

**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 ПИШ:

\_\_\_\_\_ А.В. Тумасов

“19” июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.2.1 «Топливные элементы и водородная энергетика»**

для подготовки магистров

Направление подготовки: 18.04.01 Химическая технология

Направленность: Техника и технологии водородной энергетики

Форма обучения: Очная

Год начала подготовки: 2024

Выпускающая кафедра: ТЭПиХОВ

Кафедра-разработчик: ТЭПиХОВ

Объем дисциплины: 72/2

часов/з.с

Промежуточная аттестация: зачёт с оценкой (3 семестр)

Разработчик: Козырин В.А., к.т.н., доцент

**Нижний Новгород 2024 год**

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07 августа 2020 г. № 910 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 23.04.2024 № 14

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Технология электрохимических производств и химии органических веществ»

*Протокол заседания от «20» мая 2024 г. №8*

Зав. кафедрой к.т.н., доцент, Ивашкин Е.Г. \_\_\_\_\_

Рабочая программа рекомендована к утверждению ученым советом института физико-химических технологий и материаловедения

*Протокол заседания от «21» мая 2024 г. №6*

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 18.04.01-в-14.

Начальник МО \_\_\_\_\_ Н.Р. Булгакова

Заведующая отделом комплектования НТБ

Н.И. Кабанина

(подпись)

## Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ .....	3
<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>12</b>
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	12
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ .....	13
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>16</b>
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>19</b>
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА .....	19
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	19
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	20
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕР- NET», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	21
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	21
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>22</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>23</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..</b>	<b>24</b>
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИ- ПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	24
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА .....	24
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБО- ТАХ .....	24
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯ- ТИЯХ.....	24
10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	24
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>25</b>
11.1. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ .....	25
11.2. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ ЗАЧЕТА С ОЦЕНКОЙ .....	25
11.3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ .....	25

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целью освоения дисциплины являются:** овладение теоретическими основами процессов преобразования химической энергии топлив в электрическую энергию, а также основам методов использования полученной энергии для промышленных и бытовых нужд. Формирование представлений об основах технологии и аппаратного оформления производства топливных элементов, и принципами выбора оптимальных параметров их процессов.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):**

- получить знания об экологических и технико-экономических проблемах развития энергетической базы общества;
- знать физико-химические основы процессов происходящих при разработке различных систем топливных элементов;
- обучение основным методам инженерных расчетов, применительно к топливным элементам, любой конструкции и принципа действия. Основным сведениям о направлениях интенсификации электрохимических процессов и ресурса работы электрохимических энергоустановок;
- приобретение знания основ, необходимых для выполнения курсовых работ и ВКР магистра, а также в практической деятельности магистров по созданию энергоэффективных технологий использования различных видов энергии.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Топливные элементы и водородная энергетика» (Б1.В.ОД.2.1), относится к дисциплинам базовой части обязательной вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ООП по направлению 18.04.01 «Химическая технология», направленность «Техника и технологии водородной энергетики» и осваивается в 3 семестре.

Для успешного освоения дисциплины студенту необходимы знания курсов физики, математики; общей, физической, аналитической и органической химии, теоретической электрохимии, коррозии и защите металлов.

Дисциплина «Топливные элементы и водородная энергетика» является основой для последующего изучения дисциплин «Основы промышленной экологии и безопасность водородных установок», «Основы водородных технологий», «Технологические основы и технологии очистки газов для водородной энергетики». Приобретенные в рамках дисциплины «Топливные элементы и водородная энергетика» умения применяются для изучения предметов по направлению подготовки: «Преддипломная практика», «Производственная практика», «Научно-исследовательская работа», подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы в 4 учебном семестре.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих профессиональных компетенций в соответствии с ОПОП ВО по специальности 18.04.01 «Химическая технология»:

**ПК-3.** Способен к планированию производственной деятельности; обеспечению

мероприятий по контролю и соблюдению технологических регламентов производства; к повышению эффективности производства на основе внедрения новой техники и технологии;

**ПК-4.** Способен к совершенствованию технологического процесса; применению современного оборудования; разработке мероприятий по экономически обоснованному рациональному распределению ресурсо- и природосберегающих технологических процессов и режимов производства

**ПК-6** Готов к эксплуатации лабораторного оборудования и приборов для проведения испытаний углеводородного сырья и продуктов его переработки

