

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

Кафедра «Теплотехника и теплосиловые установки»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*дисциплины*

**«ОСНОВЫ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ  
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ» (Б1.В.ОД.6)**

для направления

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

по профилю

«Промышленная теплоэнергетика»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург  
2015

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры  
«Теплотехника и теплосиловые установки»  
Протокол № 8 от «10» 06 2016 г.

Программа актуализирована и продлена на 2016/2017 учебный год  
(приложение).

Заведующий кафедрой «Теплотехника  
и теплосиловые установки»



Д.В. Никольский

«10» 06 2016 г.

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры  
«Теплотехника и теплосиловые установки»  
Протокол № 1 от «20» 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.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

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

Протокол № 3 от «25» 11 2015 г.

Заведующий кафедрой «Теплотехника  
и теплосиловые установки»

«25» 11 2015 г.

 Д.В. Никольский

СОГЛАСОВАНО

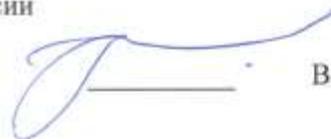
Руководитель ОПОП

«25» 11 2015 г.

 Д.В. Никольский

Председатель методической комиссии  
факультета «Транспортные  
энергетические установки»

«25» 11 2015 г.

 В.В. Никитин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным «1» октября 2015 г., приказ № 1081 по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по дисциплине «Основы систем автоматики и регулирования теплоэнергетических объектов».

Целью изучения дисциплины является освоение студентами основ создания современных автоматизированных технологий и производств, освобождающих человека полностью или частично от непосредственного участия в процессах получения, трансформации и передачи энергии в различных элементах теплоэнергетического оборудования.

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, навыков и/или опыта деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **ЗНАТЬ:**

Современные методы автоматизации и управления теплоэнергетическими объектами.

### **УМЕТЬ:**

Применять современные методы проектирования систем автоматизации и управления с использованием компьютерных технологий.

### **ВЛАДЕТЬ:**

Методами математического моделирования при разработке и совершенствовании программно-технических средств и систем автоматизации и управления.

Приобретенные знания, умения и навыки, 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 **профессиональных компетенций (ПК)**, соответствующих видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа бакалавриата:

рсчетно-проектная и проектно-конструкторская деятельность:

- способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-2);

научно-исследовательская деятельность:

- способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата (ПК-4).

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 «Основы систем автоматизации и регулирования теплоэнергетических объектов» (Б1.В.06) относится к вариативной части и является обязательной дисциплиной обучающегося.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		4	5
Контактная работа (по видам учебных занятий)	122	50	72
В том числе:			
– лекции (Л)	34	16	18
– практические занятия (ПЗ)	70	34	36
– лабораторные работы (ЛР)	18	-	18
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	139	58	81
Контроль	63	-	63
Форма контроля знаний	3 + Э	3	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	324 / 9	108 / 3	216 / 6

Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов	Курс	
		2	3
Контактная работа (по видам учебных занятий)	26	10	16
В том числе:			
– лекции (Л)	8	4	4
– практические занятия (ПЗ)	12	4	8
– лабораторные работы (ЛР)	6	2	4
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	285	166	119
Контроль	13	4	9
Форма контроля знаний	3 + Э	3	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	324 / 9	180 / 5	144 / 4

