

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

Кафедра «Локомотивы и локомотивное хозяйство»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
*дисциплины*  
**«ОСНОВЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ  
ЛОКОМОТИВОВ» (Б1.В.15)**

23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»  
по специализации  
«Локомотивы»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург  
2025

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство»

Протокол № 6 от 25 февраля 2025 г.

Заведующий кафедрой «Локомотивы и локомотивное хозяйство»  
25 февраля 2025 г.

\_\_\_\_\_

Д.Н. Курилкин

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО  
25 февраля 2025 г.

\_\_\_\_\_

Д.Н. Курилкин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Основы теории автоматического управления локомотивов» (Б1.В.15) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «27» марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 215) и с учетом профессиональных стандартов 17.038 «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 23 декабря 2016 года №829Н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 17 января 2017 года, регистрационный №45276) и 17.055. «Руководитель участка производства по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 06 февраля 2018 года №60Н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 02 марта 2018 года, регистрационный номер №50227).

Цель дисциплины – формирование у студентов прочной теоретической базы по современным методам построения и исследования систем автоматического управления, которая позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с получением математического описания, моделированием, анализом, проектированием и испытанием систем автоматического управления (САУ).

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- улучшение общеобразовательной и специальной подготовки студентов путем применения математических методов для решения прикладных задач;
- ознакомление студентов с математическими основами исследования систем автоматического регулирования;
- изучение студентами современного состояния теории автоматического регулирования и принципов исследования качества работы систем автоматического регулирования современных локомотивов;
- изучение принципов построения, настройки и эксплуатации локомотивных автоматических систем управления, регулирования и защиты;
- повышение специальной подготовки студентов в процессе изучения автоматических систем регулирования отдельных узлов подвижного состава и решения прикладных задач.

## 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 приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами 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 <i>знает</i> : - конструктивные особенности, принцип работы и правила эксплуатации систем автоматического регулирования оборудования, механизмов и узлов железнодорожного подвижного состава
ПК-4: Проведение технических и практических занятий с работниками локомотивных бригад	
ПК-4.3.1. Имеет навыки обучения работников локомотивных бригад устройству локомотивов новых и обслуживаемых серий	Обучающийся <i>умеет</i> – имеет навыки обучения работников локомотивных бригад устройству систем автоматического регулирования локомотивов новых и обслуживаемых серий
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 в объеме, необходимом для выполнения должностных обязанностей	Обучающийся <i>знает</i> – пневматические и электрические элементы систем автоматизации локомотивов и их работу в объеме, необходимом для выполнения должностных обязанностей

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

Дисциплина «Основы теории автоматического управления локомотивов» (Б1.В.15) не относится к базовой части и является обязательной для изучения.

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

Для очной формы обучения:

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов	Модуль	
		1	2
Контактная работа (по видам учебных занятий)	120	64	56
В том числе:			
– лекции (Л)	46	32	14
– практические занятия (ПЗ)	30	16	14
– лабораторные работы (ЛР)	44	16	28
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	128	76	52
Контроль	40	4	36
Форма контроля знаний	З, КР, Э	З, КР	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	288/8	144/4	144/4

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2.

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	32
В том числе:	
– лекции (Л)	12
– практические занятия (ПЗ)	8
– лабораторные работы (ЛР)	12
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	243
Контроль	13
Форма контроля знаний	З, КР, Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	288/8

*Примечания: «Форма контроля знаний» – экзамен (Э), зачет (З), курсовая работа (КР).*

## 5. Структура и содержание дисциплины

Для очной формы обучения:

Таблица 5.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
<b>Модуль 1</b>			
1.	Введение. Основные понятия и определения теории автоматических систем.	<b>Лекция 1.</b> Основные понятия и определения теории автоматических систем. Классификация систем автоматического регулирования локомотивов (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 1.</b> Значение автоматизации производственных и транспортных процессов, как одного из основных направлений технического прогресса в проблеме повышения производительности труда (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
2.	Фундаментальные принципы построения автоматических систем:	<b>Лекция 2.</b> Принципы разомкнутого управления, регулирования по возмущению, регулирования по отклонению и комбинированного регулирования (2 часа).	ПК-2.1.2
		<b>Практическое занятие 1.</b> Примеры тепловозных автоматических систем регулирования (АСР) и управления (АСУ), построенных на основе фундаментальных принципов (2 часа).	ПК-2.1.2
		<b>Самостоятельная работа 2.</b> Перспективы развития систем автоматического регулирования, автоматического управления. Перспективы применения комплексных систем управления. Система автоматического управления как звено комплексной системы управления железнодорожным транспортом (6 часов).	ПК-2.1.2
3.	Статические и динамические характеристики автоматических систем и их элементов.	<b>Лекция 3.</b> Понятие о статических и динамических характеристиках систем. Методы линеаризации и нелинейных систем. Статические и динамические ошибки САР и их влияние на основные показатели систем: устойчивость и качество регулирования. Статические и астатические САР (2 часа).	ПК-4.3.1
		<b>Лабораторная работа 1.</b> Режимы работы автоматических систем: установившийся (стационарный) и неуставившийся (нестационарный). Статические характеристики и параметры (коэффици-	ПК-4.3.1

