

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)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ПИШ:

подпись А.В. Тумасов
ФИО

“24” января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.6 Производство, хранение и транспорт водорода

(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 ЭПА

Объем дисциплины 72/2
часов/з.е.

Промежуточная аттестация: зачет

Разработчик: Чугров А.А., ассистент каф. ЭПА

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 28 февраля 2018 года №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-12
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).....	4
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.	14
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	14
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА	16
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.	16
6.3. ПЕРЕЧЕНЬ ЖУРНАЛОВ ПО ПРОФИЛЮ ДИСЦИПЛИНЫ:.....	17
6.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	18
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	18
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	19
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	19
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	20
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА.....	21
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ.....	21
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	21
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	22
11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	22
11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ	22
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена.....	22

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Производство, хранение и транспорт водорода» является формирование знаний и навыков в области технологий производства, безопасного хранения и эффективной транспортировки водорода, а также понимания ключевых аспектов его применения в энергетике и промышленности.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучить основные аспекты производства водорода, его транспортировки и хранения;
- изучение вопросов безопасности при работе с водородом;
- оценка экологических и экономических аспектов водородной энергетики;
- разобраться в устройствах и установках для синтеза водорода;
- анализ современных тенденций и перспектив развития водородной инфраструктуры.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Производство, хранение и транспорт водорода» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП Б1.В.ОД.6. 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 «Производство, хранение и транспорт водорода» являются Математика, Физика, Химия, Материаловедение, Теоретические основы электротехники бакалавриата по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина Производство, хранение и транспорт водорода является основополагающей для изучения следующей дисциплины: Электрогенерирующие комплексы на основе водорода, Топливные элементы, Альтернативные источники электрической энергии.

Рабочая программа дисциплины «Производство, хранение и транспорт водорода» 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 ПК-4	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»			
	1	2	3	4
Преобразовательная техника	x			
Производство, хранение и транспорт водорода	x			
Топливные элементы		x		
Электрогенерирующие комплексы на основе водорода		x	x	

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно ПК-4	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра по /специалиста/ <u>магистра</u> »			
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Автономные энергоустановки и системы		<i>x</i>	<i>x</i>	
Компьютерные, сетевые и информационные технологии			<i>x</i>	
Проектная практика			<i>x</i>	<i>x</i>
Преддипломная практика				<i>x</i>
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				<i>x</i>

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
ПК-4. Способен проектировать объекты профессиональной деятельности	ИПК-4.1. Способен применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение автономных электрогенерирующих комплексов, в том числе в атомной энергетике ИПК-4.2. Способен разрабатывать проектную документацию на различных стадиях проектирования электрогенерирующих комплексов, в том числе в атомной энергетике	Знать: - технологические процессы производства водорода (ИПК-4.1) - нормативно-правовые требования для хранения и транспортировки водорода (ИПК-4.2) - методы транспортировки водорода (ИПК-4.1)	Уметь: - разрабатывать проектные решения (ИПК-4.2) - проектировать системы хранения и транспортировки водорода (ИПК-4.2) - оценивать безопасность объектов (ИПК-4.1)	Владеть: - программными средствами для моделирования и оптимизации проектирования объектов (ИПК-4.1) - методами расчета и анализа данных (ИПК-4.2)	Темы рефератов по дисциплине.	Вопросы для устного собеседования и опроса.

Трудовая функция: С/01.7 «Разработка концепции и технического задания на проектирование ИСУ объектами электроэнергетики»

Квалификационные требования к ТФ:

Трудовые действия:

- разработка предварительных проектных решений для ИСУ;
- разработка требований к ИСУ и ее частям;
- разработка вариантов архитектуры ИСУ;
- разработка цифровой модели функционирования ИСУ;

Трудовые умения:

- определять структуру технического задания и частных технических заданий на проектирование ИСУ;
- определять состав проектной документации в соответствии с определенным комплексом ИСУ;

Трудовые знания:

- передовые технические решения и технологии, используемые в проектах ИСУ;

- состав и структура программно-технического комплекса ИСУ объектами электроэнергетики;
- функциональное назначение уровней программно-технического комплекса ИСУ объектами электроэнергетики;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. 72 часов, распределение часов по видам работ 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
		№ сем 1
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72	72
1. Контактная работа:	38	38
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	34	34
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др.)		
лабораторные работы (ЛР)		
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	34	34
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 (контроль)		

