

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

Кафедра «Теплотехника и теплосиловые установки»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
«ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В УСТРОЙСТВАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ»  
(Б1.В.ДВ.2.2)  
для специальности  
23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»  
специализация  
«Электроснабжение железных дорог»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт – Петербург  
2016

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры  
«Теплотехника и теплосиловые установки»  
Протокол №   1   от «  30  »   08   2017 г.

Программа актуализирована и продлена на 2017 /2018 учебный год  
(приложение).

Заведующий кафедрой «Теплотехника  
и теплосиловые установки»



Д.В. Никольский

«  30  »   08   2017 г.

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры  
«Теплотехника и теплосиловые установки»

Протокол №   \_\_   от «  \_\_  »   \_\_\_\_\_   201  \_\_   г.

Программа актуализирована и продлена на 201  \_   /201  \_   учебный год  
(приложение).

Заведующий кафедрой «Теплотехника  
и теплосиловые установки»

Д.В. Никольский

«  \_\_  »   \_\_\_\_\_   201  \_   г.

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры  
«Теплотехника и теплосиловые установки»

Протокол №   \_\_   от «  \_\_  »   \_\_\_\_\_   201  \_\_   г.

Программа актуализирована и продлена на 201  \_   /201  \_   учебный год  
(приложение).

Заведующий кафедрой «Теплотехника  
и теплосиловые установки»

Д.В. Никольский

«  \_\_  »   \_\_\_\_\_   201  \_   г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры  
«Теплотехника и теплосиловые установки»

Протокол № 3 от «02» 12 2016 г.

Заведующий кафедрой «Теплотехника  
и теплосиловые установки»

«02» 12 2016 г.



Д.В. Никольский

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

«02» 12 2016 г.



А.Н. Марикин

Председатель методической комиссии  
факультета «Автоматизация и  
интеллектуальные технологии»

«02» 12 2016 г.



Е.В. Казакевич

## 1. Цели и задачи дисциплины.

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным 17.10.2016г., приказ № 1296 по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов (уровень специалитета)» рабочая программа по дисциплине «Тепловые процессы в устройствах электроснабжения».

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 планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются: приобретение знаний, умений и навыков.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **Знать:**

Основные законы и уравнения теплопроводности. Частные случаи уравнения теплопроводности. Основы теплообмена излучением. Основы теории конвективного теплопереноса. Особенности эксплуатации проводов контактной сети тягового энергоснабжения.

### **Владеть:**

Методами экспериментального исследования процессов теплообмена и обработки результатов эксперимента. Методом теплового расчета, основанном на уравнении стационарной теплопроводности.

### **Уметь:**

Применять методы электро моделирования тепловых процессов. Оценивать эффективность применения методов расчета различных тепловых процессов происходящих в устройствах электроснабжения.

Приобретенные знания, умения и навыки деятельности, характеризующие формирование компетенций, осваиваемые в данной дисциплине, позволяют решать профессиональные задачи, приведенные в соответствующем перечне по видам профессиональной деятельности в п. 2.4 общей характеристики основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **обще профессиональных компетенций (ОПК)**, соответствующих виду профессиональной деятельности, на который ориентирована программа специалитета:

- способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального (ОПК - 1);

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **профессиональных компетенций (ПК)**, соответствующих виду профессиональной деятельности, на который ориентирована программа

специалитета:

**проектно – конструкторская деятельность**

- способность разрабатывать с учетом эстетических, прочностных и экономических параметров технические задания и проекты устройств электроснабжения, железнодорожной автоматики и телемеханики, стационарной и подвижной связи, средств защиты при аварийных ситуациях, определять цель проекта, составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, рассчитывать нагрузку оборудования и показатели качества продукции, проводить сравнительный экономический анализ и экономическое обоснование инвестиционных проектов при внедрении и реконструкции систем обеспечения движения поездов (ПК - 13).

