

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Электротехника и теплоэнергетика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
**«ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ НА
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ РОССИИ» (Б1.В.13)**
для направления подготовки 13.03.01
«Теплоэнергетика и теплотехника»
профиля «Промышленная теплоэнергетика»
Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры
«Электротехника и теплоэнергетика»
Протокол № 4 от «05» декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой
«Электротехника и теплоэнергетика»
«05» декабря 2024 г.

К.К. Ким

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
«05» декабря 2024 г.

М.Ю. Кудрин

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины *«Перспективы развития водородной энергетики на железнодорожном транспорте России» (Б1.В.13)* (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «28» февраля 2018 г., приказ Минобрнауки России № 143, с учетом профессионального стандарта

- 16.065 Профессиональный стандарт «Специалист в области проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов и малых теплоэлектроцентралей». Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.02.2021 № 39н, регистрационный номер 718);

- 16.149 Профессиональный стандарт «Специалист по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха объектов капитального строительства» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19.04.2021 № 251н, регистрационный N 1176).

Цель освоения дисциплины направлена на изучение водородных технологий и возможности их применения на железнодорожном транспорте.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- Изучить организационную структуру энергетической отрасли;
- Освоить технические, экономические, экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения);
- Изучить традиционные и нетрадиционные источники энергии, их энергетический потенциал, принципы и методы практического использования;
- Получить знания о современных технологиях производства, хранения и транспортировки водорода;
- Дать оценку эффективности применения водородных технологий, как в промышленности, так и на ж.д. транспорте.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

В рамках изучения дисциплины (модуля) осуществляется практическая подготовка обучающихся к будущей профессиональной деятельности. Результатом обучения по дисциплине является формирования у обучающихся практических навыков:

- навыками для проведения необходимых расчетов по получению водорода методом электролиза из воды;
- логистического анализа хранения и транспортировки водородного топлива для энергетической базы страны;
- анализа технико-экономических характеристик водородных элементов в качестве источников питания для локомотивов ж.д. транспорта;
- оценки экономического потенциала применения водородных технологий на промышленных предприятиях и на ж.д. транспорте.

Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-1: Выполнение гидравлических расчетов, расчетов тепловых схем с выбором оборудования и арматуры для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей	
ПК-1.1.4 Знает требования нормативных правовых актов, нормативно - технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей.	Обучающийся знает: - номенклатуру современных изделий, оборудования и материалов, а также организационную структуру энергетической отрасли
ПК-1.1.5 Знает правила выполнения работ на особо опасных, технически сложных и уникальных объектах	Обучающийся знает: -правила выполнения особо опасных работ, а также требования основных нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов энергетической отрасли страны;
ПК-1.1.6. Знает номенклатуру современных изделий, оборудования и материалов, а также технологии производства работ.	Обучающийся знает: основную терминологию при моделировании объектов и устройств водородной энергетики
ПК-1.1.8. Знает правила и стандарты системы контроля (менеджмента) качества проектной организации.	Обучающийся знает: -правила выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативных документов в отрасли водородной энергетики, а также основные положения водородной энергетики: технологии получения водорода; свойства, производство, хранение (газообразного, жидкого) и транспортировка водородного топлива;

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части/части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объём дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	30
- лекции (Л)	10
- лабораторные работы (ЛР)	-
- практические занятия (ПЗ)	20
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	38
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	72/2

Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	12
- лекции (Л)	4
- лабораторные работы (ЛР)	-
- практические занятия (ПЗ)	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	56
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	72/2

Примечания: «Форма контроля» – экзамен (Э), зачет (З), зачет с оценкой (З*), курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)).