		енты передачи и возврата) (2 часа).	
		<b>Самостоятельная работа 3.</b> Функции элементов системы. Классы автоматических систем: стабилизации, программного управления, следящие и оптимального управления. Виды автоматических регуляторов: прямого и непрямого действия, непрерывные, релейные, импульсные, цифровые регуляторы. Алгоритмы (законы) работы регуляторов. Типы автоматических систем: одно- и многоконтурные, многосвязные, статические и астатические системы (4 часа).	ПК-4.3.1
4.	Дифференциальные уравнения и их решения. Понятие о переходном процессе.	<b>Лекция 4.</b> Формы записи линейных дифференциальных уравнений. Переходные процессы в звеньях. Динамические временные характеристики, передаточные и частотные функции и характеристики. (2 часа).	ПК-4.3.1
		<b>Лекция 5.</b> Операторный способ представления и решения дифференциальных уравнений. Преобразование Лапласа. Понятие о передаточной функции. Логарифмические частотные характеристики (2 часа).	ПК-4.3.1
		<b>Практическое занятие 2.</b> Изображения по Лапласу функции единичного скачка, производной, интеграла, а также предельных переходов для определения установившегося и переходного движений системы. (2 часа).	ПК-4.3.1
		<b>Лабораторная работа 2.</b> Электронные модели систем автоматического регулирования среде Matlab-Simulink (2 часа).	ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 4.</b> Способы перехода от изображения реакции к её оригиналу: по таблицам соответствия изображений и оригиналов, обратное преобразование Фурье, способ трапеций. ЧХ как характеристика, описывающая динамические свойства системы в частотной области; связь ЧХ с передаточной функцией и импульсной характеристикой (12 часов).	ПК-4.3.1
5.	Понятие передаточной функции. Типовые динамические звенья автоматических систем.	<b>Лекция 6.</b> Понятие передаточной функции. Передаточные функции и структурные схемы систем автоматического регулирования локомотивов(2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1

		<b>Лекция 7.</b> Типовые динамические звенья автоматических систем (2 часа).	
		<b>Практическое занятие 3.</b> Дифференциальные уравнения, переходные функции, частотные функции и характеристики типовых динамических звеньев (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Лабораторная работа 3.</b> Электронные модели типовых звеньев в среде Matlab-Simulink (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 5.</b> Примеры тепловозных элементов автоматики, обладающих динамическими свойствами типовых звеньев (8 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
6.	Типовые соединения динамических звеньев.	<b>Лекция 8.</b> Формулы для определения эквивалентных передаточных функций для параллельного и последовательного включения звеньев, а также включения звеньев в обратную связь (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Практическое занятие 4.</b> Правила переноса точек разветвления и сумматоров. Примеры преобразования структурных схем и определения эквивалентной передаточной функции (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 6.</b> Правила изображения простейших алгебраических уравнений, связывающих воздействие и реакцию системы в виде структурной схемы. Структурные схемы, передаточные и частотные функции последовательного, параллельного и встречно-параллельного соединения звеньев (6 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
7.	Устойчивость систем автоматического регулирования.	<b>Лекция 9.</b> Определение устойчивости. Понятие о возмущённом движении системы. Условия устойчивости А. М. Ляпунова для линейных систем. Особенности исследования устойчивости нелинейных систем (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Лекция 10.</b> Общее аналитическое выражение свободного движения системы. Графики составляющих свободного движения, соответствующие определённому виду корней характеристического уравнения (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Практическое занятие 5.</b> Понятие об автоколебаниях и предельном цикле. Устойчивость “в малом”, “в большом” и “в целом” (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Лабораторная работа 4.</b> Электронные модели исследования устойчивости автоматических систем в среде Matlab-	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1