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины			
	1	2	3	4
<b>ПК-3</b>				
«Получение водорода из углеводородного сырья» (Б1.В.ОД.1.2) ИПК-3.1, ИПК-3.2				
«Топливные элементы и водородная энергетика» (Б1.В.ОД.2.1) ИПК-3.1				
«ESG, НБИК и технологии замкнутого цикла в формировании новых подходов в химической промышленности» (Б1.В.ОД.6) ИПК-3.3				
«Основы промышленной экологии и безопасность водородных установок» (Б1.В.ДВ.2.1) ИПК-3.1, ИПК-3.2				
Технологическая практика (Б2.П.2) ИПК-3.1				
Преддипломная практика (Б2.П.4) ИПК-3.2				
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (Б3.Д.1)				
<b>ПК-4</b>				
«Получение водорода методом электролиза» (Б1.В.ОД.1.1) ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.3				
«Получение водорода из углеводородного сырья» (Б1.В.ОД.1.2) ИПК-4.2				
«Топливные элементы и водородная энергетика» (Б1.В.ОД.2.1) ИПК-4.1				
«Биологические методы получения водорода» (Б1.В.ОД.1.3) ИПК-4.1, ИПК-4.2				
«Использование водорода в химической технологии» (Б1.В.ОД.2.2) ИПК-4.1				
«Технологические основы и технология очистки газов для водородной энергетики» (Б1.В.ОД.4) ИПК-4.1				
«Основы промышленной экологии и безопасность водородных установок» (Б1.В.ДВ.2.1) ИПК-4.3				
«Основы промышленного строительства и проектирования систем вентиляции» (Б1.В.ДВ.2.2) ИПК-4.1				
«Экономическая оценка производства» (ФТД.4) ИПК-4.3				
Технологическая практика (Б2.П.2) ИПК-4.1,				

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины			
	1	2	3	4
ИПК-4.2				
Преддипломная практика (Б2.П.4) ИПК-4.3				
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (Б3.Д.1)				
<b>ПК-6</b>				
«Получение водорода из углеводородного сырья» (Б1.В.ОД.1.2) ИПК-6.1, ИПК-6.2				
«Аналитическая химия и ФХМА» (ФТД.1) ИПК-6.1, ИПК-6.2, ИПК-6.3				
«Экспериментальные методы анализа» (Б1.В.ДВ.1.2) ИПК-6.2, ИПК-6.3				
«Инструментальные методы исследования» (ФТД.2) ИПК-6.1, ИПК-6.2, ИПК-6.3				
«Основы хроматографического анализа» (ФТД.2) ИПК-6.1, ИПК-6.2, ИПК-6.3				
«Топливные элементы и водородная энергетика» (Б1.В.ОД.2.1) ИПК-6.4				
Преддипломная практика (Б2.П.4) ИПК-6.4				
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (Б3.Д.1)				

### 3.2. Дисциплины, участвующие в формировании компетенций ПК

Код и формулировка компетенций	Наименование дисциплин и практик. Коды индикаторов			
	1 курс		2 курс	
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр
<b>ПК-3.</b> Способен к планированию производственной деятельности; обеспечению мероприятий по контролю и соблюдению технологических регламентов производства; к повышению эффективности производства на основе внедрения новой техники и технологии;	«Получение водорода из углеводородного сырья» (Б1.В.ОД.1.2) ИПК-3.1, ИПК-3.2	«Получение водорода из углеводородного сырья» (Б1.В.ОД.1.2) ИПК-3.1, ИПК-3.2		
			«Топливные элементы и водородная энергетика» (Б1.В.ОД.2.1) ИПК-3.1	
			«Оборудование и основы проектирования химических производств» (Б1.Б.8) ИПК-3.1, ИПК-3.2, ИПК-3.3	
			«ESG, НБИК и технологии замкнутого цикла в формировании новых подходов в химической промышленности» (Б1.В.ОД.6) ИПК-3.3	
			«Основы промышленной экологии и безопасность водородных установок» (Б1.В.ДВ.2.1) ИПК-3.1, ИПК-3.2	
		Технологическая практика (Б2.П.2) ИПК-3.1		Технологическая практика (Б2.П.2) ИПК-3.1
				Преддипломная практика (Б2.П.4) ИПК-3.2
<b>ПК-4.</b> Способен к совершенствованию технологического процесса; применению современного оборудования; разработке мероприятий по экономически обоснованному рациональному распределению ресур-	«Получение водорода методом электролиза» (Б1.В.ОД.1.1) ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.3			
	«Получение водорода из углеводородного сырья» (Б1.В.ОД.1.2) ИПК-3.1, ИПК-3.2	«Получение водорода из углеводородного сырья» (Б1.В.ОД.1.2) ИПК-3.1, ИПК-3.2		
			«Топливные элементы и водородная энергетика» (Б1.В.ОД.2.1) ИПК-4.1	
			«Биологические методы получения водорода» (Б1.В.ОД.1.3) ИПК-4.1,	

