

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

Кафедра «Электроснабжение железных дорог»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ» (Б1.В.07)

для специальности

23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

по специализации

«Электроснабжение железных дорог»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2024

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
«Электроснабжение железных дорог»
Протокол № 4 от 18 декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой
«Электроснабжение железных дорог»
18.12.2024

А.В. Агунов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
18.12.2024

А.В. Агунов

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Теория автоматического управления» (Б1.В.07) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» (далее – ФГОС ВО), утвержденного «27» марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 217, с учетом профессионального стандарта 17.044 «Начальник участка производства по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения (сигнализации, централизации и блокировки) железнодорожного транспорта», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31.03.2022 № 193н.

Целью изучения дисциплины является приобретение студентами знаний, умений и навыков, позволяющих им сформировать компетентность в области построения и функционирования систем автоматического управления объектами систем обеспечения движения поездов.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- получение представлений об основных методах расчета и проектирования элементов и устройств автоматики различных физических принципов действия;
- выработка умений использовать в профессиональной деятельности современные информационные технологии, изучать и анализировать информацию, технические данные, показатели и результаты работы систем и устройств автоматики, обобщать и систематизировать их, проводить необходимые расчеты;
- выработка умений применять современные научные методы исследования технических систем автоматического управления и технологических процессов, анализировать, интерпретировать и моделировать на основе существующих научных концепций отдельные явления и процессы с формулировкой аргументированных умозаключений и выводов.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе специалитета индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, приведенными в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе специалитета индикаторами достижения компетенций

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1. Организация выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонту, восстановлению, усилению, реконструкции и монтажу оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	
ПК-1.1.2 Знает устройство, принцип действия, технические характеристики и конструктивные особенности оборудования, устройств и систем электроснабжения железнодорожного транспорта	Обучающийся <i>знает</i> : - основные понятия и методы теории автоматического управления; - методы построения и анализа автоматических систем управления; - принципы и методы автоматического управления объектами в системах обеспечения движения поездов
ПК-4. Оказание практической помощи дистанциям электроснабжения по предупреждению повреждений устройств электрификации и электроснабжения	
ПК-4.1.2 Знает монтажные и принципиальные схемы устройств автоматики, телемеханики, релейных и электронных защит	Обучающийся <i>знает</i> : - основные понятия и методы теории автоматического управления; - методы построения и анализа автоматических систем управления; - принципы и методы автоматического управления объектами в системах обеспечения движения поездов

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:

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		7
Контактная работа (по видам учебных занятий)	48	48
В том числе:		
– лекции (Л)	32	32
– практические занятия (ПЗ)	16	16
– лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	60	60
Контроль	36	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, КП	Э, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4	144/4

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		5
Контактная работа (по видам учебных занятий)	12	12
В том числе:		
– лекции (Л)	8	8
– практические занятия (ПЗ)	4	4
– лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	123	123
Контроль	9	9
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, КП	Э, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4	144/4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения:

Таблица 5.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основные понятия и принципы автоматического управления	<p>Л №1. Общая структура управления. Принцип действия и структура системы автоматического управления (САУ) и регулирования (САР), их классификация по характеру задания, виду сигналов и используемой энергии. Виды управления: регулирование, стабилизация, слежение, оптимальное и экстремальное управление. Принципы управления: по отклонению, по возмущению, адаптивное, непрерывное и дискретное управление.</p> <p>ПЗ №1. Определение типовых входных воздействий САУ и их характеристик.</p> <p>СРС. Классификация автоматических систем управления по другим признакам.</p> <p>Л №2. Методы описания объектов управления и их состояний. Объекты управления: одно- и многоконтурные, сосредоточенные и распределенные. Управляющая система. Цели управления. Воздействия: возмущающие, задающие. Контур</p>	ПК-1.1.2, ПК-4.1.2