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 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					
1 семестр									
ПК-4 ИПК-4.1 ИПК-4.2	Раздел 1. Введение в дисциплину.								
	Тема 1.1. Общие вопросы дисциплины Концепция водородной энергетики. История возникновения водородной энергетики и её текущее положение. Водород и его свойства. Основные сферы применения. Меры безопасности при использовании водорода.	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.]-[6.1.5]	Презентация.		
ПК-4 ИПК-4.1 ИПК-4.2	Раздел 2. Методы получения водорода.								
	Тема 2.1. Общие вопросы получения водорода Основные физико-химические свойства водорода. Производство водорода и структура его потребления. Методы получения водорода.	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.]-[6.1.5]	Презентация.		
	Тема 2.2. Химические методы получения водорода Получение водорода электролизом воды. Паровая конверсия метана. Парциальное окисление метана. Газификация угля. Получение во-	6			6	подготовка к лекциям [6.1.1.]-[6.1.5]	Презентация, модуль виртуальной лаборатории.		

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используе- мых активных интерактив- ных образовательных тех- нологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудо- емкость в ча- сах)
		Контактная работа			Самостоятельная ра- бота студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	дорода термическим разложением воды. Получение водорода фотока- талитическим разложением воды. Получение водорода биохимиче- ским разложением воды. Получе- ние водорода в твердотельных электрохимических устройствах. Побочные продукты и экологиче- ские аспекты. Сравнение эффек- тивности методов.								
	Тема 2.3. Физические методы по- лучения водорода Короткоцикловая адсорбция. Мем- бранные технологии. Криогенная очистка. Использование ядерной энергетики для получения водоро- да. Реакторы для ядерного произ- водства водорода. Получение водо- рода с помощью альтернативных источников энергии. Новые направления в получении водорода. Сравнение эффективности методов.	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.]- [6.1.5]	Презентация, модуль вирту- альной лаборатории.		
ПК-4 ИПК-4.1 ИПК-4.2	Раздел 3. Методы хранения водорода.								
	Тема 3.1. Хранение водорода Риски утечек (датчики), взрыво- опасность. Нормативные требова- ния (ISO, ГОСТ). Классификация методов хранения водорода. Хра- нение газообразного водорода при	6			6	подготовка к лекциям [6.1.1.]- [6.1.5]	Презентация.		

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используе- мых активных интерактив- ных образовательных тех- нологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудо- емкость в ча- сах)
		Контактная работа			Самостоятельная ра- бота студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	обычном давлении. Хранение газо- образного водорода под давлением. Хранение жидкого водорода при низких температурах. Хранение водорода в адсорбированном со- стоянии. Хранение водорода в хи- мически связанном состоянии. Хранение при помощи жидких ор- ганических носителей. Хранение в виде гидридов металлов. Металло- гидридные компрессоры водорода. Металлогидридные тепловые насо- сы.								
	Тема 3.2. Материалы для водо- родной инфраструктуры Водородное охрупчивание метал- лов. Композитные материалы для баллонов и трубопроводов.	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.]- [6.1.8]	Презентация.		
ПК-4 ИПК-4.1 ИПК-4.2	Раздел 4. Методы транспортировки водорода.								
	Тема 4.1. Общие вопросы транс- порт водорода, его распределение Риски, связанные с транспортиров- кой водорода. Технология сжиже- ния водорода. Международные проекты транспорта.	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.]- [6.1.8]	Презентация.		
	Тема 4.2. Виды транспортировки водорода в промышленных мас- штабах Трубопроводный метод. Наземный метод. Автомобильный метод.	4			4	подготовка к лекциям [6.1.1.]- [6.1.8]	Презентация.		