Код и формулировка компетенций	Наименование дисциплин и практик. Коды индикаторов			
	1 курс		2 курс	
со- и природосберегающих технологических процессов и режимов производства	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр
			ИПК-4.2	
			«Использование водорода в химической технологии» (Б1.В.ОД.2.2) ИПК-4.1	
			«Технологические основы и технология очистки газов для водородной энергетики» (Б1.В.ОД.4) ИПК-4.1	
			«Основы промышленной экологии и безопасность водородных установок» (Б1.В.ДВ.2.1) ИПК-4.3	
			«Основы промышленного строительства и проектирования систем вентиляции» (Б1.В.ДВ.2.2) ИПК-4.1	
			«Экономическая оценка производства» (ФТД.4) ИПК-4.3	
		Технологическая практика (Б2.П.2) ИПК-3.1		Технологическая практика (Б2.П.2) ИПК-3.1
				Преддипломная практика (Б2.П.4) ИПК-3.2
ПК-6 Готов к эксплуатации лабораторного оборудования и приборов для проведения испытаний углеводородного сырья и продуктов его переработки	«Аналитическая химия и ФХМА» (ФТД.1) ИПК-6.1, ИПК-6.2, ИПК-6.3			
	«Получение водорода из углеводородного сырья» (Б1.В.ОД.1.2) ИПК-3.1, ИПК-3.2	«Получение водорода из углеводородного сырья» (Б1.В.ОД.1.2) ИПК-3.1, ИПК-3.2		
		«Экспериментальные методы анализа» (Б1.В.ДВ.1.2) ИПК-6.2, ИПК-6.3		
		«Инструментальные методы исследования» (ФТД.2) ИПК-6.1, ИПК-6.2, ИПК-6.3		



Код и формулировка компетенций	Наименование дисциплин и практик. Коды индикаторов			
	1 курс		2 курс	
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр
		«Основы хроматографического анализа» (ФТД.2) ИПК-6.1, ИПК-6.2, ИПК-6.3		
			«Топливные элементы и водородная энергетика» (Б1.В.ОД.2.1) ИПК-4.1	
				Преддипломная практика (Б2.П.4) ИПК-6.4

Таблица 3.2 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
Тип профессиональной деятельности – технологический						
Трудовая функция: С/01.7 (ПС 19.002) С/01.7 Планирование производственной деятельности						
ПК-3. Способен к планированию производственной деятельности; обеспечению мероприятий по контролю и соблюдению технологических регламентов производства; к повышению эффективности производства на основе внедрения новой техники и технологии;	ИПК-3.1. Анализирует причины низкого качества продукции, разрабатывает мероприятия по увеличению эффективности производства	Знать: применение водородных источников энергии, альтернативных по отношению к традиционным;	Уметь: умеет применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Владеть: навыками решения производственных задач (кейсов) по комплексному использованию сырья, совершенствованию технологических процессов, повышению качества выпускаемой продукции	Защита рефератов	Вопросы для устного собеседования: билеты
Трудовая функция: D/05.8 (ПС 19.002) D/05.8 Обеспечение и контроль соблюдения технологии производства						

