

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

**Б1.В.1. «ТЕХНОЛОГИИ СЖИЖЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И
РЕГАЗИФИКАЦИИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА»**

для направления

**13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»» Магистерская
программа**

**«Современные технологии, менеджмент, аудит и аналитика в
промышленной энергетике»**

Форма обучения

очная, заочная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
«Электротехника и теплоэнергетика»

Протокол № 4 от 05.12.2024 г.

Заведующий кафедрой

«Электротехника и теплоэнергетика»

05.12.2024 г.

К.К. Ким

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО

05.12.2024 г.

Е.Л. Рыжова

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Современные тепловые пункты» (Б1.Б.8) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «28» февраля 2018 г., приказ Минобрнауки России № 147, с учетом профессионального стандарта:

- (40.011) Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам. Приказ Минтруда России от 04.03.2014 N 121н "Об утверждении профессионального стандарта "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам" (Зарегистрировано в Минюсте России 21.03.2014 N 31692)

Целью изучения дисциплины является формирование знаний и представлений о принципах и методах управления проектами.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- изучение современных направлений в энерго- и ресурсосбережении;
- изучение физико-химических характеристик сжиженного природного газа;
- изучение технологических процессов производства и транспортировки сжиженного природного газа;
- изучение процессов регазификации и рекуперации холода из сжиженного природного газа.

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

Планируемыми результатами обучения по дисциплине 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.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-1. Анализ состояния и динамики показателей качества объектов электро- и теплоэнергетики с использованием необходимых методов и средств исследований.	
ПК-1.1.1. Знает современные принципы, технологии и направления в энергосбережении.	<i>Обучающийся знает:</i> □ <i>современные принципы, технологии и направления в энергосбережении;</i> □ <i>современные, перспективные пути решения возникающих проблем в области проектирования современных тепловых пунктов;</i>

ПК-2.1.1. Знает актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний	<i>Обучающийся знает:</i> ☐ актуальную нормативную документацию в сфере производства и транспортировки сжиженного природного газа; ☐ актуальную нормативную документацию в сфере регазификации и рекуперации холода из сжиженного природного газа.
ПК-2.2.1. Умеет применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний	<i>Обучающийся умеет:</i> ☐ применять актуальную нормативную документацию в сфере производства и транспортировки сжиженного природного газа; ☐ применять актуальную нормативную документацию в сфере регазификации и рекуперации холода из сжиженного природного газа.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

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

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 4.1. Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		2
Контактная работа (по видам учебных занятий)	32	32
В том числе: -		
лекции (Л)	16	16
- практические занятия (ПЗ)	16	16
- лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	108	108
Контроль	4	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3*	3*
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4	144/4

Таблица 4.2. Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		1
Контактная работа (по видам учебных занятий)	16	16
В том числе: -		
лекции (Л)	8	8
- практические занятия (ПЗ)	8	8

- лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	124	124
Контроль	4	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	З*	З*
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4	144/4

Примечание: «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.	Общие сведения о программе курса. Современное состояние вопроса. Направления в энергосбережении.	Лекция 1. Общие сведения о программе курса «Технологии сжижения, транспортировки и регазификации сжиженного природного газа», его значение в подготовке магистров. Современное состояние вопроса. Мировая промышленность производства и использования сжиженного природного газа. Потребности в СПГ и объемы его импорта по регионам и странам импортерам. Направления в энергосбережении.	ПК-1.1.1.
		Практическое занятие 1. Нормативно – техническая документация в области энергосбережения.	ПК-2.1.1.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	
2.	Физикохимические характеристики сжиженного природного газа.	Лекция 2. Физические состояния и химический состав и термодинамический свойства природного газа. Химический состав газа основных газовых месторождений России.	ПК-1.1.1.

