МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Передовая инженерная школа атомного машиностроения
и систем высокой плотности энергии (ПИШ)



УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ А. В. Тумасов
подпись ФИО
“24” января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.9 Топливные элементы
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки магистров

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Автономные электрогенерирующие комплексы

Форма обучения: очная
Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра ЭПА

Кафедра-разработчик ЭССЭ

Объем дисциплины 108/3
часов/з.е
Промежуточная аттестация зачет

Разработчик: Шалухо А.В., к.т.н.

Нижний Новгород, 2025 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28 февраля 2018 г. N 147 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 19 декабря 2024 г № 7.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от «02» сентября 2024 г № 5
Зав. кафедрой д.т.н, доцент Дарьенков А.Б. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ,
протокол от «18» октября 2024 г. № 4

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 13.04.02-аэк-9

Начальник МО _____ Севрюкова Е.Г.

1. Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 4

1.1. Цель освоения дисциплины: 4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): 4

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ 4

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 5

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 8

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам 8
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам 9

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. 13

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности 13

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 15

6.1. Учебная литература 15
6.2. Справочно-библиографическая литература. 15
6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины: 16
6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям 16

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 16

7.1. Перечень информационных справочных систем 16
7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины 16

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ 17

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ 17

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ 18

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии 18
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа 19
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах 20
10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся 20
10.5. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы 20

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 20

11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости 20
11.1.1. Типовые задания для практических работ 21
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета 21
11.1.3. Методические указания к курсовому проектированию 21
11.1.4. Защита курсового проекта/ работы. 21

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение принципов функционирования топливных элементов и аспектов их применения в электротехнических комплексах стационарных и мобильных потребителей.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

– Изучение устройства мембранно-электродных блоков топливных элементов и принципов преобразования водорода в электроэнергию;
– Изучение выходных характеристик топливных элементов и их зависимостей от режимов работы;
– Моделирование режимов работы топливных элементов и энергоустановок на их основе с применением обучающих стендов и специализированных программных комплексов;
– Планирование, подготовка и выполнение экспериментальных исследований, реализация практических задач в области применения топливных элементов в электротехнических комплексах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Топливные элементы» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП Б1.В.ОД.9. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах в объёме программы магистратуры. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Топливные элементы» являются «Микропроцессорные системы автономных комплексов», «Альтернативные источники электрической энергии», «Производство, хранение и транспорт водорода».

Дисциплина «Топливные элементы» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Электрогенерирующие комплексы на основе водорода», «Автономные энергоустановки и системы», Преддипломная практика, Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР.

Рабочая программа дисциплины «Топливные элементы» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»			
	1	*2*	*3*	*4*
Преобразовательная техника, ПКС-4	*X*			
Производство, хранение и транспорт водорода, ПКС-4	*X*			
Топливные элементы, ПКС-4		*X*		
Компьютерные, сетевые и информационные технологии, ПКС-4			*X*	
Электрогенерирующие комплексы на основе водорода, ПКС-4			*X*	
Автономные энергоустановки и системы, ПКС-4			*X*	
Проектная практика, ПКС-4			*X*	
Преддипломная практика, ПКС-4				*X*
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР, ПКС-4				*X*

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине**			**Оценочные средства**	
					Текущего контроля	**Промежуточной аттестации**
ПКС-4. Способен проектировать объекты профессиональной деятельности	ИПКС-4.1. Способен применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности ИПКС-4.2. Способен разрабатывать проектную документацию на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности	*Знать:* - методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности (ИПКС-4.1.) - методы разработки проектной документации на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности (ИПКС-4.2.)	*Уметь:* - применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности (ИПКС-4.1.) - разрабатывать проектную документацию на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности (ИПКС-4.2.)	*Владеть:* - методами создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности (ИПКС-4.1.) - навыками разработки проектной документации на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности (ИПКС-4.2.)	Тестирование в системе E-learning. (55 вопроса)	Вопросы для устного собеседования. (44 вопросов)

Трудовая функция: С/01.7. Разработка концепции систем управления электротехническими комплексами с топливными элементами
Профессиональный стандарт 40.178 Специалист в области проектирования электротехнических комплексов с топливными элементами
Квалификационные требования к ТФ:

Трудовые действия:
- Подготовка и утверждение заданий на выполнение работ на подготовку проектной документации электротехнических комплексов с топливными элементами
-Определение критериев отбора участников работ по подготовке проектной документации и отбору исполнителей таких работ, а также по координации деятельности исполнителей таких работ
-Разработка частного технического задания на обследование объекта в составе с топливными элементами
-Ознакомление с отчетом по результатам обследования объекта в составе с топливными элементами, определение номенклатуры информационных и управляющих сигналов системы управления

-Сбор информации об электротехнических комплексах с топливными элементами и используемом оборудовании ведущих производителей
-Разработка вариантов структурных схем построения электротехнических комплексов с топливными элементами и выбор оптимальной структурной схемы
-Разработка технического задания на разработку проекта электротехнического комплекса с топливными элементами и согласование его с заказчиком
-Разработка частных технических заданий на проектирование электротехнических комплексов с топливными элементами
Трудовые умения:
- Осуществлять постановку задачи работникам на проведение обследования электротехнических комплексов с топливными элементами
-Применять методики и процедуры системы менеджмента качества для анализа отчета по результатам обследования электротехнических комплексов с топливными элементами
-Применять методики и процедуры системы менеджмента качества для анализа информации по электротехническим комплексам с топливными элементами и используемом оборудовании ведущих производителей
-Применять систему автоматизированного проектирования и программу для написания и модификации документов для разработки схемы электротехнического комплекса с топливными элементами
-Применять методики и процедуры системы менеджмента качества для определения критериев оптимальности принимаемых технических решений при разработке схемы электротехнического комплекса с топливными элементами
-Применять методики ведения деловых переговоров для получения положительного результата при взаимодействии с заказчиком проекта электротехнического комплекса с топливными элементами
-Пользоваться информационно-телекоммуникационной сетью "Интернет"
Трудовые знания:
- Требования законодательства Российской Федерации и нормативных правовых актов, нормативных технических и нормативных методических документов к составу и содержанию разделов различных стадий электротехнического комплекса с топливными элементами
-Требования нормативных документов к устройству электротехнического комплекса с топливными элементами
-Правила разработки проектов электротехнических комплексов с топливными элементами
-Правила проведения обследования электротехнического комплекса с топливными элементами
-Методики определения характеристик топливных элементов
-Критерии оценки эффективности работы и методы повышения энергоэффективности объекта с топливными элементами
-Правила ведения переговоров
-Методики и процедуры системы менеджмента качества
-Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей
-Правила устройства электроустановок
-Программа для написания и модификации документов, выполнения расчетов
-Система автоматизированного проектирования

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. 108 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Для студентов очного обучения

Вид учебной работы	**Трудоёмкость в час**	
	Всего час.	**В т.ч. по семестрам**
		№ сем 2
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	**108**	**108**
1. Контактная работа:	**55**	**55**
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	**51**	**51**
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	0	0
лабораторные работы (ЛР)	17	17
1.2.**Внеаудиторная, в том числе**	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	0	0
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0	0
2. Самостоятельная работа (СРС)	**53**	**53**
реферат/эссе (подготовка)	0	0
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	0	0
контрольная работа	5	5
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	48	48
Подготовка к экзамену (контроль)	0	0