<b>ПК-4.</b> Способен к совершенствованию технологического процесса; применению современного оборудования; разработке мероприятий по экономически обоснованному рациональному распределению ресурсо- и природосберегающих технологических процессов и режимов производства	ИПК-4.1. Управляет разработкой технологического процесса	<b>Знать:</b> основные принципы использования и конструкций соответствующих энергоустановок; изучение методов преобразования природной энергии и энергии вторичных источников в водородную.	<b>Уметь:</b> анализировать производственную и научно-техническую информацию; выявлять способы совершенствования технологических процессов; формировать и обосновывать последовательность и эффективность предлагаемых решений.	<b>Владеть:</b> российским и мировым опытом создания топливных элементов, а также с перспективами водородной экономики	Защита рефератов	Вопросы для устного собеседования: билеты
<b>Трудовая функция:</b> С/01.7 (ПС 19.024) С/01.7 Руководство деятельностью подразделения (лаборатории) по контролю показателей (характеристик) качества углеводородного сырья и продуктов его переработки						
<b>ПК-6</b> Готов к эксплуатации лабораторного оборудования и приборов для проведения испытаний углеводородного сырья и продуктов его переработки	ИПК-6.4 Формирует обоснованные предложения по совершенствованию технологических процессов	<b>Знать:</b> о возобновляемых и не возобновляемых энергоресурсах, основных методах их использования для получения водорода, процессах и устройствах водородной энергетики.	<b>Уметь:</b> производить сравнительный анализ технологий обращения с отходами, реализуемых на закрепленной территории	<b>Владеть:</b> российским и мировым опытом создания топливных элементов, а также с перспективами водородной экономики Осуществляет разработку комплекса мероприятий по предотвращению и снижению вредного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду, а также вовлечению таких отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья	Защита рефератов	Вопросы для устного собеседования: билеты

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. 72 часа, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		3 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>		
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>38</b>	<b>38</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	17	17
лабораторные работы (ЛР)		
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	-	-4
контактная работа на промежуточном контроле (КСР)	4	4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
реферат/эссе (подготовка)	17	17
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
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.)	17	17
Подготовка к зачету с оценкой (контроль)	-	-

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

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	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
3 семестр								
ПК-3, ИПК-1, ПК-4, ИПК-4,1, ПК-6, ИПК-6,4	Раздел 1. Введение. Предмет и содержание курса.						Диагностический безопечный контроль, взаимоконтроль; 1.Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 2.физический диктант, блицопрос; 3.Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами. При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобранных вопросов и заданий и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения.	Конспект лекций
	Тема 1.1. Применение водорода для производства энергии	0,5			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	Тема 1.2. Топливные элементы (ТЭ). Принцип действия топливных элементов.	0,5			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	Тема 1.3. Виды топлив. Электродные реакции, термодинамика и кинетика. Катализаторы.	1,0			2,0	Подготовка к лекциям		
	Тема 1.4. Электрические характеристики – КПД, мощность, ресурс	0,5		2,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям		
	Тема 1.5. Газодиффузионный электрод, принцип работы.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				6,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	3		2,0	6,00			
	ПК-3, ИПК-1, ПК-4, ИПК-4,1, ПК-6,	Раздел 2. Основные типы топливных элементов и энергоустановок						

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	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
ИПК-6,4									
	Тема 2.1. Классификация топливных элементов. Водородно-кислородные (воздушные) ТЭ.	0,5			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]	В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории.		
	Тема 2.2. ТЭ со щелочным электролитом. Механизм электродных реакций окисления водорода и восстановления кислорода.	1,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]			
	Тема 2.2.1. Выбор состава электролита. Конструкции электродов. Мембраны. Мембранно-электродный блок.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.3.4], [6.1.2], [6.1.4]			
	Тема 2.2.2. Энергоустановки на основе ТЭЩЭ, электрические характеристики. Ресурс.	0,5		2,0	2,0	Подготовка и защита рефератов [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		Презентация	
	Тема 2.2. Энергоустановки на ТЭ с твердым полимерным электролитом (ТЭТПЭ). Механизм электродных реакций окисления водорода и восстановления кислорода.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		Диагностический безоценочный контроль, взаимоконтроль;	
	Тема 2.2.1. Ионоселективные мембраны с твердым полимерным электролитом	0,5		2,0	2,0	Подготовка и защита рефератов [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		Презентация	Конспект лекций
	Тема 2.2.2. Мембранно-электродный блок. Конструкции, катализаторы.	0,5		2,0	2,0	Подготовка и защита рефератов [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		Презентация	
	Тема 2.2.3. Энергоустановки на основе ТЭТПЭ, электрические характеристики. Ресурс.	1,0		2,0	2,0	Подготовка и защита рефератов [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		Презентация	
	Тема 2.3. Энергоустановки с	1,0				Подготовка к лекциям		При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспе-	

