

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

Кафедра «*Электрическая тяга*»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

*Б1.В.9 «ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»*

специальности

*23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»*

специализации

*«Электрический транспорт железных дорог»*

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург 2025

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
«Электрическая тяга»  
Протокол № 6 от «13» января 2025 г.

Заведующий кафедрой  
«Электрическая тяга»  
«13» января 2025 г.

\_\_\_\_\_

А.М. Евстафьев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО  
«13» января 2025 г.

\_\_\_\_\_

А.М. Евстафьев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Теория автоматического управления» (Б1.В.9) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки/специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 27 марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 215, с учетом профессионального стандарта 17.055.Профессиональный образовательный стандарт «Специалист по организации и производству технического обслуживания и ремонта железнодорожного подвижного состава» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19 апреля 2021 года №252Н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации, регистрационный №1099) и профессионального стандарта 17.038 Профессиональный стандарт «Специалист по оперативному руководству колонной локомотивных бригад тягового подвижного состава, бригад специального железнодорожного подвижного состава, машинистами кранов на железнодорожном ходу» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 30 марта 2021 года №164Н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации, регистрационный №872).

Целью изучения дисциплины является получение знаний о принципах автоматического управления электрическим транспортом.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- знать принципы автоматического управления;
- иметь навыки расчета статических и динамических характеристик элементов систем автоматического управления;
- знать частотные методы оценки устойчивости и качества регулирования систем автоматического управления;
- иметь навыки синтеза систем автоматического управления.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе 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 (модулю)
ПК-2 Организация выполнения работ на участке производства по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов	
ПК-2.1.2 Знает конструктивные особенности, принцип работы и правила эксплуатации приборов, оборудования, механизмов и узлов железнодорожного подвижного состава	Обучающийся знает: - конструктивные особенности, принцип работы и правила эксплуатации приборов, оборудования, механизмов и узлов железнодорожного подвижного состава
ПК-4 Проведение технических и практических занятий с работниками локомотивных бригад	
ПК-4.3.1 Имеет навыки	Обучающийся имеет навыки:

<b>Индикаторы достижения компетенций</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
обучения работников локомотивных бригад устройству локомотивов (МВПС) обслуживаемых и новых серий, в том числе в автоматизированной системе	- обучения работников локомотивных бригад устройству локомотивов (МВПС) обслуживаемых и новых серий, в том числе в автоматизированной системе
<b>ПК-5 Проведение технических занятий с работниками локомотивных бригад по изучению тормозного оборудования и устройств безопасности, установленных на локомотивах</b>	
ПК-5.1.3 Знает пневматические и электрические схемы, работу узлов и агрегатов локомотивов (МВПС) в части, регламентирующей выполнение трудовых функций и порядок управления автотормозами локомотивов (МВПС)	Обучающийся знает: - пневматические и электрические схемы, работу узлов и агрегатов локомотивов (МВПС) в части, регламентирующей выполнение трудовых функций и порядок управления автотормозами локомотивов (МВПС)

### **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**

Для очной формы обучения

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>
Контактная работа (по видам учебных занятий)	84
В том числе:	
– лекции (Л)	42
– практические занятия (ПЗ)	14
– лабораторные работы (ЛР)	28
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	60
Контроль	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	180 / 5

Для заочной формы обучения

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>
Контактная работа (по видам учебных занятий)	24
В том числе:	
– лекции (Л)	12
– практические занятия (ПЗ)	4

Вид учебной работы	Всего часов
– лабораторные работы (ЛР)	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	142
Контроль	9
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	180 / 5