Область профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведена в п. 2.1 общей характеристики ОПОП.

Объекты профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведены в п. 2.2 общей характеристики ОПОП.

**3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Тепловые процессы в устройствах электроснабжения» (Б1.В.ДВ.2.2) относится к вариативной части и является дисциплиной по выбору.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		9
Контактная работа (по видам учебных занятий)	72	72
В том числе:		
– лекции (Л)	36	36
– практические занятия (ПЗ)	36	36
– лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	36	36
Контроль	-	-
Форма контроля знаний	3	3
Общая трудоёмкость: час / з.е.	108/3	108/3

Примечание: форма контроля знаний – зачет (3).

Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		6
Контактная работа (по видам учебных занятий)	28	28

В том числе:		
– лекции (Л)	10	10
– практические занятия (ПЗ)	-	-
– лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	76	76
Контроль	4	4
Форма контроля знаний	3	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	108/3	108/3

Примечание: форма контроля знаний – зачет (3).

## 5. Содержание и структура дисциплины

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Основы теплопередачи теплопроводностью	Основные определения. Основной закон теплопроводности (Закон Фурье). Уравнение теплопроводности. Частные случаи уравнения теплопроводности. Решение однородного уравнения теплопроводности методом разделения переменных. Решение неоднородного закона теплопроводности. Функция точечного теплового источника и ее интерпретация. Методы теплового расчета, основанные на уравнении стационарной теплопроводности.
2	Основы теории конвективного теплопереноса.	Основные определения. Основы теории пограничного слоя. Критерий Маха. Ламинарное и турбулентное течение. Критерий Рейнольдса. Метод подобия. Гидродинамический пограничный слой. Температурный пограничный слой. Критерий Прандтля. Коэффициент конвективной теплоотдачи. Критерии Стэнтона и Нуссельта.
3	Определение коэффициента конвективной теплоотдачи.	Коэффициент конвективной теплоотдачи плоской пластинки в несжимаемой среде. Уравнение пограничного слоя в несжимаемой среде. Интегральное соотношение для пограничного слоя. Определение коэффициента конвективной теплоотдачи при ламинарном течении. Определение коэффициента конвективной теплоотдачи при тубулентном течении в

		пограничном слое. Определение коэффициента конвективной теплоотдачи при смешанном течении в пограничном слое. Коэффициент конвективной теплоотдачи кругового цилиндра. Коэффициент конвективной теплоотдачи при свободной конвекции. Критерий Грасгофа.
4	Основы теплообмена излучением. Нагрев и охлаждение проводов контактной сети в условиях естественной и вынужденной конвекции.	Закон Стефана – Больцмана. Закон Вина. Распределение энергии излучения в спектре излучения. Абсолютно черного тела. Закон Планка. Естественные источники теплового излучения. Некоторые особенности эксплуатации проводов контактной сети тягового энергоснабжения. Уравнение нагрева проводов контактной сети. Уравнение процесса охлаждения провода контактной сети. Нагрев и охлаждение проводов контактной сети в условиях конвективного и лучистого теплопереноса. Нагрев проводов контактной сети при коротком замыкании.

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Основы теплопередачи теплопроводностью	9	9	-	9
2	Основы теории конвективного теплопереноса.	9	9	-	9
3	Определение коэффициента конвективной теплоотдачи.	9	9	-	9
4	Основы теплообмена излучением. Нагрев и охлаждение проводов контактной сети в условиях естественной и вынужденной конвекции.	9	9	-	9
<b>Итого</b>		36	36	-	36

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Основы теплопередачи теплопроводностью	2	-	6	19

2	Основы теории конвективного теплопереноса.	2	-	4	19
3	Определение коэффициента конвективной теплоотдачи.	2	-	4	19
4	Основы теплообмена излучением. Нагрев и охлаждение проводов контактной сети в условиях естественной и вынужденной конвекции.	4	-	4	19
<b>Итого</b>		10	-	18	76