		Simulink(2 часа).	
		<b>Самостоятельная работа 7.</b> Общее аналитическое выражение свободного движения системы. Графики составляющих свободного движения, соответствующие определённому виду корней характеристического уравнения (8 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
8.	Критерии устойчивости автоматических систем.	<b>Лекция 11.</b> Обоснование критерия устойчивости. Вывод формул алгебраических и частотных критериев устойчивости (2 часа).	ПК-2.1.2
		<b>Лабораторная работа 5.</b> Электронные модели критериев устойчивости автоматических систем в среде Matlab-Simulink(2 часа).	ПК-2.1.2
		<b>Самостоятельная работа 8.</b> Частотный критерий устойчивости Найквиста, его связь с критерием Михайлова. Построение годографа и обоснование критерия устойчивости Найквиста. Частотный критерий устойчивости Найквиста в логарифмических координатах. Структурно — устойчивые, структурно — неустойчивые системы и неустойчивые системы. Области устойчивости и запасы устойчивости. Запасы устойчивости по амплитуде и по фазе (8 часов).	ПК-2.1.2
9.	Методы исследования качества работы автоматических систем	<b>Лекция 12.</b> Понятие о качестве процессов регулирования и критерии качества. Методы оценки показателей качества (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Практическое занятие 6.</b> Принципы коррекции. Влияние последовательных и параллельных корректирующих звеньев на качество процессов регулирования (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 9.</b> Понятие о точности работы САР в установившемся режиме. Оценка точности статических систем автоматического регулирования по статическим и динамическим ошибкам. Постановка задачи синтеза. Задача синтеза как задача выбора дополнительной части системы, обеспечивающей выполнение необходимых требований к устойчивости и качеству процессов регулирования. Влияние параллельно - встречно включенных корректирующих звеньев на качество процесса регулирования.	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
10.	Релейные автоматические системы и методы их исследования	<b>Лекция 13.</b> Релейные системы. Методы математического описания релейных автоматических систем. Методы расчета	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3

		релейных автоматических систем (2 часа).	
		<b>Практическое занятие 7.</b> Функциональная схема обобщенной релейной автоматической системы. Автоколебания в релейных автоматических системах. Порядок определения устойчивости релейных автоматических систем (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
		<b>Лабораторная работа 6.</b> Электронные модели работы релейных автоматических систем в среде Matlab-Simulink(2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
		<b>Самостоятельная работа 10.</b> Классификация релейных САР. Понятие о точности работы релейныхСАР в установленном режиме. Оценка точности релейных САР по статическим и динамическим ошибкам.Постановка задачи синтеза релейных автоматических систем (6 часов).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
11.	Микропроцессорные системы автоматики и методы их исследования.	<b>Лекция 14.</b> Цифровые системы. Методы математического описания цифровых автоматических систем (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
		<b>Лекция 15.</b> Цифровая реализация типовых линейных алгоритмов регулирования. Методы расчета САР с цифровыми регуляторами (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
		<b>Практическое занятие 8.</b> Функциональная схема обобщенной микропроцессорной автоматической системы. Порядок определения устойчивости микропроцессорных систем (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
		<b>Лабораторная работа 7.</b> Электронные модели работы дискретных автоматических систем в среде Matlab-Simulink (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
		<b>Самостоятельная работа 11.</b> Влияние процесса квантования на показатели работы микропроцессорных автоматических систем (6 часов).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
12.	Повышение качества работы дискретных автоматических систем	<b>Лекция 16.</b> Функция Ляпунова и её построение. Использование функции Ляпунова в синтезе микропроцессорных САР (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Лабораторная работа 8.</b> Электронные модели устойчивости дискретных автоматических систем в среде Matlab-Simulink (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 12.</b> Теория абсолютной устойчивости нелинейных систем. Критерий абсолютной устойчивости Попова и его обобщения- критерии Гелига. (4 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1

<b>Модуль 2</b>			
13.	Классификация локомотивных автоматических систем управления, регулирования и защиты.	<b>Лекция 17.</b> Классификация локомотивных САР и защиты, требования, предъявляемые к ним (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
		<b>Практическое занятие 9.</b> Функциональные схемы локомотивных САР (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
		<b>Лабораторная работа 9.</b> Особенности построения электронных моделей локомотивных автоматических систем в среде Matlab-Simulink (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
		<b>Самостоятельная работа 13.</b> Электронные и микропроцессорные регуляторы узлов и агрегатов локомотивов, применяемые в настоящее время (4 часа).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
14.	Автоматическое регулирование частоты вращения валов силовых установок тепловозов.	<b>Лекция 18.</b> Классификация и функциональные схемы АСР частоты вращения валов дизель-генераторов (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Практическое занятие 10.</b> Особенности автоматического регулирования частоты вращения валов дизелей тепловозов (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Лабораторная работа 10.</b> Электронный регулятор частоты вращения коленчатого вала дизеля ЭРЧМ-30 (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Лабораторная работа 11.</b> Электронная система управления впрыска топлива дизеля ЭСУВТ (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 14.</b> Статика, динамика, структурные схемы, устойчивость, качество работы, средства и способы настройки, технико-экономические показатели АСР частоты вращения валов тепловозных дизелей (8 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
15.	Автоматическое регулирование напряжения тяговых генераторов.	<b>Лекция 19.</b> Автоматическое регулирование напряжения тяговых генераторов. Классификация и функциональные схемы АСР напряжения тяговых генераторов постоянного и переменного тока (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Практическое занятие 11.</b> Принципиальные схемы и статические характеристики микропроцессорных систем автоматического регулирования напряжения тяговых генераторов тепловозов (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Лабораторная работа 12</b> Настройка селективной характеристики тягового генератора тепловоза 2М62 и 2ТЭ116 (10 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 15.</b> Структурные схемы, устойчивость, качество работы, способы и средства настройки, технико-экономические показатели САР	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1