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используе- мых активных интерактив- ных образовательных тех- нологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудо- емкость в ча- сах)
		Контактная работа			Самостоятельная ра- бота студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Транспортировка с помощью носи- телей. Транспорт криогенными ци- стернами: проекты и эксплуатация.								
ПК-4 ИПК-4.1 ИПК-4.2	Раздел 5. Экономические, экологические и стратегиче- ские перспективы развития водородной энергетики.								
	Тема 5.1. Экономические и эко- логические вопросы внедрения водорода Себестоимость производства (се- рый/синий/зелёный водород и что это). Затраты для производства и транспорта. Влияние на снижение CO ₂ . Использование водорода в межотраслевых энерготехнологи- ческих комплексах.	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.]- [6.1.8]	Презентация.		
	Тема 5.2. Водородный транспорт Стратегии развития и потенциал. Топливные элементы, заправки: стандарты и инфраструктура.	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.]- [6.1.8]	Презентация, модуль вирту- альной лаборатории.		
	Тема 5.3. Государственные стра- тегии развития водорода Национальные программы (ЕС, США, Китай, Россия). Стимулы для «зеленого» водорода.	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.]- [6.1.8]	Презентация.		
	Тема 5.4. Перспективы использо- вания водорода в энергетике Термоядерный синтез и водород. Искусственный фотосинтез. Обзор ключевых тенденций. Развитие во-	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.]- [6.1.8]	Презентация.		

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используе- мых активных интерактив- ных образовательных тех- нологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудо- емкость в ча- сах)
		Контактная работа			Самостоятельная ра- бота студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	дородной промышленности в раз- ных странах по годам.								
	РГР								
	Контрольная								
	Курсовой проект / работа								
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34	0	0	34				
	ИТОГО по дисциплине	34	0	0	34				

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. Темы рефератов для текущего контроля знаний обучающихся сформированы и представлены в списке:

- Методы производства и получения водорода с помощью угля. Экономические показатели этих процессов.
- Источники энергии для получения водорода.
- Установки для получения водорода.
- Техничко-экономические показатели производства водорода путем электролиза воды. Термодинамические основы термохимического разложения воды.
- Получение водорода путем электролиза морской воды. Основные типы электролизеров и их характеристики.
- Термохимические и комбинированные циклы производства водорода из воды. Техничко-экономические показатели.
- Прочие методы получения водорода.
- Разделение компонентов при производстве водорода.
- Плазмохимические методы получения водорода.
- Использование водорода в химии и других отраслях народного хозяйства. Товарный и энерготехнологический водород.
- Использование водорода в межотраслевых энерготехнологических комплексах.
- Перспективы применения водорода и синтетических топлив в автомобильном транспорте.
- Перспективы применения жидкого водорода в авиации.
- Процессы потребления водорода и перспективы их развития.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

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

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

5.1.2. При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырех-балльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет/зачет с оценкой/экзамен) представлен в п. 11.1.2.

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 кон- троля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-4. Способен проектировать объекты профессиональной деятельности	ИПК-4.1. Способен применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение автономных электрогенерирующих комплексов, в том числе в атомной энергетике	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Непонимание принципов и базовых знаний в области производства, хранения и транспорта водорода.	Фрагментарные, поверхностные знания по производству, хранению и транспорту водорода. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений.	Знает материал по производству, хранению и транспорту водорода на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала по производству, хранению и транспорту водорода; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании.
	ИПК-4.2. Способен разрабатывать проектную документацию на различных стадиях проектирования электрогенерирующих комплексов, в том числе в атомной энергетике	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Непонимание принципов и базовых знаний в области производства, хранения и транспорта водорода.	Фрагментарные, поверхностные знания по производству, хранению и транспорту водорода. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений.	Знает материал по производству, хранению и транспорту водорода на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала по производству, хранению и транспорту водорода; 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
Высокий 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 Шпильрайн Э. Э. и др. Введение в водородную энергетику / Э. Э. Шпильрайн, С. П. Малышенко, Г. Г. Кулешов; Под ред. В. А. Легасова. — М.: Энергоатомиздат, 1984, — 264 с., ил.

6.1.2 Получение, хранение и применение водорода. Новые идеи и перспективные разработки / Российская академия наук, Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук ; редакционная коллегия: Алдошин Сергей Михайлович [и др.]. - Москва : РАН, 2023. - 383 с. : ил. - Библиогр. в конце ст. - 300 экз. - ISBN 978-5-907645-28-8

6.2. Справочно-библиографическая литература.

— учебники и учебные пособия

6.2.1 Общая энергетика : учебник : в 2 книгах / В. П. Горелов, С. В. Горелов, В. С. Горелов и др. ; под ред. В. П. Горелова, Е. В. Ивановой. — Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. — Книга 1. Альтернативные источники энергии. — 435 с. : ил., табл., схем. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447693> (дата обращения: 13.05.2025). — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-4475-5763-8. — DOI 10.23681/447693. — Текст : электронный.