		Практическое занятие 2. Нормативно – техническая документация в области физико-химических характеристик сжиженного природного газа.	ПК-2.1.1. ПК-2.1.1.
		Лекция 3. Уравнение состояния смесей углеводородов. Физические свойства основных компонентов природного газа (СПГ). Зависимость свойств СПГ от его состава.	ПК-1.1.1.
		Практическое занятие 3. Нормативно – техническая документация в области физико-химических характеристик сжиженного природного газа.	ПК-2.1.1. ПК-2.1.1.
		Самостоятельная работа по разделу	

		Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	
3.	Технология производства и транспортирования сжиженного природного газа.	Лекция 4. Основная нормативная документация. Технологический процесс производства СПГ. Основной состав технологического комплекса, назначение и принцип действия основных элементов. Способы очистки природного газа. Циклы используемые для сжижения газов. Эффект Джоуля – Томпсона.	ПК-1.1.1.
		Практическое занятие 4. Нормативно – техническая документация в области технологии производства и транспортирования сжиженного природного газа.	ПК-2.1.1. ПК-2.2.1.

		Лекция 5. Холодильные циклы с дросселированием, простой и с промежуточным охлаждением. Детандерные циклы. Цикл Гейланда. Цикл Клода. Цикл Капицы. Каскадные циклы. Транспорт для перевозки СПГ, автомобильный, железнодорожный, морской.	ПК-1.1.1.
		Практическое занятие 5. Нормативно – техническая документация в области эксплуатации транспортных средств на СПГ.	ПК-2.1.1. ПК-2.2.1.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	
4.	Регазификация и рекуперация холода из сжиженного природного газа.	Лекция 6. Материалы применяемые в криогенной технике. Резервуары для хранения СПГ. Регазификация СПГ. Стационарные установки регазификации. Схемы установок с естественной и искусственной регазификации. Испарители, краткая классификация и принцип действия. Мобильные установки регазификации. Состав, схема работы и принцип действия основных узлов мобильной установки регазификации. Рекуперация холода, получаемого при регазификации.	ПК-1.1.1.
		Практическое занятие 6. Нормативно – техническая документация в области регазификации и рекуперации холода из сжиженного природного газа.	ПК-2.1.1. ПК-2.2.1.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	

5.	Использование СПГ в различных отраслях промышленности и не транспорте.	Лекция 7. Использование СПГ для покрытия пиковых нагрузок в системах газоснабжения. Использование СПГ на железнодорожном и автомобильном транспорте. Использование СПГ на водном транспорте и в авиации.	ПК-1.1.1.
		Практическое занятие 7. Нормативно – техническая документация в области использования СПГ в различных отраслях промышленности и не транспорте.	ПК-2.1.1. ПК-2.2.1.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	
6.	Техника безопасности при эксплуатации установок с СПГ.	Лекция 8. Техника безопасности при хранении, перекачке и транспортировке СПГ. Меры принимаемые для предотвращения чрезвычайных ситуаций. Периодические проверки резервуаров, порядок проверки и техническое обслуживание. Стратификация и «ролlover» в хранилищах СПГ, способы их предотвращения.	ПК-1.1.1.
		Практическое занятие 8. Нормативно – техническая документация в области техники безопасности при эксплуатации установок с СПГ.	ПК-2.1.1. ПК-2.2.1.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
-------	---------------------------------	--------------------	-----------------------------------

1.	Общие сведения о программе курса. Современное состояние вопроса. Направления в энергосбережении.	Лекция 1. Общие сведения о программе курса «Технологии сжижения, транспортировки и регазификации сжиженного природного газа», его значение в подготовке магистров. Современное состояние вопроса. Мировая промышленность производства и использования сжиженного природного газа. Потребности в СПГ и объемы его импорта по регионам и странам импортерам. Направления в энергосбережении.	ПК-1.1.1.
		Практическое занятие 1. Нормативно – техническая документация в области энергосбережения.	ПК-2.1.1. ПК-2.1.1.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	
2.	Технология производства и транспортирования сжиженного природного газа.	Лекция 2. Основная нормативная документация. Технологический процесс производства СПГ. Основной состав технологического комплекса, назначение и принцип действия основных элементов. Способы очистки природного газа. Циклы используемые для сжижения газов. Эффект Джоуля – Томпсона.	ПК-1.1.1. ПК-2.1.1. ПК-2.2.1.
		Практическое занятие 2. Нормативно – техническая документация в области технологии производства и транспортирования сжиженного природного газа.	ПК-2.1.1. ПК-2.2.1.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	