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используе- мых активных и интер- активных образователь- ных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
ПК-3, ИПК-1, ПК-4, ИПК-4,1, ПК-6, ИПК-6,4	фосфорнокислым электролитом (ТЭФКЭ). Механизм электродных реакций окисления водорода и восстановления кислорода.					[6.3.4], [6.1.2], [6.1.4]	риментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам.  Презентация  Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения.	
	<b>Тема 2.3.1.</b> Выбор состава электролита. Конструкции электродов. Мембраны. Мембранно-электродный блок.	0,5			0,5	Подготовка к лекциям [6.3.4], [6.1.2], [6.1.4]		
	<b>Тема 2.3.2.</b> Энергоустановки на основе ТЭФКЭ, электрические характеристики. Ресурс.	0,5		2,0	2,0	Подготовка и защита рефератов [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	<b>Тема 2.4.</b> Энергоустановки на основе расплавленного карбонатного электролита (РКТЭ). Механизм электродных реакций окисления водорода и восстановления кислорода.	0,5			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	<b>Тема 2.4.1.</b> Выбор состава электролита. Конструкции электродов. Мембраны. Мембранно-электродный блок.	0,5			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	<b>Тема 2.4.2.</b> Энергоустановки на основе РКТЭ, электрические характеристики. Ресурс.	1,0		2,0	2,0	Подготовка и защита рефератов [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	<b>Тема 2.5.</b> Энергоустановки на основе твердооксидного электролита (ТОТЭ). Механизм электродных реакций окисления водорода и восстановления кислорода.	1,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.3.4], [6.1.2], [6.1.4]		
ПК-3, ИПК-1, ПК-4, ИПК-4,1, ПК-6, ИПК-6,4	<b>Тема 2.5.1.</b> Твердый оксидный электролит, принцип проводимо-	1,0			2,0	Подготовка к лекциям	Презентация  В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их	

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используе- мых активных и интер- активных образователь- ных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
	сти. Конструкции электродов. Мембраны. Мембранно- электродный блок.						значимости в теории.	
	Тема 2.5.2. Энергоустановки на основе ТОТЭ, электрические ха- рактеристики. Ресурс.	1,0		2,0	3,0	Подготовка к лекциям Подготовка и защита рефератов [6.3.4], [6.1.2], [6.1.4]		Презентация
	Тема 2.6. Микробиологические топливные элементы	1,0		1,0	2,0	Подготовка и защита рефератов	Презентация	
	Практические занятие			15				
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				29,0			
	реферат, эссе (тема)			13,0				
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	14,0		15,0	29,0			
	ИТОГО по дисциплине	17,0		17,0	34,0			

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

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам практических работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета с оценкой в 3 семестре.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Технология электрохимических производств и химии органических веществ».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле, оценка выполнения практических работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Зачет с оценкой	Практические работы
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».



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 тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
<b>ПК-3.</b> Способен к планированию производственной деятельности; обеспечению мероприятий по контролю и соблюдению технологических регламентов производства; к повышению эффективности производства на основе внедрения новой техники и технологии	ИПК-3.1. Анализирует причины низкого качества продукции, разрабатывает мероприятия по увеличению эффективности производства	Не знаком с физико-химическими методами анализа материалов для решения задач профессиональной деятельности. Не имеет понятия о современном состоянии исследований в указанных областях знаний.	Слабо знаком с физико-химическими методами анализа материалов для решения задач профессиональной деятельности. Имеет слабые понятия о современном состоянии исследований в указанных областях знаний.	Хорошо знаком с физико-химическими методами анализа материалов для решения задач профессиональной деятельности. Имеет нормальные понятия о современном состоянии исследований в указанных областях знаний.	Владеет физико-химическими методами анализа материалов для решения задач профессиональной деятельности. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.
<b>ПК-4.</b> Способен к совершенствованию технологического процесса; применению современного оборудования; разработке мероприятий по экономически обоснованному рациональному распределению ресурсо- и природосберегающих технологических процессов и режимов производства	ИПК-4.1. Управляет разработкой технологического процесса	Не знаком с основными принципами использования и конструкций соответствующих энергоустановок и методов преобразования природной энергии и энергии вторичных источников в водородную Не имеет понятия о современном состоянии исследований в указанных областях знаний.	Слабо знаком с основными принципами использования и конструкций соответствующих энергоустановок и методов преобразования природной энергии и энергии вторичных источников в водородную Имеет слабые понятия о современном состоянии исследований в указанных областях знаний.	Хорошо знаком с основными принципами использования и конструкций соответствующих энергоустановок и методов преобразования природной энергии и энергии вторичных источников в водородную.  Способен анализировать производственную и научно-техническую информацию; выявлять	Владеет основными принципами использования и конструкций соответствующих энергоустановок и методов преобразования природной энергии и энергии вторичных источников в водородную. Способен анализировать производственную и научно-техническую информацию; выявлять способы совершенствования технологических процессов; формировать и обосновы-