6.2.2 Арутюнов, В. С. Проблемы и вызовы водородной энергетики / В. С. Арутюнов // Горение и плазмохимия. — 2021. — Т. 19, № 4. — С. 245-255. — DOI 10.18321/crc462. — EDN EYAIKZ.

6.2.3 Свод правил СП 162Л330610.2014. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ, ХРАНЕНИИ, ТРАНСПОРТИРОВАНИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЖИДКОГО ВОДОРОДА. Издательство Москва, 2014. — 179 с.

6.2.4 Роза, А. В. д. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы : учебное пособие / А. В. д. Роза ; А. да Роза ; пер. с англ. под ред. С. П. Малышенко и О. С. Попеля. — Москва : Изд. дом МЭИ, 2010. — 704 с.: ил. — ISBN 978-5-91559-054-9. — EDN QMKZIN.

- 6.2.5 Радченко Р. В., Мокрушин А. С., Тюльпа В. В. Водород в энергетике : учебное пособие / М-во образования РФ, Уральский федеральный ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, [Уральский энергетический ин-т]. — Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2014. — 229 с. : ил., табл., цв. ил. — URL: <https://e.lanbook.com/book/98997> (дата обращения: 13.05.2025)
- 6.2.6 Полякова, Т. В. Состояние и перспективы развития водородной энергетики / Т. В. Полякова // Вестник МГИМО Университета. — 2012. — № 1(22). — С. 156-164. — EDN OPFMXF.
- 6.2.7 Анимица, И. Е. Материалы для водородной энергетики : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 020100 "Химия" и специальности 020101 "Химия" / И. Е. Анимица, Н. А. Кочетова, А. Я. Нейман ; И. Е. Анимица, Н. А. Кочетова, А. Я. Нейман ; Федеральное агентство по образованию, Уральский гос. ун-т им. А. М. Горького. — Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2009. — (Нанотехнологии и перспективные материалы). — 132 с. — ISBN 978-5-7996-0483-7. — EDN OVOYBK.
- 6.2.8 Водородные энергетические технологии : Материалы семинара лаборатории ВЭТ ОИВТ РАН: сборник научных трудов / Редколлегия: Д.О. Дуников (отв. ред.) [и др.]. Том Выпуск 1. — Москва : Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт высоких температур Российской академии наук, 2017. — 190 с. — EDN YEAMEU.
- 6.2.9 Альтернативные топлива. Водород: свойства, получение и хранение : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / авт.-сост.: С. В. Беляев, А. А. Селивёрстов, Г. А. Давыдов. — Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2016. — 60 с. : табл., рис. — URL: <http://elibrary.petsu.ru/books/23815> (дата обращения: 27.04.2025)
- 6.2.10 Полякова Т.В. Состояние и перспективы водородной энергетики в России и в мире. Аналитическая записка. — МГИМО, 2009. — URL: https://mgimo.ru/files/120132/polyakova_vodorod.pdf (дата обращения: 27.04.2025)
- 6.2.11 Кузык Б. Н., Яковец Ю. В. Россия: стратегия перехода к водородной энергетике. — М. : Институт экономических стратегий, 2007. — 398, [1] с. : цв. ил. — Библиогр. в подстроч. прим.
- 6.2.12 Марченко, О. В. Анализ эффективности производства водорода с применением ветроэнергетических установок и его использования в автономной энергосистеме / О. В. Марченко, С. В. Соломин // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. — 2007. — № 3(47). — С. 112-118. — EDN HZVBPF.
- 6.2.13 Яковлев, В. В. К вопросу транспортировки, хранения и использования водорода / В. В. Яковлев, Д. А. Огорелков // Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта : сборник статей, Екатеринбург, 16 декабря 2020 года / Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2021. — С. 149-150. — EDN WSBITJ.
- 6.2.14 Экология, энергетика, энергосбережение : бюллетень / под редакцией академика РАН А.В. Клименко. — Москва : ПАО «Мосэнерго», 2023. — ISBN 978-5-383-01681-7
- 6.2.15 Тарасов, Б. П. Водородная энергетика: прошлое, настоящее, виды на будущее / Б. П. Тарасов, М. В. Лотоцкий // Российский химический журнал. — 2006. — Т. 50, № 6. — С. 5-18. — EDN HZYYSL.
- 6.2.16 Николаева, Е. Ю. Методы получения водорода в промышленности / Е. Ю. Николаева // Инновационное развитие техники и технологий в промышленности (ИНТЕКС-2022) : сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием, Москва, 18–20 апреля 2022 года. Том Часть 2. — Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)", 2022. — С. 221-224. — EDN ATDVDC.