		напряжения тяговых генераторов постоянного и переменного тока (10 часов).	
16.	Автоматическое управление тяговыми электродвигателями и передачами мощности.	<b>Лекция 20.</b> Автоматическое управление тяговыми электродвигателями и передачами мощности. Основные требования и технико-экономические характеристики (2 часа)	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
		<b>Практическое занятие 12.</b> Классификация, функциональные схемы и принципиальные блок-схемы автоматических систем управления тяговыми двигателями постоянного тока последовательного и независимого возбуждения, тяговыми асинхронными двигателями (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
		<b>Лабораторная работа 13.</b> Реостатные испытания тепловозов 2М62 и 2ТЭ116 (10 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
		<b>Самостоятельная работа 16.</b> Статика и динамика тяговых двигателей и элементов САР двигателями и передачами мощности. Микропроцессорные системы автоматического регулирования электрической передачей локомотива (8 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
17.	Автоматическое регулирование напряжения вспомогательных генераторов.	<b>Лекция 21.</b> Автоматическое регулирование напряжения вспомогательных генераторов. Основные требования и технико-экономические характеристики (2 часа)	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Практическое занятие 13.</b> Классификация, функциональные схемы и принципиальные блок-схемы САР напряжения вспомогательных генераторов с контактными и бесконтактными регуляторами. (2 часа)	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 17.</b> Статика, динамика, структурные схемы вспомогательного генератора и регуляторов напряжения, качество работы, способы и средства настройки, показатели АСР напряжения вспомогательных генераторов. Комплексные микропроцессорные системы (4 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
18.	Автоматическое регулирование температуры теплоносителей силовых установок локомотивов.	<b>Лекция 22.</b> Автоматическое регулирование температуры теплоносителей силовых установок локомотивов. Основные требования и технико-экономические характеристики (2 часа)	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Практическое занятие 14.</b> Классификация, функциональные схемы САР температуры теплоносителей (воды, масла, наддувочного воздуха) и предъявляемые	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1

		к ним требования (2 часа).	
		<b>Лабораторная работа 19.</b> Электронные модели автоматических систем охлаждения воды и масла дизеля в среде Matlab-Simulink (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Лабораторная работа 14.</b> Электронные модели автоматических систем охлаждения тяговых электрических машин в среде Matlab-Simulink (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 18.</b> Функциональные и принципиальные схемы, статика, динамика, структурные схемы статических, астатических и комбинированных регуляторов температуры, устойчивость, качество работы, способы и средства настройки АСРТ. Микропроцессорная система АСУ-Б (8 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
19.	Автоматическое регулирование скорости движения локомотива и ведение поезда.	<b>Лекция 23.</b> Автоматическое регулирование скорости движения локомотива и ведение поезда. Основные требования и технико-экономические характеристики (2 часа)	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
		<b>Практическое занятие 15.</b> Классификация и области применения систем регулирования скорости и автоматического ведения поезда (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
		<b>Самостоятельная работа 19.</b> Функциональная схема, статика, динамика и структурная схема локомотива с составом (поезда) как объекта регулирования скорости в тяговом режиме. Принципы построения телемеханических систем управления локомотивами (8 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1.	Введение. Основные понятия и определения теории автоматических систем.	<b>Лекция 1.</b> Основные понятия и определения теории автоматических систем. Классификация систем автоматического регулирования локомотивов (1 час).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 1.</b> Значение автоматизации производственных и транспортных процессов, как одного из основных направлений технического прогресса в проблеме повышения производительности труда (10 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
2.	Фундаментальные принципы построения автоматических систем:	<b>Лекция 2.</b> Принципы разомкнутого управления, регулирования по возмущению, регулирования по отклонению и комбинированного регулирования (1 час).	ПК-2.1.2
		<b>Самостоятельная работа 2.</b> Перспективы развития систем автоматического регулирования, автоматического управления. Перспективы применения комплексных систем управления. Система автоматического управления как звено комплексной системы управления железнодорожным транспортом. Примеры тепловозных автоматических систем регулирования (АСР) и управления (АСУ), построенных на основе фундаментальных принципов (16 часов).	ПК-2.1.2
3.	Статические и динамические характеристики автоматических систем и их элементов.	<b>Лекция 3.</b> Понятие о статических и динамических характеристиках систем. Методы линеаризации и нелинейных систем. Статические и динамические ошибки САР и их влияние на основные показатели систем: устойчивость и качество регулирования. Статические и астатические САР (1 час).	ПК-4.3.1
		<b>Лабораторная работа 1.</b> Режимы работы автоматических систем: установившийся (стационарный) и неуставившийся (нестационарный). Статические характеристики и параметры (коэффициенты передачи и возврата) (1 час).	ПК-4.3.1

