

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

Кафедра «Теоретические основы электротехники и энергетики»

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

Санкт-Петербург

2026

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
«Теоретические основы электротехники и энергетики»

Протокол № 7 от 13.01.2026 г.

Заведующий кафедрой
«Теоретические основы
электротехники и энергетики»

К.К. Ким

13.01.2026 г.

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
13.01.2026 г.

Е.Л. Рыжова

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Технологии сжижения, транспортировки и регазификации сжиженного природного газа» (Б1.В.1) (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 профессиональных стандартов:

(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 компетенций в области анализа технологических процессов производства, транспортировки, хранения, регазификации сжиженного природного газа и рекуперации холода СПГ.

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.

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.	Обучающийся знает: современные принципы, технологии и направления в энергосбережении; перспективные технологические решения в области производства, транспортировки и регазификации сжиженного природного газа.

ПК-1.1.2. Знает основные зависимости и законы протекания процессов теплообмена в теплогенерирующих и теплопотребляющих установках.	Обучающийся знает: физико-химические и термодинамические свойства природного газа и СПГ; основные процессы сжижения, хранения, транспортировки, регазификации и рекуперации холода СПГ.
ПК-1.2.1. Умеет использовать современное прикладное программное обеспечение для расчета параметров оборудования и выбора технологических схем.	Обучающийся умеет: использовать расчетные методы и прикладное программное обеспечение для определения параметров оборудования и выбора технологических схем производства, транспортировки и регазификации СПГ.
ПК-1.3.1. Владеет современными методами сбора, обработки и представления информации для анализа работы электро- и теплоэнергетического оборудования.	Обучающийся владеет: методами сбора, обработки и представления данных для анализа параметров оборудования и технологических процессов СПГ.

Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

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

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

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. ПК-1.1.2.
		Практическое занятие 1. Нормативно – техническая документация в области энергосбережения.	ПК-1.2.1.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно –	ПК-1.3.1.

		технической литературы	
2.	Физико-химические характеристики сжиженного природного газа.	Лекция 2. Физические состояния и химический состав и термодинамические свойства природного газа. Химический состав газа основных газовых месторождений России.	ПК-1.1.2.
		Практическое занятие 2. Нормативно – техническая документация в области физико-химических характеристик сжиженного природного газа.	ПК-1.2.1.
		Лекция 3. Уравнение состояния смесей углеводородов. Физические свойства основных компонентов природного газа (СПГ). Зависимость свойств СПГ от его состава.	ПК-1.1.2.
		Практическое занятие 3. Нормативно – техническая документация в области физико-химических характеристик	ПК-1.2.1.

		сжиженного природного газа.	
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	ПК-1.3.1.

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-1.1.2.
		Практическое занятие 4. Нормативно – техническая документация в области технологии производства и транспортирования сжиженного природного газа.	ПК-1.2.1.

		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-1.1.2.
		Практическое занятие 5. Нормативно – техническая документация в области эксплуатации транспортных средств на СПГ.	ПК-1.2.1.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	ПК-1.3.1.
4.	Регазификация и рекуперация холода из сжиженного природного газа.	Лекция 6. Материалы применяемые в криогенной технике. Резервуары для хранения СПГ. Регазификация СПГ. Стационарные установки	ПК-1.1.2.

		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.	
		Практическое занятие 6. Нормативно – техническая документация в области регазификации и рекуперации холода из сжиженного природного газа.	ПК-1.2.1.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	ПК-1.3.1.

5.	Использование СПГ в различных отраслях промышленности и на 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 на транспорте.	ПК-1.2.1.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	ПК-1.3.1.
6.	Техника безопасности при эксплуатации установок со СПГ.	Лекция 8. Техника безопасности при хранении, перекачке и транспортировке СПГ. Меры принимаемые для предотвращения чрезвычайных ситуаций. Периодические проверки резервуаров,	ПК-1.1.2.

		порядок проверки и техническое обслуживание. Стратификация и «роллер» в хранилищах СПГ, способы их предотвращения.	
		Практическое занятие 8. Нормативно – техническая документация в области техники безопасности при эксплуатации установок со СПГ.	ПК-1.2.1.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	ПК-1.3.1.

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 на транспорте.	2	2	-	16	20
6	Техника безопасности при эксплуатации установок со СПГ.	2	2	-	16	20
Всего		16	16	-	108	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:

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.

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).

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

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 магистратуры, 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:

Бармин И.В., Кунис И.Д. Сжиженный природный газ вчера, сегодня, завтра. МГТУ им. Баумана, М., 2009 г. -256 с.

Киселев И.Г., Кудрин М.Ю. Использование сжиженного природного газа и энергетике и на транспорте/ учеб. пособ. / СПб., ПГУПС. 2014 г.-75с.

Энциклопедия газовой промышленности (под ред. д.т.н., проф. Басниева К.С.). Акционерное общество «Твант», М., , 1994 г.-900с.

Клименко А. П., Сжиженные углеводородные газы, 3 изд., М., 1974г. -367с.

Справочник по физико-техническим основам криогеники, Под редакцией М. П. Малкова, 2 изд., М., Недра, 1973 г. -432с.

Берлин М. А., Гореченков В. Г., Волков Н. П., Переработка нефтяных и природных газов, М., 1981. - 472 с.

Имшенецкий В.В., Орлов Ю.Н. - «Технология СПГ – перспективный вариант освоения ресурсов газа п-ва Ямал» (Москва, 2005).

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:

Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: my.pgups.ru — Режим доступа: для авториз. пользователей;

Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

Министерство экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.economy.gov.ru> — Режим доступа: свободный;

Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – URL: <http://docs.cntd.ru/> — Режим доступа: свободный.

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).

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

Разработчик рабочей программы, доцент кафедры «ТОЭиЭ» _____ М.Ю. Егоров
«13» января 2026 г.