## 5. Содержание и структура дисциплины

### 5.1 Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Основные математические понятия и определения, используемые в дисциплине.	<p>Функции комплексного переменного. Комплексные числа, показательная функция и логарифм, тригонометрические и гиперболические функции.</p> <p>Операционный метод Лапласа и его приложения. Свойства преобразования Лапласа: свойство линейности, теорема подобия, дифференцирование оригинала, дифференцирование изображения, интегрирование оригинала, интегрирование изображения, теорема запаздывания, теорема смещения, теорема умножения. Операционный метод решения линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами и систем таких уравнений. Операционный метод решения уравнений с частными производными.</p> <p>Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Общее решение уравнений в случаях: корни характеристического уравнения различны и вещественны, среди корней имеются комплексные, среди корней имеются кратные. Общее решение неоднородного линейного уравнения.</p> <p>Элементы векторной алгебры. Скалярное произведение, векторное произведение, производные полей – градиент, операции с оператором <math>\nabla</math>.</p>
2	Общие сведения о системах автоматического управления и регулирования (САУ).	<p>Общие понятия и определения. Виды автоматизации: контроль технологических параметров, управление, автоматическое регулирование, защита, блокировка и технологическая сигнализация, автоматизированные системы управления, частичная, комплексная и полная автоматизация.</p> <p>Классификация автоматических систем автоматического управления и регулирования: замкнутого цикла, разомкнутого цикла, комбинированного цикла, самонастраивающиеся САУ и САР, непрерывные и дискретные системы управления и регулирования, системы несвязанного, связанного и автономного управления и регулирования, линейные и нелинейные системы, системы прямого и непрямого управления и регулирования.</p> <p>Принципы управления: по возмущению, по отклонению регулируемого параметра от заданного значения, комбинированный принцип управления.</p> <p>Законы управления и регулирования: пропорциональный, интегральный, пропорционально - интегральный, пропорционально - дифференциальный, пропорционально – интегрально-дифференциальный и др.</p> <p>Основные типы регуляторов, применяемых при автоматизации теплоэнергетических объектов:</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
		температуры, давления, расхода, уровня, скорости вращения, солености, напряжения, частоты тока.
3	Дифференциальные уравнения САУ и их линеаризация	Уравнение распространения тепла в вещественной среде. Уравнения гидродинамики. Уравнения движения твердого тела. Линеаризация уравнений динамики САУ: первый и второй способ линеаризации. Стандартные формы записи линеаризованных уравнений.
4	Типовые динамические звенья	Определение типового динамического звена. Позиционные, интегрирующие и дифференцирующие типовые динамические звенья. Основные характеристики типового динамического звена: передаточная функция, переходная функция или переходная характеристика, функция веса, частотная передаточная функция, амплитудно-фазовая частотная характеристика, амплитудная частотная характеристика, фазовая частотная характеристика, логарифмическая амплитудная частотная характеристика, логарифмическая фазовая частотная характеристика. Основные характеристики типовых динамических звеньев: позиционные звенья (безынерционное звено, апериодическое звено первого порядка, апериодическое звено второго порядка, колебательное звено, консервативное звено), интегрирующие звенья (идеальное интегрирующее звено, интегрирующее звено с замедлением, изодромное звено), дифференцирующие звенья (идеальное дифференцирующее звено, дифференцирующее звено с замедлением). Методика расчета определения основных характеристик типового динамического звена (методика выполнения РГР).
5	Структурные схемы САУ	Использование структурных схем и их типы. Последовательное соединение звеньев, параллельное соединение звеньев, обратные связи.
6	Устойчивость и качество САУ	Устойчивость динамических систем. Общие определения и понятия. Теоремы Ляпунова об устойчивости САУ линейного приближения. Теорема о необходимом и достаточном условии устойчивости линейных систем автоматического управления. Область устойчивости и граница устойчивости линейной системы автоматического регулирования. Критерии устойчивости. Аналитические критерии устойчивости (Вышнеградского, Гурвица). Частотные критерии устойчивости (Михайлова, Найквиста). Определение устойчивости по логарифмическим