6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:

- 6.3.1. Научно-технический и научно-производственный журнал Электротехника
 6.3.2. Научно-технический журнал Электричество
 6.3.3. Научно-технический журнал Электротехнические комплексы и системы

6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям:
Не предусмотрены.

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/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.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
1. Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18)	1. Open Office
2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
3. Dr.Web (С/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024, до 30.05.25)	
4. ВЛК Возобновляемая энергетика – Модуль «Водородная энергетика» (лицензионный ключ 981E07DF273C4DC23214A10D8FD26CBB).	

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 10 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 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной
---	---	---

	системы	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 «Техксперт»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 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 11 -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 12 перечислены:

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

Таблица 12 - 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	Научно-исследовательская лаборатория "Электроэнергетические системы и сети" № 1129 учебного корпуса № 1	1. Персональные компьютеры (Intel Core3-3240/4 Gb RAM/NVIDIA GeForce GT 670/HDD 500) с подключением к интернету - 2 шт. 2. Рабочих мест преподавателя – 1. 3. Рабочее место студента – 10.	1. Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655) 3. Dr. Web (С/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024, до 30.05.25) 4. ВЛК Возобновляемая энергетика – Модуль «Водородная энергетика» (лицензионный ключ 981E07DF273C4DC23214A10D8FD26CBB).

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 проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая система оценивания;
- Виртуальный лабораторный комплекс Возобновляемая энергетика – Модуль «Водородная энергетика».

При преподавании дисциплины «Производство, хранение и транспорт водорода», 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 конспекта находятся в свободном доступе у преподавателя 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, Telegram.

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 компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета 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 за-

нениям 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 12). 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.

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

- написание рефератов по заранее заготовленным темам;
- защита рефератов;
- устные ответы на парах и коллоквиумах;
- зачет.

11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

Не предусмотрены.

11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена

Вопросы к промежуточной аттестации (зачет)

1. Области применения водорода и источники энергии для его производства.
2. Физико-химические свойства водорода.
3. Объем и структура потребления водорода.
4. Методы производства водорода из природных топлив.
5. Источники энергии для получения водорода.
6. Получение водорода с помощью угля.
7. Методы производства водорода с помощью угля.
8. Установки для получения водорода.
9. Экономические показатели процессов получения водорода с помощью угля.
10. Получение водорода из воды путем электролиза.
11. Физико-химические основы процесса электролиза воды.
12. Основные типы электролизеров и их характеристики.
13. Электролиз морской воды.
14. Техничко-экономические показатели производства водорода путем электролиза во-ды.
15. Термодинамические и комбинированные методы получения водорода из воды.
16. Термодинамические основы термохимического разложения воды.
17. Термохимические циклы производства водорода из воды.
18. Комбинированные циклы производства водорода из воды.
19. Разделение компонентов при производстве водорода.
20. Техничко-экономические показатели термохимических и комбинированных методов получения водорода из воды.
21. Другие методы получения водорода из воды.

22. Плазмохимические методы получения водорода.
23. Прочие методы получения водорода.
24. Хранение, транспорт и распределение водорода.
25. Хранение, транспорт и распределение газообразного водорода.
26. Ожижение водорода и его хранение, транспорт и распределение при низких температурах.
27. Применение гидридов металлов и интерметаллических соединений для хранения водорода.
28. Аккумулирование водорода в химически связанном жидком состояниях.
29. Процессы потребления водорода и перспективы их развития.
30. Товарный и энерготехнологический водород.
31. Перспективы использования водорода в энергетике.
32. Использование водорода в химии и других отраслях народного хозяйства.
33. Использование водорода в межотраслевых энерготехнологических комплексах.
34. Перспективы применения водорода и синтетических топлив в автомобильном транспорте.
35. Перспективы применения жидкого водорода в авиации.

.....

Регламент проведения текущего контроля в форме устного собеседования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъ- являемых студенту	Время на тести- рование, мин.
35	2	15