

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 2023

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:

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
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
ПК-5 Проведение технических занятий с работниками локомотивных бригад по изучению тормозного оборудования и устройств безопасности, установленных на локомотивах	
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

Вид учебной работы	Всего часов
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

Вид учебной работы	Всего часов
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>Лекция 1. Технические средства управления.</p> <p>Лекция 2. Принципы автоматического управления. Законы регулирования.</p> <p>Самостоятельная работа. 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>Лекция 1. Статические характеристики функциональных элементов.</p> <p>Лекция 2. Классификация динамических звеньев направленного действия. Динамические характеристики звеньев направленного действия.</p> <p>Лекция 3. Динамические характеристики типовых звеньев направленного действия</p> <p>Практическое занятие 1. Изучение способов определения динамических параметров звеньев направленного действия.</p> <p>Практическое занятие 2. Изучение способов определения динамических параметров звеньев направленного действия</p> <p>Самостоятельная работа. 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>Лекция 1. Общее определение частотных характеристик.</p> <p>Лекция 2. Логарифмические частотные характеристики.</p> <p>Лекция 3. Частотные характеристики типовых динамических звеньев</p> <p>Практическое занятие 1. 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>Практическое занятие 2. Изучение способов определения частотных параметров структурных звеньев.</p> <p>Практическое занятие 3. Изучение способов определения частотных параметров структурных звеньев</p> <p>Лабораторная работа 1. Динамические и частотные характеристики структурных звеньев САУ ЭПС</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовиться к практическим занятиям и лабораторным работам, используя [1], [2], [5]</p>	
4	Динамические характеристики систем автоматического управления	<p>Лекция 1. Статические характеристики систем автоматического управления.</p> <p>Лекция 2. Динамические характеристики систем автоматического управления.</p> <p>Лекция 3. Анализ быстродействия регуляторов по передаточным функциям</p> <p>Практическое занятие 1. Определение параметров ПИ-регулятора.</p> <p>Практическое занятие 2. Определение параметров ПД-регулятора</p> <p>Лабораторная работа 1. Быстродействие регуляторов САУ ЭПС</p> <p>Самостоятельная работа. 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>Лекция 1. Общее определение устойчивости системы автоматического управления. Анализ устойчивости САУ по корням характеристического уравнения.</p> <p>Лекция 2. Анализ влияния параметров САУ на ее устойчивость. Показатели качества регулирования САУ.</p> <p>Лекция 3. Метод оценки качества регулирования САУ по корням характеристического уравнения</p> <p>Практическое занятие 1. Расчет устойчивости САУ по корням характеристического уравнения.</p> <p>Практическое занятие 2. Расчет устойчивости САУ по корням характеристического уравнения.</p> <p>Практическое занятие 3. 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>Лабораторная работа 1. Влияние параметров САУ ЭПС на устойчивость.</p> <p>Лабораторная работа 2. Влияние параметров САУ ЭПС на качество регулирования</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовиться к практическим занятиям и лабораторным работам, используя [1], [2], [6]</p>	
6	Частотные методы оценки устойчивости и качества регулирования САУ	<p>Лекция 1. Частотные характеристики систем автоматического управления.</p> <p>Лекция 2. Анализ устойчивости систем автоматического управления по ЛЧХ (критерий устойчивости Найквиста).</p> <p>Лекция 3. Метод оценки качества регулирования по ЛЧХ</p> <p>Практическое занятие 1. Расчет и построение ЛЧХ САУ.</p> <p>Практическое занятие 2. Оценка устойчивости и качества регулирования САУ</p> <p>Лабораторная работа 1. Исследование способа оценки качества регулирования САУ ЭПС.</p> <p>Лабораторная работа 2. Исследование способа оценки качества регулирования САУ ЭПС</p> <p>Самостоятельная работа. 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>Лекция 1. Определение параметров настройки регуляторов.</p> <p>Лекция 2. Синтез логарифмической амплитудно-частотной характеристики скорректированной САУ.</p> <p>Лекция 3. Синтез корректирующих устройств при последовательной коррекции.</p> <p>Лекция 4. Синтез корректирующих устройств при параллельной коррекции</p> <p>Практическое занятие 1. Изучение способа улучшения качества регулирования методом последовательной коррекции.</p> <p>Практическое занятие 2. 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	
		Лабораторная работа 1. Определение параметров регуляторов САУ ЭПС	
		Самостоятельная работа. 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	Самостоятельная работа. 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	Лекция 1. Статические характеристики функциональных элементов.	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
		Самостоятельная работа. Изучить физические и схемно-технические элементы, отображающих динамические характеристики типовых звеньев, используя [1], [5]	
3	Частотные характеристики систем автоматического управления	Лекция 1. Общее определение частотных характеристик.	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
		Практическое занятие 1. Изучение способов определения частотных параметров структурных звеньев.	
		Самостоятельная работа. Подготовиться к практическим занятиям и лабораторным работам, используя [1], [2], [5]	
4	Динамические характеристики систем автоматического управления	Лекция 1. Статические характеристики систем автоматического управления.	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
		Лабораторная работа 1. Быстродействие регуляторов САУ ЭПС	
		Самостоятельная работа. Подготовиться к лабораторной работе, используя [1], [2], [7]	
5	Устойчивость и качество регулирования систем автоматического управления	Лекция 1. Общее определение устойчивости системы автоматического управления. Анализ устойчивости САУ по корням характеристического уравнения.	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
		Лабораторная работа 1. Влияние параметров САУ ЭПС на устойчивость.	
		Самостоятельная работа. Подготовиться к лабораторной работе, используя [1], [2], [6]	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
6	Частотные методы оценки устойчивости и качества регулирования САУ	Лекция 1. Анализ устойчивости систем автоматического управления по ЛЧХ (критерий устойчивости Найквиста).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
		Лабораторная работа 1. Исследование способа оценки качества регулирования САУ ЭПС.	
		Лабораторная работа 2. Исследование способа оценки качества регулирования САУ ЭПС	
		Самостоятельная работа. Подготовиться к лабораторным работам, используя [1], [2], [8]	
7	Синтез систем автоматического управления	Лекция 1. Синтез логарифмической амплитудно-частотной характеристики скорректированной САУ.	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
		Практическое занятие 1. Изучение способа улучшения качества регулирования методом последовательной коррекции.	
		Самостоятельная работа. 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
	Итого	42	28	14	60	144
Контроль						36
Всего (общая трудоемкость, час.)						180

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
	Итого	12	4	8	147	171
Контроль						9
Всего (общая трудоемкость, час.)						180

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 («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 - 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

_____ *В.О. Иващенко*

«25» апреля 2023 г.