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
		<p>частотным характеристикам.  Построение областей устойчивости. D-разбиения.  Показатели качества САУ и методы их определения: по распределению корней характеристического уравнения, интегральные и частотные методы оценки.  Чувствительность систем автоматического управления</p>
7	Методы синтеза линейных САУ	<p>Понятие синтеза систем автоматического управления и регулирования.  Корректирующие устройства: гибкая параллельная корректирующая связь, интегрирующая параллельная корректирующая связь, корректирующие обратные связи.  Инвариантные САУ</p>
8	Элементы теории нелинейных САУ	<p>Типовые нелинейности. Устойчивость нелинейных систем. Структурные схемы нелинейных систем. Фазовое пространство, изображение процессов на фазовой плоскости, фазовые траектории линейной системы второго порядка.  Фазовые траектории нелинейных систем. Устойчивые и неустойчивые предельные циклы. Автоколебания нелинейных систем.  Коррекция нелинейных САУ, последовательные корректирующие цепи, параллельные корректирующие цепи, корректирующие устройства.  Точные методы исследования устойчивости нелинейных САУ. Прямой (второй) метод Ляпунова. Теорема Ляпунова об устойчивости нелинейных систем. Теорема Ляпунова о неустойчивости нелинейных САУ. Частотный метод В.М. Попова</p>
9	Оптимальные системы автоматического управления	<p>Критерии оптимальности. Основные положения синтеза оптимальных САУ.  Принцип максимума Л. С. Понтрягина</p>
10	Адаптивные системы автоматического управления	<p>Постановка задачи адаптивного управления.  Самонастраивающиеся адаптивные системы. Пассивные самонастраивающиеся системы.  Поисковые и аналитические самонастраивающиеся системы (система с непосредственным дифференцированием, шагового типа, с использованием моделирующих сигналов, с запоминанием).</p>
11	Элементы и устройства автоматических регуляторов	<p>Классификация элементов и устройств. Датчики (давления, расхода, уровня, температуры, частоты вращения, электрические). Задающие устройства. Решающие устройства.  Усилительные устройства (гидравлические, пневматические, электрические усилители, электрогидравлические и электропневматические).  Исполнительные устройства (гидравлические поршневые сервомоторы, пневматические и гидравлические позиционеры, электрические сервомоторы).</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
		Регулирующие устройства. Стабилизирующие устройства
12	Методика построения статических характеристик регуляторов	Методика построения статических характеристик регулятора на примере регулятора уровня
13	Пароэнергетические, газотурбинные и дизельные энергетические установки, как объекты автоматизации	Энергетические процессы в пароэнергетической установке. Способы управления установкой: маневровым клапаном турбозубчатого агрегата при постоянном давлении пара, генерируемого котлами; топливными клапанами котла при переменном давлении генерируемого пара; комбинированное использование обоих указанных способов. Автоматическое регулирование котельных установок с котлами естественной циркуляции. Особенности автоматического регулирования котельных установок с прямоточными котлами. Особенности автоматического регулирования котельных установок с высоконапорными котлами. Газотурбинная энергетические установка, как объект автоматизации: энергетические процессы и способы управления. Дизельная энергетические установка, как объект автоматизации: энергетические процессы и способы управления

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Основные математические понятия и определения, используемые в дисциплине.	2	2	-	9
2	Общие сведения о системах автоматического управления и регулирования (САУ).	2	5	-	10
3	Дифференциальные уравнения САУ и их линеаризация	3	5	-	10
4	Типовые динамические звенья	3	5	-	10
5	Структурные схемы САУ	4	7	-	10
6	Устойчивость и качество САУ	3	7	-	10
7	Методы синтеза линейных САУ	2	7	-	10
8	Элементы теории нелинейных САУ	2	6	-	10
9	Оптимальные системы	3	6	-	10

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
	автоматического управления				
10	Адаптивные системы автоматического управления	3	5	-	11
11	Элементы и устройства автоматических регуляторов	3	4	6	12
12	Методика построения статических характеристик регуляторов	2	4	6	12
13	Пароэнергетические, газотурбинные и дизельные энергетические установки, как объекты автоматизации	2	7	6	15
<b>Итого</b>		<b>34</b>	<b>70</b>	<b>18</b>	<b>139</b>

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Основные математические понятия и определения, используемые в дисциплине.	0,5	0,5	-	20
2	Общие сведения о системах автоматического управления и регулирования (САУ).	0,5	0,5	-	22
3	Дифференциальные уравнения САУ и их линеаризация	0,5	1	-	22
4	Типовые динамические звенья	0,5	1	-	22
5	Структурные схемы САУ	0,5	1	1	22
6	Устойчивость и качество САУ	1	1	-	22
7	Методы синтеза линейных САУ	0,5	1	-	22
8	Элементы теории нелинейных САУ	0,5	1	-	22
9	Оптимальные системы автоматического управления	0,5	1	-	22
10	Адаптивные системы автоматического управления	0,5	1	-	22
11	Элементы и устройства автоматических регуляторов	0,5	1	1	22
12	Методика построения статических характеристик регуляторов	1	1	2	22
13	Пароэнергетические, газотурбинные и дизельные энергетические установки, как объекты автоматизации	1	1	2	23
<b>Итого</b>		<b>8</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>285</b>

