккумулирования водорода

Типы устройства водородных хранилищ

Материалы для водородной энергетики

Технологии сжижения водорода

Жидкие и твердые гидриды

Методы транспортировки водорода

Топливные элементы, принцип работы и КПД

Области применения топливных элементов

Виды топливных элементов и их классификация

Твердополимерные топливные элементы

Щелочные топливные элементы

Топливные элементы с протонообменной мембраной

Топливные элементы на основе ортофосфорной кислоты

Твердооксидные топливные элементы

Расчет мощности топливного элемента

Техника безопасности при работе с водородом

Нормативно-техническая документация по безопасному использованию водорода

Показатели экологичности водородных технологий

5. Темы дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения

Концепция водородной цивилизации (три взаимосвязанных и взаимообусловленных составляющих)
Нанотехнологии в водородной энергетике
Солнечные элементы для водородной энергетики

6. Образовательные технологии

№ п.п.	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Введение в альтернативную энергетику	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
2	Водород и его традиционное применение	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
3	Получение водорода	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
4	Способы хранения водорода	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
5	Топливные водородные элементы	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
6	Применение водорода как топлива в двигателях	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
7	Авиационно-космическая отрасль	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
8	Электротранспорт на водороде	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
10	Особенности ожижения водорода	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
11	Хранение и транспортировка жидкого водорода	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
12	Расчет водородной энергетической двигательной установки на 1 МВт	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
13	Методология проведения анализа и оценки риска	Лекция Практическое занятие	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций

	на опасных производственных объектах с использованием водорода	Самостоятельная работа	Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
14	Способы и средства обеспечения пожаровзрывобезопасности топливных элементов, использующих водород в качестве топлива	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
15	Хранение и транспортировка водорода в сжатом и связанном состоянии	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
16	Технологическая цепочка от производителя до потребителя	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
17	Примеры расчетов водородных двигателей внутреннего сгорания	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
18	Реальные примеры реализации водородных проектов	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
19	Топливные водородные элементы, их устройство и принцип действия	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
20	Водород в атомной энергетике	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
21	Сравнение водорода с СПГ и другими углеводородными источниками	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
22	Безопасность при обслуживании водородных установок	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий
23	Экономика и государственные программы развития водородных технологий	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Обзорная лекция с использованием видео проектора и презентаций Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка заданий

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

7.1. Вопросы текущего контроля

Контрольные вопросы к модулю I

1. Какие свойства водорода?
2. Каков потенциал применения водорода?
3. Как хранить жидкий водород?
4. Как хранить газообразный водород?
5. Как получить атомарный водород?

6. Что такое низкотемпературная конденсация и фракционирование?
7. Как осуществляется процесс адсорбционного выделения?
8. Получение водорода электролизом воды?
9. Нарисуйте схему получения водорода методом электролиза.
10. Получение водорода из дешевой растительной биомассы.
11. Адсорбционное выделение водорода при помощи жидких растворителей.

Контрольные вопросы к модулю II

1. Какую роль играют протонные мембраны для электролизера?
2. Какие нанопористые материалы используются для водородной энергетики?
3. Где применяется водород?
4. Какие существуют концепции водородной цивилизации?
5. Можно ли использовать солнечные элементы для водородной энергетики и почему?
6. Как используется энергия ядерного синтеза для водородной энергетики?
7. Транспортирование водорода в химически связанном состоянии.

7.2. Примерный перечень тем рефератов:

1. Необходимость развития водородной энергетики.
2. Альтернативные источники энергии.
3. Перспективность использования водорода в энергетике.
4. Водородная энергетика и транспорт.
5. Два сценария развития водородных технологий: базовый и водородный сценарии.
6. Методы получения водорода из воды.
7. Методы хранения водорода.
8. История создания и развития топливных элементов.
9. Термодинамические основы топливного элемента.
10. Эффективность энергетических установок с топливными элементами.
11. Твердооксидные топливные элементы: конструкция, оптимизация, развитие и применение.
12. Щелочные топливные элементы: конструкция, оптимизация, развитие и применение.
13. Твердополимерные топливные элементы: конструкция, оптимизация, развитие и применение.
14. Кислотные топливные элементы: конструкция, оптимизация, развитие и применение.

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 (модуля)

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: 04.06.2024).

Пименов, А. А. Химико-технологические системы процессов переработки углеводородного сырья : учебное пособие / А. А. Пименов, Е. М. Абуталипова. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 76 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105089.html>.

Магомедова, М. В. Крупнотоннажные технологии получения водорода : учебное пособие / М. В. Магомедова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 40 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/256643> (дата обращения: 04.06.2024).

9.2. Дополнительная литература

Сибиркин, А. А. Водород: Конспект лекций по курсу неорганической химии : учебное пособие / А. А. Сибиркин. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2022. — 17 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/344564> (дата обращения: 04.06.2024).

Неволин, В. К. Субатомы водорода в экспериментах / В. К. Неволин. — Москва : Техносфера, 2021. — 152 с. — ISBN 978-5-94836-630-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/118597.html>

Белоглазов С.М. Электрохимический водород и металлы. Поведение, борьба с охрупчиванием [Электронный ресурс] : монография / С.М. Белоглазов. — Электрон. текстовые данные. — Калининград: Калининградский государственный университет, 2004. — 324 с. — 5-88874-507-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23960.html>

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.

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://cdo.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»
- 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.

Сахалинская область, г. Южно-Сахалинск, ул. Пограничная, д. 68, каб. 126, каб. 210, 128	Учебные аудитории с проекционным оборудованием, имеющим мультимедиа и выход в сеть Интернет.
---	--