3.	Регазификация и рекуперация холода из сжиженного природного газа.	Лекция 3. Материалы применяемые в криогенной технике. Резервуары для хранения СПГ. Регазификация СПГ. Стационарные установки регазификации. Схемы установок с естественной и искусственной регазификации. Испарители, краткая классификация и принцип действия. Мобильные установки регазификации. Состав, схема работы и принцип действия основных узлов мобильной установки регазификации. Рекуперация холода, получаемого при регазификации.	ПК-1.1.1.
		Практическое занятие 3. Нормативно – техническая документация в области регазификации и рекуперации холода из сжиженного природного газа.	ПК-2.1.1. ПК-2.2.1.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	
4.	Использование СПГ в различных отраслях промышленности и не транспорте.	Лекция 4. Использование СПГ для покрытия пиковых нагрузок в системах газоснабжения. Использование СПГ на железнодорожном и автомобильном транспорте. Использование СПГ на водном транспорте и в авиации.	ПК-1.1.1.
		Практическое занятие 4. Нормативно – техническая документация в области использования СПГ в различных отраслях промышленности и не транспорте.	ПК-2.1.1. ПК-2.2.1.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Общие сведения о программе курса. Современное состояние вопроса.	2	2	-	16	20
2	Физико-химические характеристики сжиженного природного газа.	4	4	-	22	30
3	Технология производства и транспортирования сжиженного природного газа.	4	4	-	22	30
4	Регазификация и рекуперация холода из сжиженного природного газа.	2	2	-	16	20
5	Использование СПГ в различных отраслях промышленности и не транспорте.	2	2	-	16	20
6	Техника безопасности при эксплуатации установок с СПГ.	2	2	-	16	20
Всего		16	16	-	108	140
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Общие сведения о программе курса. Современное состояние вопроса.	2	2	-	28	32
3	Технология производства и транспортирования сжиженного природного газа.	2	2	-	32	36
4	Регазификация и рекуперация холода из сжиженного природного газа.	2	2	-	32	36
5	Использование СПГ в различных отраслях промышленности и не транспорте.	2	2	-	32	36
Всего		8	8	-	124	140
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

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

Оценочные материалы по дисциплине являются 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 задания, 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, в том числе отечественного производства:

- 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 /](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 печатных и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Бармин И.В., Кунис И.Д. Сжиженный природный газ вчера, сегодня, завтра. МГТУ им. Баумана, М., 2009 г. -256 с.
2. Киселев И.Г., Кудрин М.Ю. Использование сжиженного природного газа и энергетике и на транспорте/ учеб. пособ. / СПб., ПГУПС. 2014 г.-75с.
3. Энциклопедия газовой промышленности (под ред. д.т.н., проф. Басниева К.С.). Акционерное общество «Твант», М., , 1994 г.-900с.
4. Клименко А. П., Сжиженные углеводородные газы, 3 изд., М., 1974г. -367с.
5. Справочник по физико-техническим основам криогеники, Под редакцией М. П. Малкова, 2 изд., М., Недра, 1973 г. -432с.
6. Берлин М. А., Гореченков В. Г., Волков Н. П., Переработка нефтяных и природных газов, М., 1981. - 472 с.
7. Имшенецкий В.В., Орлов Ю.Н. - «Технология СПГ – перспективный вариант освоения ресурсов газа п-ва Ямал» (Москва, 2005).
8. Акулов Л.А., Куцак М.Ю. Циклы сжижения, используемые для производства сжиженного природного газа. Известия СПбГУ НПТ №1 2009 г.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

1. Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: my.pgups.ru — Режим доступа: для авториз. пользователей;
2. Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
3. □ Министерство экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.economy.gov.ru> — Режим доступа: свободный;
4. □ Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
5. – URL: <http://docs.cntd.ru/> — Режим доступа: свободный.
6. Королев Н.С. К построению математической модели явления ролловер в хранилище СПГ // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. [Электрон. журн.] - 2012 г. № 3. /Режим доступа/ [http:// technomag.edu.ru / doc /345773.html](http://technomag.edu.ru/doc/345773.html).

7. Химическая энциклопедия. Электронный ресурс. /Режим
доступа/ <http://www.chemport.ru>

Разработчик рабочей программы, профессор _____ И.Г. Киселев 02.12.2024г.