		<b>Самостоятельная работа 3.</b> Функции элементов системы. Классы автоматических систем: стабилизации, программного управления, следящие и оптимального управления. Виды автоматических регуляторов: прямого и непрямого действия, непрерывные, релейные, импульсные, цифровые регуляторы. Алгоритмы (законы) работы регуляторов. Типы автоматических систем: одно- и многоконтурные, многосвязные, статические и астатические системы (17 часов).	ПК-4.3.1
4.	Дифференциальные уравнения и их решения. Понятие о переходном процессе.	<b>Лекция 4.</b> Формы записи линейных дифференциальных уравнений. Переходные процессы в звеньях. Динамические временные характеристики, передаточные и частотные функции и характеристики. (1 час).	ПК-4.3.1
		<b>Практическое занятие 1.</b> Изображения по Лапласу функции единичного скачка, производной, интеграла, а также предельных переходов для определения установившегося и переходного движений системы. (1 час).	ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 4.</b> Операторный способ представления и решения дифференциальных уравнений. Преобразование Лапласа. Понятие о передаточной функции. Логарифмические частотные характеристики. Способы перехода от изображения реакции к её оригиналу: по таблицам соответствия изображений и оригиналов, обратное преобразование Фурье, способ трапеций. Частотный способ решения дифференциальных уравнений. Понятие о частотной характеристике (ЧХ), как отношении преобразования по Фурье выходной координаты ко входной. Определение изображения реакции системы на произвольное возмущение. ЧХ как характеристика, описывающая динамические свойства системы в частотной области; связь ЧХ с передаточной функцией и импульсной характеристикой (12 часов).	ПК-4.3.1
5.	Понятие передаточной функции. Типовые динамические звенья автоматических систем.	<b>Лекция 6.</b> Понятие передаточной функции. Передаточные функции и структурные схемы систем автоматического регулирования локомотивов(1 час).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1

		<b>Практическое занятие 2.</b> Дифференциальные уравнения, переходные функции, частотные функции и характеристики типовых динамических звеньев (1 час).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 5.</b> Типовые динамические звенья автоматических систем. Примеры тепловозных элементов автоматики, обладающих динамическими свойствами типовых звеньев. Электронные модели типовых звеньев в среде Matlab-Simulink (8 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
6.	Типовые соединения динамических звеньев.	<b>Практическое занятие 3.</b> Правила переноса точек разветвления и сумматоров. Примеры преобразования структурных схем и определения эквивалентной передаточной функции (1 час).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
<b>Лабораторная работа 2.</b> Электронные модели типовых звеньев в среде Matlab-Simulink (1 час).		ПК-2.1.2 ПК-4.3.1	
<b>Самостоятельная работа 6.</b> Правила изображения простейших алгебраических уравнений, связывающих воздействие и реакцию системы в виде структурной схемы. Структурные схемы, передаточные и частотные функции последовательного, параллельного и встречно-параллельного соединения звеньев (8 часов).		ПК-2.1.2 ПК-4.3.1	
7.	Устойчивость систем автоматического регулирования.	<b>Лекция 6.</b> Определение устойчивости. Понятие о возмущённом движении системы. Условия устойчивости А. М. Ляпунова для линейных систем. Особенности исследования устойчивости нелинейных систем (1 час).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Практическое занятие 4.</b> Понятие об автоколебаниях и предельном цикле. Устойчивость “в малом”, “в большом” и “в целом” (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 7.</b> Общее аналитическое выражение свободного движения системы. Графики составляющих свободного движения, соответствующие определённому виду корней характеристического уравнения. Электронные модели исследования устойчивости автоматических систем в среде Matlab-Simulink. (14 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
8.	Критерии устойчивости автоматических систем.	<b>Лекция 11.</b> Обоснование критерия устойчивости. Вывод формул алгебраических и частотных критериев устойчивости (0,5 часа).	ПК-2.1.2

		<b>Лабораторная работа 3.</b> Электронные модели критериев устойчивости автоматических систем в среде Matlab-Simulink (1 час).	ПК-2.1.2
		<b>Самостоятельная работа 8.</b> Частотный критерий устойчивости Найквиста, его связь с критерием Михайлова. Построение годографа и обоснование критерия устойчивости Найквиста. Частотный критерий устойчивости Найквиста в логарифмических координатах. Структурно — устойчивые, структурно — неустойчивые системы и неустойчивые системы. Области устойчивости и запасы устойчивости. Запасы устойчивости по амплитуде и по фазе. (8 часов).	ПК-2.1.2
9.	Методы исследования качества работы автоматических систем	<b>Практическое занятие 5.</b> Принципы коррекции. Влияние последовательных и параллельных корректирующих звеньев на качество процессов регулирования (1 час).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 9.</b> Понятие о качестве процессов регулирования и критерии качества. Методы оценки показателей качества. Понятие о точности работы САР в установившемся режиме. Оценка точности статических систем автоматического регулирования по статическим и динамическим ошибкам. Постановка задачи синтеза. Задача синтеза как задача выбора дополнительной части системы, обеспечивающей выполнение необходимых требований к устойчивости и качеству процессов регулирования. Влияние параллельно - встречно включенных корректирующих звеньев на качество процесса регулирования (16 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
10.	Релейные автоматические системы и методы их исследования	<b>Практическое занятие 6.</b> Релейные системы. Методы математического описания релейных автоматических систем. Методы расчета релейных автоматических систем (0,5 часа).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
		<b>Лабораторная работа 4.</b> Электронные модели работы релейных автоматических систем звеньев среде Matlab-Simulink (1 час).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
		<b>Самостоятельная работа 10.</b> Классификация релейных САР. Понятие о точности работы релейных САР в установившемся режиме. Оценка точности релейных САР по статическим и динами-	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3