				способы совершенствования технологических процессов. Имеет нормальные понятия о современном состоянии исследований в указанных областях знаний.	вать последовательность и эффективность предлагаемых решений. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.
<b>ПК-6</b> Готов к эксплуатации лабораторного оборудования и приборов для проведения испытаний углеводородного сырья и продуктов его переработки	ИПК-6.4 Формирует обоснованные предложения по совершенствованию технологических процессов	Не знаком с возобновляемыми и не возобновляемыми энергоресурсами, не знает основные методы их использования для получения водорода, процессы и устройства в водородной энергетике, не знаком с российским и мировым опытом создания топливных элементов.	Слабо знаком с российским и мировым опытом создания топливных элементов, а также с перспективами водородной экономики. Имеет слабые понятия о современном состоянии лабораторного оборудования и приборов для проведения испытаний углеводородного сырья и продуктов его переработки	Знаком с российским и мировым опытом создания топливных элементов, а также с перспективами водородной экономики, знает основные методы получения водорода, технологические процессы и устройства в водородной энергетике. Проводит экспериментальные исследования и испытания, допуская небольшие ошибки.	Твердо знает методику экспериментальных исследований и испытаний углеводородного сырья и продуктов его переработки при создании топливных элементов в соответствии с утвержденными методиками. Проводит безошибочно экспериментальные исследования и испытания. Осуществляет разработку комплекса мероприятий по совершенствованию технологических процессов и предотвращению и снижению вредного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду.

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> 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 <b>«хорошо»</b> 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 <b>«удовлетворительно»</b> 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 <b>«неудовлетворительно»</b> 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, печатные издания библиотечного фонда, электронные издания.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль). Издания, находящиеся в электронном доступе (электронный ресурс), удовлетворяют этому требованию автоматически. Электронный доступ приведен в виде ссылок после обычного описания издания.

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.1	Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А.	Электрохимия	СПб.,: Издательство «Лань», 2015. – 672 с	Учебное пособие (Учебник для вузов. Специальная литература).	1
6.1.2	Лукомский Ю.Я.	Физико-химические основы электрохи-	Долгопрудный: из-д дом «Интеллект»,	Учебник, рек-но ин-т физ. химии и электрохимии им.	28

		мии	2008. – 424 с	А.Е.Фрумкина, РАН	
6.1.3.	Коровин Н.В.	Электрохимическая энергетика	М.: «Энергоатомиздат», 1991. – 264 с		
6.1.4.	Козлов С.И., Фатеев В.Н., Под ред. Велихова Е.П.	Водородная энергетика: Современное состояние, проблемы, перспективы	М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2022. – 504 с. – (Золотой фонд нефтегазовой науки)		
6.1.5.	Коровин Н.В.	Топливные элементы и электрохимические энергоустановки	М.: Изд-во МЭИ, 2005. – 278 с		
6.1.6.	Ротинян А.Л.	Теоретическая электрохимия	М.: Студент, 2013	Учебник	15
6.1.7.	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.		
6.1.8.	Зайков Ю.П., Ковров В.А., Катаев А.А.	Электрохимия расплавленных солей:	Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. — 90 с	практикум	[Электронный ресурс]
6.1.9.	Миомандр Ф., Садаки С., Одебер П.	Электрохимия	М.: Высшее образование, 2008	учебник	10

## 6.2. Справочно-библиографическая литература.

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.2.1.	Виссарионова В.И.	Энергетическое оборудование для использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии	М.: [Б.и.], 2004. - 448 с	Справочник	10
6.2.2.	Салем Р.Р.	Физическая химия. Начала теоретической электрохимии	М.: Ком.книга, 2005	-	30
6.2.3.	Варламов В.Р.	Современные источники питания	М.: ДМК Пресс, 2001. - 224	Справочник	20

### 6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Топливные элементы и водородная энергетика» находятся на кафедре «Технология электрохимических производств и химии органических веществ».