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	Принципы автоматического управления	<p><b>Лекция 1.</b> Технические средства управления.</p> <p><b>Лекция 2.</b> Принципы автоматического управления. Законы регулирования.</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> Изучить схемно-технические способы реализации регуляторов, используя [1]</p>	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
2	Статические и динамические характеристики элементов систем автоматического управления	<p><b>Лекция 1.</b> Статические характеристики функциональных элементов.</p> <p><b>Лекция 2.</b> Классификация динамических звеньев направленного действия. Динамические характеристики звеньев направленного действия.</p> <p><b>Лекция 3.</b> Динамические характеристики типовых звеньев направленного действия</p> <p><b>Практическое занятие 1.</b> Изучение способов определения динамических параметров звеньев направленного действия.</p> <p><b>Практическое занятие 2.</b> Изучение способов определения динамических параметров звеньев направленного действия</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> Изучить физические и схемно-технические элементы, отображающих динамические характеристики типовых звеньев, используя [1], [5]</p>	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
3	Частотные характеристики систем автоматического управления	<p><b>Лекция 1.</b> Общее определение частотных характеристик.</p> <p><b>Лекция 2.</b> Логарифмические частотные характеристики.</p> <p><b>Лекция 3.</b> Частотные характеристики типовых динамических звеньев</p> <p><b>Практическое занятие 1.</b> Изучение</p>	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>способов определения частотных параметров структурных звеньев.</p> <p><b>Практическое занятие 2.</b> Изучение способов определения частотных параметров структурных звеньев.</p> <p><b>Практическое занятие 3.</b> Изучение способов определения частотных параметров структурных звеньев</p> <p><b>Лабораторная работа 1.</b> Динамические и частотные характеристики структурных звеньев САУ ЭПС</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> Подготовиться к практическим занятиям и лабораторным работам, используя [1], [2], [5]</p>	
4	Динамические характеристики систем автоматического управления	<p><b>Лекция 1.</b> Статические характеристики систем автоматического управления.</p> <p><b>Лекция 2.</b> Динамические характеристики систем автоматического управления.</p> <p><b>Лекция 3.</b> Анализ быстродействия регуляторов по передаточным функциям</p> <p><b>Практическое занятие 1.</b> Определение параметров ПИ-регулятора.</p> <p><b>Практическое занятие 2.</b> Определение параметров ПД-регулятора</p> <p><b>Лабораторная работа 1.</b> Быстродействие регуляторов САУ ЭПС</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> Подготовиться к практическим занятиям и лабораторной работе, используя [1], [2], [7]</p>	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
5	Устойчивость и качество регулирования систем автоматического управления	<p><b>Лекция 1.</b> Общее определение устойчивости системы автоматического управления. Анализ устойчивости САУ по корням характеристического уравнения.</p> <p><b>Лекция 2.</b> Анализ влияния параметров САУ на ее устойчивость. Показатели качества регулирования САУ.</p> <p><b>Лекция 3.</b> Метод оценки качества регулирования САУ по корням характеристического уравнения</p> <p><b>Практическое занятие 1.</b> Расчет устойчивости САУ по корням характеристического уравнения.</p> <p><b>Практическое занятие 2.</b> Расчет устойчивости САУ по корням характеристического уравнения.</p> <p><b>Практическое занятие 3.</b> Расчет</p>	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>устойчивости САУ по корням характеристического уравнения</p> <p><b>Лабораторная работа 1.</b> Влияние параметров САУ ЭПС на устойчивость.</p> <p><b>Лабораторная работа 2.</b> Влияние параметров САУ ЭПС на качество регулирования</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> Подготовиться к практическим занятиям и лабораторным работам, используя [1], [2], [6]</p>	
6	Частотные методы оценки устойчивости и качества регулирования САУ	<p><b>Лекция 1.</b> Частотные характеристики систем автоматического управления.</p> <p><b>Лекция 2.</b> Анализ устойчивости систем автоматического управления по ЛЧХ (критерий устойчивости Найквиста).</p> <p><b>Лекция 3.</b> Метод оценки качества регулирования по ЛЧХ</p> <p><b>Практическое занятие 1.</b> Расчет и построение ЛЧХ САУ.</p> <p><b>Практическое занятие 2.</b> Оценка устойчивости и качества регулирования САУ</p> <p><b>Лабораторная работа 1.</b> Исследование способа оценки качества регулирования САУ ЭПС.</p> <p><b>Лабораторная работа 2.</b> Исследование способа оценки качества регулирования САУ ЭПС</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> Подготовиться к практическим занятиям и лабораторным работам, используя [1], [2], [8]</p>	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
7	Синтез систем автоматического управления	<p><b>Лекция 1.</b> Определение параметров настройки регуляторов.</p> <p><b>Лекция 2.</b> Синтез логарифмической амплитудно-частотной характеристики скорректированной САУ.</p> <p><b>Лекция 3.</b> Синтез корректирующих устройств при последовательной коррекции.</p> <p><b>Лекция 4.</b> Синтез корректирующих устройств при параллельной коррекции</p> <p><b>Практическое занятие 1.</b> Изучение способа улучшения качества регулирования методом последовательной коррекции.</p> <p><b>Практическое занятие 2.</b> Изучение способа улучшения качества</p>	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		регулирования методом последовательной коррекции	
		<b>Лабораторная работа 1.</b> Определение параметров регуляторов САУ ЭПС	
		<b>Самостоятельная работа.</b> Подготовиться к практическим занятиям и лабораторной работе, используя [1], [2], [9]	

Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Принципы автоматического управления	<b>Самостоятельная работа.</b> Изучить схемно-технические способы реализации регуляторов, используя [1]	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
2	Статические и динамические характеристики элементов систем автоматического управления	<b>Лекция 1.</b> Статические характеристики функциональных элементов. <b>Самостоятельная работа.</b> Изучить физические и схемно-технические элементы, отображающих динамические характеристики типовых звеньев, используя [1], [5]	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
3	Частотные характеристики систем автоматического управления	<b>Лекция 1.</b> Общее определение частотных характеристик. <b>Практическое занятие 1.</b> Изучение способов определения частотных параметров структурных звеньев. <b>Самостоятельная работа.</b> Подготовиться к практическим занятиям и лабораторным работам, используя [1], [2], [5]	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
4	Динамические характеристики систем автоматического управления	<b>Лекция 1.</b> Статические характеристики систем автоматического управления. <b>Лабораторная работа 1.</b> Быстродействие регуляторов САУ ЭПС <b>Самостоятельная работа.</b> Подготовиться к лабораторной работе, используя [1], [2], [7]	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
5	Устойчивость и качество регулирования систем автоматического управления	<b>Лекция 1.</b> Общее определение устойчивости системы автоматического управления. Анализ устойчивости САУ по корням характеристического уравнения. <b>Лабораторная работа 1.</b> Влияние параметров САУ ЭПС на устойчивость. <b>Самостоятельная работа.</b> Подготовиться к лабораторной работе, используя [1], [2], [6]	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
6	Частотные методы оценки устойчивости и качества регулирования САУ	<b>Лекция 1.</b> Анализ устойчивости систем автоматического управления по ЛЧХ (критерий устойчивости Найквиста).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
		<b>Лабораторная работа 1.</b> Исследование способа оценки качества регулирования САУ ЭПС.	
		<b>Лабораторная работа 2.</b> Исследование способа оценки качества регулирования САУ ЭПС	
		<b>Самостоятельная работа.</b> Подготовиться к лабораторным работам, используя [1], [2], [8]	
7	Синтез систем автоматического управления	<b>Лекция 1.</b> Синтез логарифмической амплитудно-частотной характеристики скорректированной САУ.	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
		<b>Практическое занятие 1.</b> Изучение способа улучшения качества регулирования методом последовательной коррекции.	
		<b>Самостоятельная работа.</b> Подготовиться к практическому занятию используя [1], [2], [9]	