		ческим ошибкам. Постановка задачи синтеза релейных автоматических систем Примеры применения. Функциональная схема обобщенной релейной автоматической системы. Автоколебания в релейных автоматических системах. Порядок определения устойчивости релейных автоматических систем (12 часов).	
11.	Микропроцессорные системы автоматики и методы их исследования.	<b>Практическое занятие 7.</b> Цифровые системы. Методы математического описания цифровых автоматических систем (0,5 часа).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
		<b>Лабораторная работа 5.</b> Электронные модели работы дискретных автоматических систем в среде Matlab-Simulink (1 час).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
		<b>Самостоятельная работа 11.</b> Цифровая реализация типовых линейных алгоритмов регулирования. Методы расчета САР с цифровыми регуляторами. Влияние процесса квантования на показатели работы микропроцессорных автоматических систем. Примеры применения. Функциональная схема обобщенной микропроцессорной автоматической системы. Порядок определения устойчивости микропроцессорных систем (16 часов).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
12.	Повышение качества работы дискретных автоматических систем	<b>Лекция 8.</b> Функция Ляпунова и её построение. Использование функции Ляпунова в синтезе микропроцессорных САР (0,5 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Лабораторная работа 6.</b> Электронные модели устойчивости дискретных автоматических систем в среде Matlab-Simulink (1 час).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 12.</b> Теория абсолютной устойчивости нелинейных систем. Критерий абсолютной устойчивости Попова и его обобщения- критерий Гелига. (4 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
13.	Классификация локомотивных автоматических систем управления, регулирования и защиты.	<b>Практическое занятие 8.</b> Функциональные схемы локомотивных САР (1 час).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3
		<b>Самостоятельная работа 13.</b> Электронные и микропроцессорные регуляторы узлов и агрегатов локомотивов, применяемые в настоящее время. Классификация локомотивных САР и защиты, требования, предъявляемые к ним. Особенности построения электронных моделей локомотивных автоматических систем в среде Matlab-Simulink (14 часов).	ПК-2.1.2 ПК-5.1.3

14.	Автоматическое регулирование частоты вращения валов силовых установок тепловозов.	<b>Лекция 9.</b> Классификация и функциональные схемы АСР частоты вращения валов дизель-генераторов (1 час).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Лабораторная работа 7.</b> Электронный регулятор частоты вращения коленчатого вала дизеля ЭРЧМ-30 (1 час).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 14.</b> Особенности автоматического регулирования частоты вращения валов дизелей тепловозов. Статика, динамика, структурные схемы, устойчивость, качество работы, средства и способы настройки, технико-экономические показатели АСР частоты вращения валов тепловозных дизелей. Электронная система управления впрыска топлива дизеля ЭСУВТ (12 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
15.	Автоматическое регулирование напряжения тяговых генераторов.	<b>Лекция 10.</b> Автоматическое регулирование напряжения тяговых генераторов. Классификация и функциональные схемы АСР напряжения тяговых генераторов постоянного и переменного тока (1 час).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Лабораторная работа 8.</b> Настройка селективной характеристики тягового генератора тепловоза 2М62 и 2ТЭ116. (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 15.</b> Структурные схемы, устойчивость, качество работы, способы и средства настройки, технико-экономические показатели САР напряжения тяговых генераторов постоянного и переменного тока. Принципиальные схемы и статические характеристики систем автоматического регулирования напряжения тяговых генераторов тепловозов. Аппаратные системы автоматического регулирования напряжения тяговых генераторов тепловозов. Микропроцессорная система автоматического регулирования напряжения тяговых генераторов тепловозов МПСУ-Т (14 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
16.	Автоматическое управление тяговыми электродвигателями и передачами мощности.	<b>Лекция 11.</b> Автоматическое управление тяговыми электродвигателями и передачами мощности. Основные требования и технико-экономические характеристики (1 час)	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
		<b>Лабораторная работа 9.</b> Реостатные испытания тепловоза 2М62 и 2ТЭ116. (2 часа).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3