## 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 ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

### 7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
4	TNT-ebook	<a href="https://www.tnt-ebook.ru/">https://www.tnt-ebook.ru/</a>

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.

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	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>

## 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

№	Наименование аудиторий и помещений кафедры	Оснащенность аудиторий и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	1160 лаборатория СОП Экспериментальная лаборатория «Лаборатория плазмохимические технологии», компьютерный класс (для проведения занятий лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов, курсового проектиро-	1. Доска магнитно-маркерная; 2. Рабочее место преподавателя; 3. Рабочее место студента - 12 чел. 4 Персональные компьютеры, Intel(R) Core(TM) i3-3220 CPU @ 3.30 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 500, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (10 шт.) 5. Персональные компьютеры, Intel(R) Pentium(R) CPU G2030 @ 3.00 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 1000, в	1. Windows SL 8.1 (подписка Dr. Spark Prem. 700087777); (13 шт) 2. Adobe Acrobat Reader X (Free-ware); 3. Ms Office St 2013 (Ms Open License № 62381369) (13 шт); 4. Ms Access 2007(Dr. Spark Prem. 700087777) (13 шт); 5. AutoCAD 2019 (Сетевая серв.lic5 (НГТУ)) (13 шт); 6. Dr.Web (Обще инстит. подпис-

№	Наименование аудиторий и помещений кафедры	Оснащенность аудиторий и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
	вания, выполнения курсовых работ); 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (3 шт.) 6. Персональные компьютеры, Intel(R) Core(TM)2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1,00 ГБ ОЗУ /HDD 159,9, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (2 шт.); 7. Многофункциональный аппарат Xerox work center PE 220 8. Принтер HP LaserJet 1020	ка) (15 шт); 7. ZView (Freeware); 8. AnyLogic (Free PLE ); 9. Deductor Academic (бесплатная некоммерческая версия Deductor); 10. VirtualBox (Free); 11. Cell-Design (Demo); 12. Малая ЭС 2.0 (Free); 13. ADTester (Free); 14. DBSolveOptimum (Free); 15. MSOffice 2007 Standard Russian Academic OPEN No Level (Microsoft Open License Academic № 45990647 (бессрочная)) (1 шт.); 16. WinXP (Dream Spark Premium 700087777) (2 шт.); 17. ABBYY Fine Reader 9.0 Corporate Edition (AF90-3S1P03-102 бессрочная) (1 шт.); 18. Zoom (Free) (1 шт.).
2	1345 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Технология электрохимических производств и химии органических веществ»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Рабочее место преподавателя; 4. Рабочее место студента - 28 чел. 5. Мультимедийный проектор Epson ER; 6. Персональный компьютер, Intel(R) Core(TM) i3-3220 CPU @ 3.30 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 500.	1. Windows SL 8.1 (подписка Dr. Spark Prem, договор № 0509/KMP от 15.10.18); 2. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024) Распространяемое по свободной лицензии: 3 Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 4. P7 офис 5. Zoom (Free) (1 шт.)

## 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.

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

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ТЭП и ХОВ» и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях, практических и 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, Zoom.

Иницируется 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 компетенций 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 лабора-



торным 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**

Не предусмотрены

### **10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

#### **10.5. 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 разделе 9). 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.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ТЭП и ХОВ».

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

- теоретический опрос и защита рефератов на практических занятиях;
- зачет с оценкой.

