

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 29.09.2023 12:03:38

Уникальный идентификатор документа:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Водородные энергетические технологии»**

Направление подготовки

**16.04.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»**

Профиль «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»

Квалификация (степень) выпускника

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Москва 2022 г.

**Разработчик(и):**

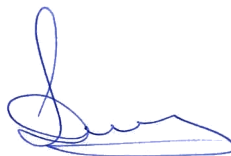
доцент, к.т.н.



/ А.Е. Ермолаев /

**Согласовано:**

Заведующий кафедрой «Техника низких температур»,  
к.т.н.



/ Д.А. Некрасов /

## 1. Цели освоения дисциплины

К основным целям освоения дисциплины «Водородные энергетические технологии» следует отнести:

– овладение магистрами разделов, включающих принципы организации, строения и функционирования водородной инфраструктуры для обеспечения энергетических нужд потребителей.

К основным задачам освоения дисциплины «Водородные энергетические технологии» следует отнести:

– формирование компетенций в области водородной энергетики с пониманием проблематики, стоящей перед разработчиками этой новой отрасли энергетики.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Водородные энергетические технологии» относится к числу факультативных дисциплин основной образовательной программы магистратуры.

Дисциплина «Водородные энергетические технологии» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

– «Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения»;

– «Рабочие вещества низкотемпературных систем».

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</b>
ПК-3	готовность осуществлять сбор и анализ информации и проводить проектирование и	знать: <ul style="list-style-type: none"><li>• методы производства водорода;</li><li>• технологические процессы и режимы охлаждения, замораживания и хранения криопродуктов;</li><li>• перспективы развития водородной энергетики</li></ul>

	расчет систем жизнеобеспечения	уметь: <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать методы производства водорода</li> <li>• анализировать циклы сжижения водорода</li> <li>• анализировать способы доставки водорода потребителю</li> </ul> владеть: <ul style="list-style-type: none"> <li>• методиками анализа экономических показателей водородных энергосистем</li> </ul>
--	--------------------------------	---

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **36** академических часа (из них 18 часов – самостоятельная работа студентов). Во втором семестре выделяется **1** зачетная единица, т.е. **36** академических часа. Разделы дисциплины «Водородные энергетические технологии» изучаются на первом курсе.

Структура и содержание дисциплины «Водородные энергетические технологии» по срокам и видам работы отражены в приложении.

##### Содержание разделов дисциплины

1. Водород и его свойства. Криогенные циклы сжижения.
2. Водородная энергетика. Современные тенденции.
3. Производство водорода. Паровая конверсия природного газа. Газификация угля. Используя атомную энергию. Электролиз воды. Водород из биомассы.
4. Инфраструктура производства и доставки. Цветовая градация.
5. Водородная автомобильная инфраструктура. Заправки и транспортные средства.
6. Перспективы и направления развития водородной энергетики.

#### 5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Водородные энергетические технологии» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– работа на семинарах по получению знаний в области водородных энергетических технологий.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Водородные энергетические технологии» и в целом по дисциплине составляет 20 % аудиторных занятий.

Занятия лекционного типа составляют 50 % от объема аудиторных занятий.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

### **Во втором семестре**

- написание рефератов по дисциплине и выступление с докладами.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают вопросы и задания для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы вопросов и заданий для проведения текущего контроля приведены в приложении.

### **6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>
ПК-3	готовность осуществлять сбор и анализ информации и проводить проектирование и расчет систем жизнеобеспечения

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

#### ***Форма промежуточной аттестации: зачет.***

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным

планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

*К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Аппаратурное оформление торгового холодильного оборудования».*

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Описание</b>
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

**Фонды оценочных средств представлены в приложении 1 к рабочей программе.**

**Структура и содержание дисциплины «Водородные энергетические технологии»  
по направлению подготовки  
16.04.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» (магистр)**

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации		
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З	
	<b>Первый семестр</b>															
1	Водород и его свойства			2	4											
2	Водородная энергетика			2												
3	Производство водорода			2	12											
4	Инфраструктура производства и доставки			2												
5	Водородная автомобильная инфраструктура			2												
6	Перспективы и направления развития водородной энергетики			2	8											
	<b>Форма аттестации</b>											Зачет				
	<b>Всего часов по дисциплине</b>			12	24							+				<b>3</b>

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### *а) основная литература:*

1. Магомедова, М. В. Крупнотоннажные технологии получения водорода : учебное пособие / М. В. Магомедова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 40 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/256643>(дата обращения: 23.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### *б) дополнительная литература:*

1. ГОСТ 3022-80 Водород технический. Технические условия [Текст]. - Введ. 1981-01-01. - М. : Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1990.
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 октября 2020 г. № 2634-р утверждение плана мероприятий («дорожная карта») по развитию водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года
3. Магомедова, М. В. Современные направления увеличения энергоэффективности технологий получения водорода : учебное пособие / М. В. Магомедова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 46 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/265586>(дата обращения: 23.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### *в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:*

Программное обеспечение – Microsoft Office 2013.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте <http://lib.mami.ru> в разделе «Библиотека», а также в электронных библиотечных системах, с которыми заключены договоры Университетом.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Лекционные и практические занятия и лабораторные работы проводятся в специализированных аудиториях кафедры Ав2211 и Ав2103, оснащенных соответствующим испытательным стендовым оборудованием, плакатами, натурными образцами узлов, деталей машин.