		<b>Самостоятельная работа 16.</b> Классификация, функциональные схемы и принципиальные блок-схемы автоматических систем управления тяговыми двигателями постоянного тока последовательного и независимого возбуждения, тяговыми асинхронными двигателями. Статика и динамика тяговых двигателей и элементов САР двигателями и передачами мощности. Особенности работы систем автоматического регулирования тяговыми электродвигателями постоянного тока. Микропроцессорные системы автоматического регулирования электрической передачей локомотива (12 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
17.	Автоматическое регулирование напряжения вспомогательных генераторов.	<b>Лекция 12.</b> Автоматическое регулирование напряжения вспомогательных генераторов. Основные требования и технико-экономические характеристики (0,5 часа)	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 17.</b> Статика, динамика, структурные схемы вспомогательного генератора и регуляторов напряжения, качество работы, способы и средства настройки, показатели АСР напряжения вспомогательных генераторов. Классификация, функциональные схемы и принципиальные блок-схемы САР напряжения вспомогательных генераторов с контактными и бесконтактными регуляторами. Аппаратные системы автоматического регулирования напряжения вспомогательных генераторов тепловозов. Комплексные микропроцессорные системы (12 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
18.	Автоматическое регулирование температуры теплоносителей силовых установок локомотивов.	<b>Лекция 13.</b> Автоматическое регулирование температуры теплоносителей силовых установок локомотивов. Основные требования и технико-экономические характеристики (0,5 часа)	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Лабораторная работа 10.</b> «Электронные модели автоматических систем охлаждения тяговых электрических машин в среде Matlab-Simulink» (1 час).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1
		<b>Самостоятельная работа 18.</b> Функциональные и принципиальные схемы, статика, динамика, структурные схемы статических, астатических и комбинированных регуляторов температуры, устойчивость, качество работы, способы и средства настройки АСРТ. Микропроцессорная система АСУ-Б. Электронные мо-	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1

		дели автоматических систем охлаждения воды и масла дизеля в среде Matlab-Simulink. Электронные модели автоматических систем охлаждения тяговых электрических машин в среде Matlab-Simulink (13 часов).	
19.	Автоматическое регулирование скорости движения локомотива и ведение поезда.	<b>Лекция 14.</b> Автоматическое регулирование скорости движения локомотива и ведение поезда. Основные требования и технико-экономические характеристики (1 час)	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3
		<b>Самостоятельная работа 19.</b> Классификация и области применения систем регулирования скорости и автоматического ведения поезда. Функциональная схема, статика, динамика и структурная схема локомотива с составом (поезда) как объекта регулирования скорости в тяговом режиме. Принципы построения телемеханических систем управления локомотивами. Учет особенностей решения уравнения движения поезда при построении системы автоматического ведения поезда. Система автоматического ведения поезда САВП. Особенности построения и работы. (15 часов).	ПК-2.1.2 ПК-4.3.1 ПК-5.1.3

## 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	Основные понятия и определения теории автоматических систем.	2	-	-	2	4
2	Фундаментальные принципы построения автоматических систем:	2	2	-	6	10
3	Статические и динамические характеристики автоматических систем и их элементов.	2	-	2	4	8
4	Дифференциальные уравнения и их решения. Понятие о переходном процессе.	4	2	2	12	20
5	Понятие передаточной функции. Типовые динамические звенья автоматических систем.	4	2	2	8	16
6	Типовые соединения динамических звеньев.	2	2	-	6	10
7	Устойчивость систем автоматического регулирования.	4	2	2	8	16
8	Критерии устойчивости автоматических систем.	2	-	2	8	12
9	Методы исследования качества работы автоматических систем	2	2	-	6	10
10	Релейные автоматические системы и методы их исследования	2	2	2	6	12

11	Микропроцессорные системы автоматики и методы их исследования.	4	2	2	6	14
12	Повышение качества работы дискретных автоматических систем	2	-	2	4	8
13	Классификация локомотивных автоматических систем управления, регулирования и защиты.	2	2	2	4	10
14	Автоматическое регулирование частоты вращения валов силовых установок тепловозов.	2	2	4	8	16
15	Автоматическое регулирование напряжения тяговых генераторов.	2	2	20	10	20
16	Автоматическое управление тяговыми электродвигателями и передачами мощности.	2	2	0	8	16
17	Автоматическое регулирование напряжения вспомогательных генераторов.	2	2	0	6	14
18	Автоматическое регулирование температуры теплоносителей силовых установок локомотивов.	2	2	2	8	16
19	Автоматическое регулирование скорости движения локомотива и ведение поезда.	2	2	0	8	16
Контроль						40
Всего (общая трудоемкость, час.)		46	30	44	128	288