### **11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ**

Не предусмотрены

### **11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой**

#### **11.2.1. Вопросы к зачету с оценкой, проводимому по окончании 3 семестра**

1. Применение водорода для производства энергии
2. Топливные элементы (ТЭ). Принцип действия топливных элементов.
3. Электрохимические энергетические установки (электрохимические генераторы) – состав и назначение компонентов

3. Виды топлив. Электродные реакции окисления топлив.
4. Водородно-кислородные (воздушные) ТЭ, термодинамика процессов в зависимости от температуры эксплуатации. ЭДС.
5. Кинетические параметры электрохимических электродных реакций, виды поляризаций, перенапряжение, ток обмена.
6. Электрические характеристики ТЭ – Напряжение разомкнутой цепи (ЭДС), рабочее напряжение, КПД, мощность, ресурс.
7. Газодиффузионный электрод, принцип работы.
8. Водородно-кислородные (воздушные) ТЭ. Классификация топливных элементов.
9. ТЭ со щелочным электролитом. Механизм электродной реакции окисления водорода, кинетические параметры, катализаторы.
10. ТЭ со щелочным электролитом. Механизм электродной реакции восстановления кислорода, кинетические параметры, катализаторы.
11. Выбор состава электролита.
12. Мембраны и диафрагмы. Назначение и требования.
13. Мембранно-электродный блок. Конструкции электродов.
12. Энергоустановки на основе ТЭЩЭ, электрические характеристики. Ресурс.
13. ТЭ с твердым полимерным электролитом (ТЭТПЭ). Механизм электродной реакции окисления водорода, кинетические параметры, катализаторы.
14. ТЭ с твердым полимерным электролитом (ТЭТПЭ). Механизм электродной реакции восстановления кислорода, кинетические параметры, катализаторы.
15. Ионоселективные мембраны с твердым полимерным электролитом. Принцип работы протон проводящей мембраны. Основные требования и характеристики.
16. ТЭ с твердым полимерным электролитом (ТЭТПЭ). Мембранно-электродный блок. Конструкции ТЭ.
17. Энергоустановки на основе ТЭТПЭ, электрические характеристики. Ресурс.
18. ТЭ с фосфорнокислым электролитом (ТЭФКЭ). Механизм электродных реакций окисления водорода и восстановления кислорода.
19. ТЭ с фосфорнокислым электролитом (ТЭФКЭ). Выбор состава электролита. Мембраны. Мембранно-электродный блок.
20. Энергоустановки на основе ТЭФКЭ, электрические характеристики. Ресурс.
21. ТЭ на основе расплавленного карбонатного электролита (РКТЭ). Механизм электродных реакций окисления водорода и восстановления кислорода.
22. ТЭ на основе расплавленного карбонатного электролита (РКТЭ). Выбор состава электролита. Конструкции электродов. Мембраны. Мембранно-электродный блок.
23. Энергоустановки на основе РКТЭ, электрические характеристики. Ресурс.
24. ТЭ на основе твердого оксидного электролита (ТОТЭ). Механизм электродных реакций окисления водорода и восстановления кислорода.
25. Твердый оксидный электролит, принцип проводимости. Влияние температуры.
26. ТЭ на основе твердого оксидного электролита (ТОТЭ). Конструкции электродов. Мембраны. Мембранно-электродный блок.
27. Энергоустановки на основе ТОТЭ, электрические характеристики. Ресурс.
28. Микробиологические топливные элементы

### **11.3. Типовые задания для текущего контроля**

#### **Темы рефератов:**

1. Энергоустановки на основе ТЭЩЭ, электрические характеристики. Области применения
2. Энергоустановки на основе ТЭЩЭ, ресурс – структура деградации ТЭ.
3. Перфторированная полимерная протонообменная мембрана Nafion<sup>®</sup>, принцип работы, характеристики.
4. Энергоустановки на основе ТЭТПЭ. Мембранно-электродный блок. Конструкции ТЭ.

5. Энергоустановки на основе ТЭТПЭ, электрические характеристики. Области применения.
6. Энергоустановки на основе ТЭТПЭ, ресурс – структура деградации ТЭ.
7. Энергоустановки на основе ТЭФКЭ, мембранно-электродный блок. Конструкции ТЭ.
8. Энергоустановки на основе ТЭФКЭ, электрические характеристики. Области применения. Ресурс.
9. Твердый оксидный электролит, принцип проводимости. Влияние температуры.
10. Энергоустановки на основе ТОТЭ, мембранно-электродный блок. Конструкции ТЭ.
11. Энергоустановки на основе ТОТЭ, электрические характеристики. Ресурс.
12. Микробиологические топливные элементы