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Перечень учебно-методического обеспечения
1	Основные математические понятия и определения, используемые в дисциплине.	<p>1. Б1.В.ОД.6 «ОСНОВЫ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ» МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://sdo.pgups.ru/">http://sdo.pgups.ru/</a> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).</p> <p>2. Б1.В.ОД.6 «ОСНОВЫ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ» МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://sdo.pgups.ru/">http://sdo.pgups.ru/</a> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).</p> <p>3. Б1.В.ОД.6 «ОСНОВЫ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ» МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://sdo.pgups.ru/">http://sdo.pgups.ru/</a> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).</p>
2	Общие сведения о системах автоматических управления и регулирования (САУ).	
3	Дифференциальные уравнения САУ и их линеаризация	
4	Типовые динамические звенья	
5	Структурные схемы САУ	
6	Устойчивость и качество САУ	
7	Методы синтеза линейных САУ	
8	Элементы теории нелинейных САУ	
9	Оптимальные системы автоматического управления	
10	Адаптивные системы автоматического управления	
11	Элементы и устройства автоматических регуляторов	
12	Методика построения статических характеристик регуляторов	
13	Пароэнергетические, газотурбинные и дизельные энергетические	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Перечень учебно-методического обеспечения
	установки, как объекты автоматизации	

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

Фонд оценочных средств по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры 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 учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. Теория систем автоматического управления. Изд.4-е, перераб. и доп. Издательство «Профессия», 2009., 236 с.

2. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления. Под редакцией В.А. Бесекерского. Издание пятое, переработанное и дополненное. Издательство «Наука». Главная редакция физико-математической литературы. Москва, 2008 г., 183 с.

3. Иванов Р.А. Автоматизация тепловых процессов. Методические указания к курсовому проектированию. Типография ПГУПС, СПб, 2008., 36с.

4. Иванов Р.А. Типовые динамические звенья. Методическое пособие. Типография ПГУПС, СПб, 2010., 54 с.

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. 1. Переборов А.С., Брылеев А.М., Сапожников В.В. и др. Теоретические основы железнодорожной автоматики и телемеханики. 3-3 изд., перераб. и доп. Москва «Транспорт», 1984., 156 с.

2. Плетнев Г.П. Автоматизированные системы управления объектами тепловых электростанций. М.: Издательство МЭИ. 1995., 285 с.

3. Андресен В.А., Гольдберг М.Э. и др. Автоматизация судовых энергетических установок и систем. Издательство «Судостроение», Ленинград, 1973., 312 с.

4. Автоматизация судовых энергетических установок. Под редакцией д.т.н. проф. Р.А. Нелепина. Издательство «Судостроение», 1975., 224 с.

5. Г. Дёч. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа. Издательство «наука», Физматгиз, Москва, 1965., 143 с.

6. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Основные дифференциальные уравнения математической физики. Государственное издательство физико-математической литературы, Москва, 1962., 176 с.

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

1. Промышленный портал Complexdoc [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru/>, свободный.

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

1. Б1.В.ОД.6 «ОСНОВЫ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ» МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

2. Б1.В.ОД.6 «ОСНОВЫ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ» МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

3. Б1.В.ОД.6 «ОСНОВЫ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ» МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

## **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. 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.

## **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, навыков и (или) опыта 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**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- 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 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит специальные помещения: учебные аудитории для

проведения занятий лекционного типа, лабораторных 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.

Специальные помещения для проведения лабораторных работ укомплектованы специализированной учебно – лабораторной мебелью, лабораторным оборудованием, лабораторными стендами, специализированными измерительными средствами в соответствии с перечнем лабораторных работ.

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.

Разработчик программы:

старший преподаватель  
« 23 » 11 20 15 г.



А.С. Краснов