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
3 семестр									
ПКС-4. ИПКС-4.1. ИПКС-4.2.	**Раздел 1. Классификация, устройство и принцип работы топливных элементов**								
	Тема 1.1. Топливные элементы в цепочке технологий водородной энергетики	2				подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.5.] [6.1.6.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 1.2. Классификация и характеристика топливных элементов	2				подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.5.] [6.1.6.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 1.3. Устройство и принцип работы топливных элементов с полимерной протоннобменной мембраной	2				подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.5.] [6.1.6.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 1.4. Устройство и принцип работы твердооксидных топливных элементов	2				подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.5.] [6.1.6.]	Публичная презентация проекта.		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индиккаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Тема 1.5. Проблемы применения топливных элементов в электротехнических комплексах	2							
	Лабораторная работа 1. Устройство и принцип работы топливного элемента с полимерной протонноб-менной мембраной		5		17				
ПКС-4. ИПКС-4.1. ИПКС-4.2.	**Раздел 2. Параметры и выходные характеристики топливных элементов**								
	Тема 2.1. Вольтамперная характеристика топливных элементов, зоны потерь	2				подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.5.] [6.1.6.]	Публичная презентация проекта.	1	
	Тема 2.2. Построение мощностных и расходных характеристик топливных элементов	2				подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.5.] [6.1.6.]	Публичная презентация проекта.	1	
	Тема 2.3. Влияние деградации на выходные характеристики топливных элементов	2				подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.5.] [6.1.6.]	Публичная презентация проекта.	1	
	Тема 2.4. Влияние внешних условий эксплуатации на выходные характеристики топливных элементов	2				подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.5.] [6.1.6.]	Публичная презентация проекта.	1	
	Тема 2.5. Методы определения КПД топливных элементов	2							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индиккаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Лабораторная работа 2. Вольтамперные, мощностные и расходные характеристики топливных элементов		6		18	Подготовка к ПР [6.1.2.]			
ПКС-4. ИПКС-4.1. ИПКС-4.2.	**Раздел 3. Управление работой электротехнических комплексов с топливными элементами**								
	Тема 3.1. Принципы управления работой топливного элемента. Понятие водного баланса	2				подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.5.] [6.1.6.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 3.2. Стратегии управления работой электротехническими комплексами с топливными элементами .	3				подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.5.] [6.1.6.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 3.3. Равномерное и последовательное распределение мощности при параллельной работе топливных элементов	3				подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.5.] [6.1.6.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 3.4. Совместное использование топливных элементов и аккумуляторных батарей	3				подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.5.] [6.1.6.]	Публичная презентация проекта.	1	
	Тема 3.5. Понятие адаптивного управления	3				подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.5.] [6.1.6.]	Публичная презентация проекта.		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индиккаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Практическая работа 3. Стратегии управления электротехническими комплексами с топливными элементами		6		18	Подготовка к ПР [6.1.2.]			
	Контрольная								
	Курсовой проект / работа								
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	**34**	**17**	**0**	**53**				
	ИТОГО по дисциплине	**34**	**17**	**0**	**3**				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

5.1.1. Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе:
https://edu.nntu.ru/quest/lesson/start/quest_id/2215/lesson_id/25680/redirect_url/%252Flesson%252Flist%252Findex%252Fsubject_id%252F548%253F
Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5. При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения практических работ

Шкала оценивания	**Экзамен/ Зачет с оценкой**	**Зачет**
40<R<=50	Отлично	зачет
30<R<=40	Хорошо	
20<R<=30	Удовлетворительно	
O<R<=20	Неудовлетворительно	незачет

5.1.2 При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырех-балльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Тесты для промежуточного контроля сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе: https://edu.nntu.ru/quest/lesson/start/quest_id/2215/lesson_id/25680/redirect_url/%252Flesson%252Flist%252Findex%252Fsubject_id%252F548%253F

.

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Критерии оценивания результатов обучения**			
		Оценка **«неудовлетворительно»** / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«удовлетворительно»** / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«хорошо»** / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«отлично»** / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-4. Способен проектировать объекты профессиональной деятельности	ИПКС-4.1. Способен применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности ИПКС-4.2. Способен разрабатывать проектную документацию на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Неспособность воспроизводить принципы работы топливных элементов, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания принципов работы топливных элементов. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные с ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

Таблица 7. Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокиий уровень «5» (отлично)	оценку **«отлично»** заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку **«хорошо»** заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку **«удовлетворительно»** заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература

6.1.1 Лебедева М.В. Топливные элементы - характеристика, физико-химические параметры, применение: учебное пособие / М. В. Лебедева, Н. А. Яштулов. — Москва: Мир науки, 2020. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : 12 см.; ISBN 978-5-6044338-1-2.
6.1.2 Галлямов М.О., Хохлов А.Р. Топливные элементы с полимерной мембраной: Материалы к курсу по основам топливных элементов. — М.: Физический факультет МГУ, 2014. — 72 с.
6.1.3. Пономарева А.А., Самуйлова Е.О., Лесных А.В., Топливно-энергетические ресурсы– СПб: Университет ИТМО, 2021. – 107 с.

6.2. Справочно-библиографическая литература.

— *учебники и учебные пособия*

6.2.1. Экология, энергетика, энергосбережение: бюллетень / под редакцией академика РАН А.В. Клименко. — Москва: ПАО «Мосэнерго», 2023.