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела</b>	<b>Перечень учебно-методического обеспечения</b>
1.	Основы теплопередачи теплопроводностью	Б1.В.ДВ.3.2 «ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В УСТРОЙСТВАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ» Методические рекомендации для практических занятий по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» для специализации «Электроснабжение железных дорог» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://sdo.pgups.ru/">http://sdo.pgups.ru/</a> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).
2.	Основы теории конвективного теплопереноса.	
3.	Определение коэффициента конвективной теплоотдачи.	
4.	Основы теплообмена излучением. Нагрев и охлаждение проводов контактной сети в условиях естественной и вынужденной конвекции.	Б1.В.ДВ.3.2 «ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В УСТРОЙСТВАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ» Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» для специализации «Электроснабжение железных дорог» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://sdo.pgups.ru/">http://sdo.pgups.ru/</a> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация). Киселев И.Г., Сальков С.А.. Электромоделирование процессов теплообмена. Методические указания. – ПГУПС, 2008г.- 12 с.

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине «Тепловые процессы в устройствах электроснабжения» является неотъемлемой частью рабочей



программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры «Теплотехника и теплосиловые установки» и утвержденным заведующим кафедрой.

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, нормативно-правовой документации и других изданий, необходимых для освоения дисциплины**

8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, нормативно-правовой документации и других изданий, необходимых для освоения дисциплины

1. Григорьев В.А., Игнатьев В.В. Тепловые процессы в устройствах тягового электроснабжения. Учебное пособие для вузов ж.д. транспорта /М.: ООО «Транспортная книга», 2007 г. – 181 с.

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Крылов В.И. Теплотехника. Конспект лекций. СПб., ПГУПС, 2014 г., - 70 с.

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

Не предусмотрено.

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

1. Б1.В.ДВ.3.2 «ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В УСТРОЙСТВАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ» Методические рекомендации для практических занятий по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» для специализации «Электроснабжение железных дорог» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).
2. Б1.В.ДВ.3.2 «ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В УСТРОЙСТВАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ» Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» для специализации «Электроснабжение железных дорог» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).
3. Киселев И.Г., Сальков С.А.. Электромоделирование процессов теплообмена. Методические указания. – ПГУПС, 2008г.- 12 с.

#### **9. 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. Электронная библиотека НЕБ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru> – свободный – Загл. с экрана;

3. Основные проблемы в теплоснабжении [электронный ресурс]: [http://www.newenergetika.narod.ru/probl\\_teplo.html](http://www.newenergetika.narod.ru/probl_teplo.html) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: свободный – Загл. с экрана;
4. Профессиональные справочные системы Техэксперт – электронный фонд правовой и нормативно – технической документации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cntd.ru/>, свободный – Загл. с экрана;
5. Электронно – библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://e.lanbook.com>. Загл. с экрана.

## **10. 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 с помощью учебно-методического обеспечения, приведенного в разделах 6, 8 и 9 рабочей программы.
2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков деятельности, предусмотренные текущим контролем (см. фонд оценочных средств по дисциплине).
3. По итогам текущего контроля по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств по дисциплине)».

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В УСТРОЙСТВАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ» используются следующие информационные технологии:

- технические средства (компьютер/ноутбук, проектор);
- методы обучения с использованием информационных технологий (демонстрация мультимедийных материалов);
- электронная информационно – образовательная среда Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru>. (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

Дисциплина обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещенных в специальных помещениях и помещениях для самостоятельной работы в соответствии с утвержденными расписаниями учебных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы. Перечень лицензионного программного

обеспечения и информационных справочных систем приведены в Паспортах аудиторий/помещений.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом по направлению подготовки 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит специальные помещения: учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических работ, 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.

Разработчики программы,  
профессор



И.Г. Киселев

Доцент  
«\_02\_» \_\_\_12\_\_\_ 2016 г.



М.Ю. Кудрин