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.4.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Основные понятия и определения теории автоматических систем.	-	1	-	10	11
2	Фундаментальные принципы построения автоматических систем:	1	-	-	16	17
3	Статические и динамические характеристики автоматических систем и их элементов.	1	-	1	17	19
4	Дифференциальные уравнения и их решения. Понятие о переходном процессе.	1	1	-	12	14
5	Понятие передаточной функции. Типовые динамические звенья автоматических систем.	1	1	-	8	10
6	Типовые соединения динамических звеньев.	-	1	1	8	10
7	Устойчивость систем автоматического регулирования.	1	1	-	14	16
8	Критерии устойчивости автоматических систем.	0,5	-	1	8	9,5
9	Методы исследования качества работы автоматических систем	-	1	-	16	17
10	Релейные автоматические системы и методы их исследования	0,5	-	1	12	13,5
11	Микропроцессорные системы автоматики и методы их исследования.	0,5	-	1	16	17,5
12	Повышение качества работы дискретных автоматических систем	0,5	-	1	14	15,5
13	Классификация локомотивных автоматических систем управления, регулирования и защиты.	-	1	-	14	15
14	Автоматическое регулирование частоты вращения	1	-	1	12	14

	валов силовых установок тепловозов.					
15	Автоматическое регулирование напряжения тяговых генераторов.	1	-	2	14	17
16	Автоматическое управление тяговыми электродвигателями и передачами мощности.	1	-	2	12	15
17	Автоматическое регулирование напряжения вспомогательных генераторов.	0,5	-	1	12	13,5
18	Автоматическое регулирование температуры теплоносителей силовых установок локомотивов.	0,5	1	-	13	14,5
19	Автоматическое регулирование скорости движения локомотива и ведение поезда.	1	-	-	15	16
Контроль						13
Всего (общая трудоемкость, час.)		12	8	12	243	288

## **6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Порядок изучения дисциплины следующий:

7.1. 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.

7.2. 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 средства по дисциплине).

7.3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

## **8. Описание материально-технического учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры 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 (стацио-

нарным 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 «Локомотивы и локомотивное хозяйство»: «Тепловозная лаборатория им. Я.М. Гаккеля», оборудованная следующими установками, используемыми в учебном процессе:

- тепловозный дизель типа Д50;
- тепловозный дизель типа Д49.

А также лаборатория кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство»: «Электрооборудование локомотивов», оборудованная следующими установками:

- электромагнитные контакторы и реле;
- электронневматические контакторы;
- стенд для изучения элементов автоматики.

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*;
- *Matlab-Simulink*;
- Программа для ЭВМ «Теория автоматики локомотивов» свидетельство о государственной регистрации №20200614452;
- программа для ЭВМ «Устройство, работа и неисправности регулятора напряжения РНТ-6 тепловоза 2ТЭ116»;
- программа для ЭВМ «Устройство, работа и неисправности регулятора напряжения ППС-20 тепловоза ТЭП70»;
- программа для ЭВМ «Устройство, работа и неисправности блока БА-520 тепловоза 2ТЭ116».

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

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. Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru/) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ibooks.ru/> — Загл. с экрана.

3. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс].  
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/books> — Загл. с экрана.

8.4. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном-  
процессе:

1. Юревич Е.И. Теория автоматического управления. – СПб.: ВHV-  
Санкт-Петербург, 2007.

2. Автоматизация локомотивов. Учебное пособие для студентов вузов  
ж.д.т.: Под ред. А.В.Грищенко. - М.: Маршрут, 2007. 323 с.

8.5. Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для  
освоения дисциплины

1. Луков Н. М. Основы автоматики и автоматизации тепловозов: Учеб-  
ник для вузов ж.д. транспорта. – М.: Транспорт, 1989. – 296 с.

2. Микропроцессорные системы автоматического регулирования элект-  
ропередачи тепловозов. Учебное пособие для студентов вузов ж.д.т.: Под  
ред. А.В.Грищенко. - М.: Маршрут, 2004. 172 с.

3. Базилевский Ф.Ю., Грачев В.В., Грищенко А.В., Шрайбер М.А. Ос-  
новы теории систем автоматического регулирования. Учебное пособие. Часть  
I. - ПГУПС, 2017. 38 с.

4. Базилевский Ф.Ю., Грачев В.В., Грищенко А.В., Шрайбер М.А. Ос-  
новы теории систем автоматического регулирования. Учебное пособие. Часть  
II. - ПГУПС, 2021. 36 с.

5. Моделирование систем автоматического управления на основе про-  
граммы Simulink: методические указания к лабораторным работам. /сост.  
И.Н.Смирнов; СПбГТУ.- СПб, 2012 – 61 с.

8.6 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

1. Грачев В.В., Грищенко А.В., Смирнов А.Н. Элементы и системы ав-  
томатического регулирования локомотивов. Методические указания к лабо-  
раторным работам по дисциплине «Автоматизация локомотивов». С.-Пб.  
ПГУПС, 2000 г. 16 с.

2. Базилевский Ф.Ю., Грищенко А.В. Исследование системы автома-  
тического регулирования. Методические указания к курсовому проектирова-  
нию. С.-Пб. ПГУПС, 2015. 22 с.

Разработчик программы,  
доцент кафедры «Локомотивы и локо-  
мотивное хозяйство»  
25 февраля 2025 г.

\_\_\_\_\_ В.В. Кручек