При кафедре работает консультационно-вычислительный класс Ав2209 для самостоятельной работы, оснащенный компьютерами с соответствующим расчетным и графическим программным обеспечением.

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является одним из видов получения образования обучающимися и направлена на:



- изучение теоретического материала, подготовка к лекционным и семинарским (практическим) занятиям;
- подготовка к тестированию с использованием общеобразовательного портала.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

## **10. Методические рекомендации для преподавателя**

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление

студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только четко обозначив ее характер, тему и круг тех вопросов, которые в ее ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрыть содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала вопросы и давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических занятий – обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы.

Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки магистров **16.04.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»**, профиль подготовки **«Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»**.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 16.04.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения  
ОП (профиль): **«Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения».**  
Форма обучения: очная

Кафедра: «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

## **Водородные энергетические технологии**

**Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств**

2. Описание оценочных средств

Составитель:

Ермолаев А.Е.

Москва, 2022 год

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Водородные энергетические технологии					
ФГОС ВО 16.04.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИН-ДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-3	готовность осуществлять сбор и анализ информации и проводить проектирование и расчет систем жизнеобеспечения	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы производства водорода;</li> <li>• технологические процессы и режимы охлаждения, замораживания и хранения криопродуктов;</li> <li>• перспективы развития водородной энергетики</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать методы производства водорода</li> <li>• анализировать циклы сжижения водорода</li> <li>• анализировать способы доставки водорода потребителю</li> </ul>	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	ДС, УО	<p><b>Базовый уровень</b></p> <p>- умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать способы доставки водорода потребителю</li> </ul> <p><b>Повышенный уровень</b></p> <p>- умеет анализировать способы доставки водорода потребителю на основе технико-экономического анализа.</p>

		<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методиками анализа экономических показателей водородных энергосистем</li> </ul> <p>лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия</p>	<p>лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия</p>		
--	--	---	--	--	--

\*\* - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

**Перечень оценочных средств по дисциплине «Водородные энергетические технологии»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Доклад, сообщение, реферат (ДСР)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений, рефератов

# Кафедра «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы

(наименование кафедры)

ПК-3 готовность осуществлять сбор и анализ информации и проводить проектирование и расчет систем жизнеобеспечения					
Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Оценочное средство			
		Критерии оценивания			
		2	3	4	5
<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы производства водорода;</li> <li>• технологические процессы и режимы охлаждения, замораживания и хранения криопродуктов;</li> <li>• перспективы развития водородной энергетики</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать методы производства водорода</li> <li>• анализировать циклы сжижения водорода</li> <li>• анализировать способы доставки водорода потребителю</li> </ul>	1-6	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет излагать материал	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

## Вопросы к зачету

по дисциплине «**Водородные энергетические технологии**»

(наименование дисциплины)

1. Сферы применения водорода.
2. Водородная энергетика.
3. Производство водорода.
4. Технологии производства: PEM (протон-обменная) и SOFC (твёрдо-оксидная)



5. Паровая конверсия природного газа.
6. Газификация угля.
7. Атомная энергия для производства водорода.
8. Электролиз воды.
9. Водород из биомассы.
10. Инфраструктура производства и доставки.
11. Перспективы и направления развития водородной энергетики.
12. Малые стационарные применения
13. Стационарные применения
14. Использование в транспорте
15. Водородная автомобильная инфраструктура
16. Транспортные приложения
17. Мобильные топливные элементы
18. Использование в транспорте.
19. Водородная автомобильная инфраструктура.
20. Хранение водорода.
21. Доставка водорода.
22. Водородная заправочная станция.
23. Водородный транспорт.
24. Солнечный коллектор.
25. Фотоводород.

## **Темы рефератов (докладов, сообщений)**

по дисциплине **«Водородные энергетические технологии»**  
(наименование дисциплины)

1. Паровая конверсия метана и природного газа.
2. Газификация угля.
3. Электролиз воды.
4. Пиролиз.
5. Частичное окисление.
6. Биотехнологии.
7. Цветовая градация водорода
8. Водород и его свойства.
9. Водородная энергетика.
10. Производство водорода.
11. Домашние системы производства водорода.

12. Инфраструктура производства и доставки.
13. Перспективы и направления развития водородной энергетики.
14. Малые стационарные применения.
15. Стационарные применения.
16. Использование в транспорте.
17. Водородная автомобильная инфраструктура.
18. Хранение водорода.
19. Доставка водорода.
20. Водородная заправочная станция.
21. Водородный транспорт.