

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.ДВ.5.1 «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕПЛОМАССООБМЕНА»

для направления

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

по профилю

«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»

К.К. Ким

« 05» декабря 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП
« 05» декабря 2024 г.

М.Ю. Кудрин

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Специальные вопросы тепломассообмена» (Б1.В.ДВ.5.1) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «28» февраля 2020 г., приказ Минобрнауки России № 50480, с учетом профессиональных стандартов:

- 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).

Целью изучения дисциплины является формирование компетенций, указанных в разделе 2 рабочей программы.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- приобретение знаний, указанных в разделе 2 рабочей программы;
- приобретение умений, указанных в разделе 2 рабочей программы;
- приобретение навыков, указанных в разделе 2 рабочей программы.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе бакалавриата 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.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-7	Создание информационной модели систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха объекта капитального строительства

ПК-7.1.3. Знает инструменты оформления, публикации и выпуска технической документации на основе информационной модели, уровни детализации информационных моделей объекта капитального строительства.	<i>Обучающийся знает:</i> - инструменты оформления, публикации и выпуска технической документации на основе информационной модели, уровни детализации информационных моделей объекта капитального строительства.
ПК-7.2.5. Умеет выбирать порядок публикации и выпуска технической документации на основе информационной модели объекта капитального строительства.	<i>Обучающийся умеет:</i> - выбирать порядок публикации и выпуска технической документации на основе информационной модели объекта капитального строительства.
ПК-7.2.6. Умеет использовать технологии информационного моделирования при решении специализированных задач на этапе жизненного цикла объекта капитального строительства	<i>Обучающийся умеет:</i> - использовать технологии информационного моделирования при решении специализированных задач на этапе жизненного цикла объекта капитального строительства

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» и является дисциплиной по выбору.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы Для очной формы обучения: Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	32
В том числе:	
- лекции (Л)	16
- практические занятия (ПЗ)	16
- лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	36
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)).*

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	8
- лекции (Л)	4
- практические занятия (ПЗ)	4
- лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	60
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:

Таблица 5.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Введение. Моделирование процессов теплообмена.	Лекция 1. Методы математического моделирования. Электротепловая аналогия. Моделирование на электропроводящих средах и электрических цепях. Специальная компьютерная программа для моделирования Elcut.	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.
		Лекция 2. Принципиальная схема и принцип работы электроинтегратора и его структурная схема. Решение краевых задач теплопроводности на резисторных сетках. Стационарные и нестационарные задачи теплопроводности. Примеры решения одномерных задач.	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.
		Самостоятельная работа по разделу	

		Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	
2	Тепловые аккумуляторы. Классификация. Теплоаккумулирующие материалы. Расчеты теплообменных процессов.	Лекция 3. Теплоэнергоёмкость тепловых аккумуляторов и их классификация. Аккумуляторы скрытой теплоты. Конструкции тепловых аккумуляторов. Активные и пассивные аккумуляторы теплоты.	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.
		Лекция 4. Расчет тепловых устройств с твердыми теплоаккумулирующими материалами. Применение аккумуляторов в энергетике, на транспорте и в быту. Химические аккумуляторы теплоты.	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	
3	Двухфазные термосифоны. Классификация. Расчет внутренних процессов.	Лекция 5. Испарительно-конденсационный цикл в двухфазных термосифонах. Влияние сил гравитации. Процессы испарения жидкости, переноса и конденсации пара.	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.
		Лекция 6. Расчет теплообмена при испарении жидкости. Явление «захлёбывания» термосифона. Теплообмен при конденсации пара. Развитие наружной поверхности конденсатора. Полный тепловой расчет охладителя типа «двухфазный термосифон».	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.	
4	Тепловые трубы. Классификация и применение в технике.	Лекция 7. Рабочий цикл тепловой трубы. Фитильные структуры. Кипение жидкости и конденсация пара в тепловых трубах	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.