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Современные направления в развитии энергетики в России	Лекция Реформирование энергетики России, нормативно-правовые особенности. Приоритеты долгосрочной энергетической политики и механизмы ее реализации. Стратегия развития водородной энергетики в России до 2050 года.	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Цели и основные задачи развития водородной энергетики. Пути реализации поставленных задач.	
		Практическое занятие Обсуждение направлений развития водородных технологий и стратегии развития энергетики России.	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5
		Самостоятельная работа Обработка материалов лекций Изучение рекомендованной научно – технической литературы.	
2	<i>Традиционная энергетика</i>	Лекция Тенденции развития мировой энергетики, мировые цены на энергоресурсы. Традиционная энергетика. Преимущества и недостатки. Теплоэлектростанции. Гидроэлектростанции. Атомные электростанции. Использование вторичных энергетических ресурсов. Классификация ВЭР. Технология использования ВЭР. Проблемы и перспективы.	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5
		Практическое занятие Доклад № 1 по проблемам развития энергетики России.	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5
		Самостоятельная работа Обработка материалов лекций Изучение рекомендованной научно – технической литературы.	
3	<i>Альтернативная энергетика</i>	Лекция Гелиоэнергетика. Солнечные тепловые и фотоэлектрические электростанции. Ветроэнергетика Принцип действия и типы ветроустановок. Геоэнергетика. Источники геотермального тепла. Геотермальные электростанции. Энергетика океанов. Характер энергии приливов. Тепловая энергия океана. Использование биомассы. Преимущества и недостатки. Проблемы и перспективы.	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5 ПК-1.1.6
		Практическое занятие Доклад № 2 по проблемам развития энергетики России.	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5 ПК-1.1.6
		Самостоятельная работа Обработка материалов лекций Изучение рекомендованной научно – технической литературы.	
4	<i>Водородная энергетика. Получение, свойства и транспортирование водорода</i>	Хранение жидкого и газообразного водорода. Получение атомарного водорода. Физические методы извлечения водорода из водородосодержащих смесей. Транспортирование водорода в химически связанном состоянии Электролиз воды с использованием протонных мембран. Нанотехнологии в водородной энергетике	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5 ПК-1.1.6 ПК-1.1.8.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		ке. Солнечные элементы для водородной энергетики.	
		Практическое занятие Расчет по получению водорода методом электролиза из воды.	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5 ПК-1.1.6 ПК-1.1.8.
		Самостоятельная работа Обработка материалов лекций Изучение рекомендованной научно – технической литературы.	
5	<i>Основные инновационные технологии и оборудование для модернизации ж.д. транспорта России</i>	Лекция Применение водородных технологий на транспорте. Основные инновационные технологии и оборудование для модернизации ж.д. транспорта России. Портативные топливные элементы.	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5 ПК-1.1.6 ПК-1.1.8.
		Практическое занятие Реферат по проблемам водородной энергетики	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5 ПК-1.1.6 ПК-1.1.8.
		Самостоятельная работа Обработка материалов лекций Изучение рекомендованной научно – технической литературы.	

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	<i>Современные направления в развитии энергетики в России</i>	Лекция Реформирование энергетики России, нормативно-правовые особенности. Приоритеты долгосрочной энергетической политики и механизмы ее реализации. Стратегия развития водородной энергетики в России до 2050 года. Цели и основные задачи развития водородной энергетики. Пути реализации поставленных задач.	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5
		Практическое занятие Обсуждение направлений развития водородных технологий и стратегии развития энергетики России.	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5
		Самостоятельная работа Обработка материалов лекций Изучение рекомендованной научно – технической литературы.	
2	<i>Традиционная энергетика</i>	Лекция Тенденции развития мировой энергетики, мировые цены на энергоресурсы. Традиционная энергетика. Преимущества и недостатки. Теплоэлектростанции. Гидроэлектростанции.	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Атомные электростанции. Использование вторичных энергетических ресурсов. Классификация ВЭР. Технология использования ВЭР. Проблемы и перспективы.	
		Практическое занятие Доклад № 1 по проблемам развития энергетики России.	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5
		Самостоятельная работа Обработка материалов лекций Изучение рекомендованной научно – технической литературы.	
3	<i>Альтернативная энергетика</i>	Лекция Гелиоэнергетика. Солнечные тепловые и фотоэлектрические электростанции. Ветроэнергетика Принцип действия и типы ветроустановок. Геоэнергетика. Источники геотермального тепла. Геотермальные электростанции. Энергетика океанов. Характер энергии приливов. Тепловая энергия океана. Использование биомассы. Преимущества и недостатки. Проблемы и перспективы.	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5 ПК-1.1.6
		Практическое занятие Доклад № 2 по проблемам развития энергетики России.	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5 ПК-1.1.6
		Самостоятельная работа Обработка материалов лекций Изучение рекомендованной научно – технической литературы.	
4	<i>Водородная энергетика. Получение, свойства и транспортирование водорода</i>	Хранение жидкого и газообразного водорода. Получение атомарного водорода. Физические методы извлечения водорода из водородосодержащих смесей. Транспортирование водорода в химически связанном состоянии Электролиз воды с использованием протонных мембран. Нанотехнологии в водородной энергетике. Солнечные элементы для водородной энергетике.	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5 ПК-1.1.6 ПК-1.1.8.
		Практическое занятие Расчет по получению водорода методом электролиза из воды.	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5 ПК-1.1.6 ПК-1.1.8.
		Самостоятельная работа Обработка материалов лекций Изучение рекомендованной научно – технической литературы.	
5	<i>Основные инновационные технологии и оборудование для модернизации ж.д. транспорта России</i>	Лекция Применение водородных технологий на транспорте. Основные инновационные технологии и оборудование для модернизации ж.д. транспорта России. Портативные топливные элементы.	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5 ПК-1.1.6 ПК-1.1.8.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Практическое занятие Реферат по проблемам водородной энергетики	ПК-1.1.4 ПК-1.1.5 ПК-1.1.6 ПК-1.1.8.
		Самостоятельная работа Обработка материалов лекций Изучение рекомендованной научно – технической литературы.	