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Принципы автоматического управления	4	-	-	6	10
2	Статические и динамические характеристики элементов систем автоматического управления	6	4	-	8	18
3	Частотные характеристики систем автоматического управления	6	6	2	8	22
4	Динамические характеристики систем автоматического управления	6	4	2	8	21
5	Устойчивость и качество регулирования систем автоматического управления	6	6	4	10	25
6	Частотные методы оценки устойчивости и качества регулирования САУ	6	4	4	10	23
7	Синтез систем автоматического управления	8	4	2	10	25
	<b>Итого</b>	<b>42</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>60</b>	<b>144</b>
<b>Контроль</b>						<b>36</b>
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						<b>180</b>

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Принципы автоматического управления	-	-	-	15	15
2	Статические и динамические характеристики элементов систем автоматического управления	2	-	-	20	22
3	Частотные характеристики систем автоматического управления	2	2	-	20	24
4	Динамические характеристики систем автоматического управления	2	-	2	20	24
5	Устойчивость и качество регулирования систем автоматического управления	2	-	3	22	27
6	Частотные методы оценки устойчивости и качества регулирования САУ	2	-	3	25	30
7	Синтез систем автоматического управления	2	2	-	25	29
	<b>Итого</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>147</b>	<b>171</b>
<b>Контроль</b>						<b>9</b>
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						<b>180</b>

#### **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 специалитета, 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.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория кафедры «Электрическая тяга» оборудованная следующими установками, используемыми в учебном процессе:

- тренажер скоростного электропоезда «Ласточка»;
- тренажер электровоза ЭП20.

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.

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](https://ibooks.ru/) («Айбукс»). – URL: <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:

- Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Баранов Л.А. Автоматизированные системы управления электроподвижным составом. В 3-х частях. Часть 1. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] / Л.А. Баранов, О.Е. Савоськин. – М.: УМЦ ЖДТ, 2014. – 400 с.

2. Якушев А.Я. Автоматизированные системы управления электрическим подвижным составом. Учебное пособие. М.: ГОУ УМЦ по образованию на ж.д. транспорте, 2016, - 301 с.

3. Якушев А.Я. Исследование системы автоматического управления тяговыми электродвигателями электровоза переменного тока. Часть 1. Учебное пособие. СПб.: ПГУПС, 2010. – 45 с.
  4. Якушев А.Я., Викулов И.П. Исследование системы автоматического управления тяговыми электродвигателями электровоза переменного тока. Часть 2. Учебное пособие. СПб.: Петербургский университет путей сообщения, 2011. – 42 с.
  5. Якушев А.Я., Викулов И.П., Цаплин А.Е. Динамические и частотные характеристики структурных звеньев САУ ЭПС. Методические указания, СПб.: ПГУПС, 2015, 18 с.
  6. Якушев А.Я., Викулов И.П., Цаплин А.Е. Влияние параметров САУ ЭПС на устойчивость и качество регулирования. Методические указания, СПб.: ПГУПС, 2015, 18 с.
  7. Якушев А.Я., Викулов И.П., Цаплин А.Е. Исследование быстродействия регуляторов САУ ЭПС. Методические указания, СПб.: Петербургский университет путей сообщения, 2015, 20 с.
  8. Якушев А.Я., Викулов И.П., Цаплин А.Е. Исследование способа оценки качества регулирования САУ ЭПС. Методические указания, СПб.: ПГУПС, 2015, 16 с.
  9. Якушев А.Я., Викулов И.П., Цаплин А.Е. Определение параметров регуляторов САУ ЭПС. Методические указания, СПб.: ПГУПС, 2015, 18 с.
  10. Якушев А.Я., Викулов И.П., Теличенко С.А. Улучшение качества регулирования системы автоматического управления ЭПС. Методические указания, СПб.: ПГУПС, 2017, 16 с.
- 8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:
- Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: [my.pgups.ru](http://my.pgups.ru) - Режим доступа: для авториз. пользователей;
  - Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> - Режим доступа: для авториз. пользователей;
  - Справочная правовая система КонсультантПлюс. – URL: <http://www.consultant.ru/> - Режим доступа: свободный.

Разработчик рабочей программы,  
доцент

«13» января 2025 г.

\_\_\_\_\_ *И.П. Викулов*