		Лекция 8. Кризисные явления в тепловых трубах. Применение тепловых труб в технике	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.	
	Практические занятия	Практические занятия 1. Закон Фурье. Передача теплоты через плоскую стенку.	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.
		Практическое занятие 2. Расчет методом электротепловой аналогии температурного поля однородной плоской пластины.	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.
		Практическое занятие 3. Интенсификация теплопередачи. Теплопередача через ребристую плоскую стенку	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.
		Практическое занятие 4. Охлаждение (нагревание) неограниченной плоской пластины и тела конечных размеров.	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.
		Практическое занятие 5. Метод электротеплового моделирования на R – сетках.	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.
		Практическое занятие 6, 7, 8. Методы обобщения экспериментальных данных на основе теории подобия на основе теории подобия тепловых процессов.	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Введение. Моделирование процессов теплообмена.	Лекция 1. Методы математического моделирования. Специальная компьютерная программа для моделирования Elcut. Стационарные и нестационарные задачи теплопроводности. Примеры решения одномерных задач.	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.

		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	
2	Двухфазные термосифоны. Классификация. Расчет внутренних процессов.	Лекция 2. Испарительно-конденсационный цикл в двухфазных термосифонах. Влияние сил гравитации. Процессы испарения жидкости, переноса и конденсации пара. Полный тепловой расчет охладителя типа «двухфазный термосифон».	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы	
	Практические занятия	Практические занятия 1. Расчет методом электротепловой анalogии температурного поля однородной плоской пластины.	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.
		Практическое занятие 2. Охлаждение (нагревание) неограниченной плоской пластины и тела конечных размеров.	ПК-7.1.3, ПК-7.2.5, ПК-7.2.6.

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий Для очной
формы обучения: Таблица 5.3.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Моделирование процессов теплообмена.	4	4	-	9	17
2	Тепловые аккумуляторы. Классификация. Теплоаккумулирующие материалы. Расчеты теплообменных процессов.	4	4	-	9	17
3	Двухфазные термосифоны. Классификация. Расчет внутренних процессов.	4	4	-	9	17
4	Тепловые трубы. Классификация и применение в технике.	4	4	-	9	17
	Итого	16	16	0	36	68
Контроль						4

Всего (общая трудоемкость, час.)	72
---	----

Для заочной формы обучения: Таблица

5.4.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Моделирование процессов теплообмена. Тепловые аккумуляторы.	2	2	-	30	34
2	Двухфазные термосифоны и тепловые трубы. Классификация. Расчет внутренних процессов.	2	2	-	30	34
	Итого	4	4	0	60	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 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 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 программы магистратуры по дисциплине

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит:

8.1. Специальные помещения: учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (в соответствии с утвержденными расписаниями учебных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы).

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа используется демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей учебной программе дисциплины, рассмотренное на заседании кафедры и утвержденное заведующим кафедрой. 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 изданий, используемых в образовательном процессе:

- Луканин В.Н., Шатров М.Г., Камфер Г.М. и др.. Под редакцией Луканина В.Н. Теплотехника. – Учебник для вузов. – 5-е издание. -М.: Высшая школа, 2006 г. – 671с.
- Ивановский М.Н., Сорокин В.П., Ягодкин Н.В.. Физические основы тепловых труб.- М.: Атомиздат, 1978г. – 256 с.
- Киселев И.Г., Кудрин М.Ю. Тепловые аккумуляторы. Методические указания к изучению конструкций и теплового расчета. СПб., ПГУПС, 2015 г., - 16 с.
- Киселев И.Г., Сальков С.А.. Электро моделирование процессов теплообмена. Методические указания. – ПГУПС, 2008г.- 12 с.

- Киселев И.Г., Комин Е.В.. Изучение конструкции и процесса зарядки теплового аккумулятора. Методические указания.- ПГУПС, 2006г. – 13с.

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.

Разработчик рабочей программы,
доцент кафедры
«Электротехника и теплоэнергетика»

М.Ю. Кудрин

« 05» декабря 2024 г.