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Раздел дисциплины	Л	ЛР	ПЗ	СРС	Всего
1	Современные направления в развитии энергетики в России	2	-	4	7	13
2	Традиционная энергетика	2	-	4	7	13
3	Альтернативная энергетика.	2	-	4	8	14
4	Водородная энергетика. Получение, свойства и транспортирование водорода	2	-	4	8	14
5	Основные инновационные технологии и оборудование для модернизации ж.д. транспорта России	2	-	4	8	14
ИТОГО:		10	-	20	38	68
Контроль		4				
Всего (общая трудоемкость, час.)		72				

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ЛР	ПЗ	СРС	Всего
1	<i>Модуль 1</i>	2	-	4	28	34
2	<i>Модуль 2</i>	2	-	4	28	34
ИТОГО:		4	-	8	56	68
Контроль		4				
Всего (общая трудоемкость, час.)		72				

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения:

- MS Office;
- Операционная система Windows;

- Антивирус Касперский;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

- Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru> / — Режим доступа: для авториз. пользователей;

- Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.

- Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.

- Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

- Профессиональные справочные системы Техэксперт – электронный фонд правовой и нормативно – технической документации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cntd.ru/>, свободный – Загл. с экрана.

8.5. Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

1. Основы современной энергетики в 2т. : Учеб. : рек. Мин. обр. РФ : Т2. Современная электроэнергетика / под ред. Е.В. Аметистова. – М.: Издат. дом МЭИ, 2010. – 632 с.

2. Баранов Н.Н. Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии: учебное пособие для вузов / Н.Н. Баранов. – М.: Изд. дом МЭИ, 2012. – 384 с.

3. Прогноз развития энергетики мира и России до 2035 г. / под ред. А.А. Макарова, Л.Г. Григорьева. М.: ИНЭИ РАН, 2012. – 175 с.

4. Макаров А.А., Веселов Ф.В., Волкова Е.А., Макарова А.С. Методические основы разработки перспектив развития электроэнергетики. М.: ИНЭИ РАН. 2007. – 103 с.

- список дополнительной учебной литературы:

1. Степанов С.И. Буянов А.Б. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях./ Учебное пособие/ Спб. ПГУПС., 2010. – 66 с.

2. Бушуев В.В. Энергетика России. Стратегия развития. М.: Минэнерго РФ, 2003. – 798 с.

3. Ливчак И. Ф. Развитие теплоснабжения, климатизации и вентиляции в России за 100 последних лет : учеб. пособие для вузов / И. Ф. Ливчак, Ю. Я. Кувшинов, 2004. - 93 с.

4. Митрова Т. Эволюция рынков природного газа. Основные тенденции. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 140 с.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

2. Профессиональные справочные системы Техэксперт – электронный фонд правовой и нормативно – технической документации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cntd.ru/>, свободный – Загл. с экрана;

3. Электронно – библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://e.lanbook.com>. Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

5. Электронно – библиотечная система ibooks.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http:// ibooks.ru](http://ibooks.ru) – Загл. с экрана.

Разработчик программы, доцент
кафедры «Электротехника и
теплоэнергетика»

Д.В. Крылов

«05» декабря 2024 г.