6.2.2. Вязников, А. М. Новые информационные технологии в энергетике. Топливные элементы в системах электроснабжения / А. М. Вязников, А. С. Кобылкин, В. А. Пионкевич. – Иркутск : Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2020. – 97 с.

6.2.3. Банников, А. В. Топливные элементы в системах энергообеспечения : учебное пособие / А. В. Банников, С. А. Банникова ; А. В. Банников, С. А. Банникова ; М-во образования и науки Российской Федерации, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Ивановский гос. энергетический ун-т им. В. И. Ленина". – Иваново : Ивановский гос. энергетический ун-т им. В. И. Ленина, 2010. – 110 с.

6.2.4. Твердооксидные топливные элементы : сб. науч.-техн. статей / сост. В. П. Брусенцов. – Снежинск : Изд-во РФЯЦ-ВНИИТФ, 2003. – 376 с. – ISBN 5-85165-431-7.

6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:

6.3.1. *Научно-технический журнал Электротехника*
6.3.2. *Научно-технический журнал Электричество*
6.3.3. *Научно-технический журнал Альтернативная энергетика и экология*
6.3.4. *Научно-технический журнал Интеллектуальная электротехника*

6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Топливные элементы» в электронном варианте находятся в системе E-learning 4G по адресу: https://edu.nntu.ru/lesson/list/index/subject_id/548

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
PSCAD	FastView
Etap	
RSCAD	
RTDS	

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице **9** указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети
7	Научная электронная библиотека.elibrary.ru	https://www.elibrary.ru/

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице **10** указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» https://www.nntu.ru/sveden/accenv/

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	**Ауд. 1129** Лаборатория "Водородные технологии в электроэнергетики"	Комплект лабораторного оборудования ; Компьютер PC, Intel CoreI3-2770/2 Gb RAM/HDD 500, с подключением к интернету.	1. Стенд «Собери свой топливный элемент» 2. Стенд «Водородная энергетика»
2	**Ауд. 1320** Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, Самостоятельной работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Доска меловая; 2. Мультимедийный проектор; 3. Компьютер PC, Intel CoreI3-2770/2 Gb RAM/HDD 500, с подключением к интернету.	1. Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020). 4. Adobe Acrobat Reader DC-Russian
3	**Ауд. 8110** Класс для самостоятельной работы	• Проектор Accer – 1шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19` – 8 шт.. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972); • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензиея GNU LGPL); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания в среде E-learning 4G;

При преподавании дисциплины «Электрические машины», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать

их деятельность при освоении материала. Материалы лекций, в виде слайдов находятся в свободном доступе на в системе E-learning 4G и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к

мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

10.5. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы

Выполнение курсового проекта/ работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Разработка структуры и системы управления электротехнического комплекса на основе топливных элементов.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний,** включающая

- проведение практических работ;
- отчет по практическим работам;
- выполнение курсового проекта;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- экзамен.

11.1.1. Типовые задания для практических работ

Режим доступа https://edu.nntu.ru/ Курс: Топливные элементы

11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета

Вопросы к промежуточной аттестации (Зачет)

1. Классификация топливных элементов по рабочей температуре
2. Принцип работы топливного элемента с полимерной протоннобменной мембраной
3. Принцип работы твердооксидного топливного элемента
4. Структура мембранно-электродного блока ПОМТЭ
5. Водный баланс ПОМТЭ
6. Вольтамперные и мощностные характеристики
7. Процессы деградации мембранно-электродных блоков
8. Влияние режимов работы на процессы деградации
9. Основные направления использования топливных элементов
10. Достоинства и недостатки топливных элементов
11. Влияние внешних условий на выходные характеристики
12. Зоны вольтамперной характеристики
13. Определение КПД топливных элементов
14. Стратегии управления работой энергоустановок с топливными элементами
15. Понятие адаптивного управления

11.1.3. Методические указания к курсовому проектированию

Курсовой проект дисциплиной не предусмотрен.

11.1.4. Защита курсового проекта/ работы.

Защита курсового проекта дисциплиной не предусмотрена.

.....

Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
не менее 90 или указывают конкретное количество тестовых заданий	**55**	**70**

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО E-Learning 4G