		<p>управления. Прямая и обратная связи. Разомкнутые и замкнутые системы управления.</p> <p>СРС. Математические методы описания объектов управления.</p>	
2	<p>Линейные системы автоматического управления</p>	<p>Л №3. Способы и математические методы описания линейных САУ в статическом и динамическом режимах работы, передаточные функции систем автоматического управления.</p> <p>СРС. Квантование непрерывных сигналов. Спектр квантованного сигнала. Теорема Котельникова. Восстановление и обработка квантованного сигнала.</p> <p>Л №4. Временные и частотные характеристики линейных САУ.</p> <p>ПЗ №2. Определение временных характеристик линейных САУ.</p> <p>ПЗ №3. Определение частотных характеристик линейных САУ.</p> <p>СРС. Дискретное преобразование Фурье. Дискретное преобразование Лапласа и Z-преобразование.</p> <p>Л №5, Л. №6, Л. №7, Л. №8. Типовые динамические звенья: безынерционное, апериодическое 1-го порядка, апериодическое 2-го порядка, колебательное, интегрирующие и дифференцирующие звенья.</p> <p>ПЗ №4. Определение основных характеристик типовых динамических звеньев линейных САУ.</p> <p>СРС. Типовые динамические звенья: форсирующие 1-го и 2-го порядка, звено с чистым запаздыванием.</p> <p>Л №9. Методы преобразования структурных схем САУ. Соединения звеньев.</p> <p>СРС. Правила структурных преобразований.</p> <p>Л №10, Л №11. Устойчивость линейных САУ. Критерии устойчивости линейных САУ: алгебраические и частотные. Запас устойчивости. Структурно устойчивые и структурно неустойчивые САУ.</p> <p>ПЗ №5. Оценка устойчивости линейных САУ различными методами и определение запасов устойчивости.</p> <p>СРС. Устойчивость импульсной САУ.</p> <p>Л №12. Качество линейных САУ.</p>	<p>ПК-1.1.2, ПК-4.1.2</p>

		<p>Прямые и косвенные методы оценки показателей качества линейных САУ. Интегральные методы оценки показателей качества САУ.</p> <p>ПЗ №6. Оценка качества линейных САУ различными методами и определение основных показателей качества.</p> <p>СРС. Проверка соответствия САУ требованиям быстродействия.</p> <p>Л №13, Л. №14. Синтез линейных САУ. Задачи анализа и синтеза САУ. Типовые законы управления: пропорциональный, интегральный, дифференциальный, пропорционально-интегральный, пропорционально-интегрально-дифференциальный. Параметрическое и структурное корректирование САУ.</p> <p>ПЗ №7. Оценка и выбор регуляторов линейных САУ различными методами и определение основных параметров.</p> <p>СРС. Исследование качества процессов регулирования.</p>	
3	Нелинейные системы автоматического управления	<p>Л №15, Л. №16. Характеристика нелинейных систем. Особенности нелинейных систем. Статические характеристики нелинейных элементов. Типовые нелинейные элементы систем управления. Методы линеаризации. Гармоническая линеаризация. Вибрационная линеаризация. Фазовые портреты нелинейных систем. Метод изоклин. Метод припасовывания. Устойчивость нелинейных систем. Первый и второй методы Ляпунова. Теоремы Ляпунова. Критерий абсолютной устойчивости Попова. Автоколебания в нелинейных системах.</p> <p>ПЗ №8. Оценка и исследование нелинейной САУ методом гармонической линеаризации.</p> <p>СРС. Качество регулирования нелинейных САУ.</p>	ПК-1.1.2, ПК-4.1.2

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
-------	---------------------------------	--------------------	-----------------------------------

1	<p>Основные понятия и принципы автоматического управления</p>	<p>Л №1. Общая структура управления. Принцип действия и структура системы автоматического управления (САУ) и регулирования (САР), их классификация по характеру задания, виду сигналов и используемой энергии. Виды управления: регулирование, стабилизация, слежение, оптимальное и экстремальное управление. Принципы управления: по отклонению, по возмущению, адаптивное, непрерывное и дискретное управление.</p> <p>ПЗ №1. Определение типовых входных воздействий САУ и их характеристик.</p> <p>СРС. Классификация автоматических систем управления по другим признакам.</p> <p>Л №2. Методы описания объектов управления и их состояний. Объекты управления: одно- и многоконтурные, сосредоточенные и распределенные. Управляющая система. Цели управления. Воздействия: возмущающие, задающие. Контур управления. Прямая и обратная связи. Разомкнутые и замкнутые системы управления.</p> <p>СРС. Математические методы описания объектов управления.</p>	<p>ПК-1.1.2, ПК-4.1.2</p>
2	<p>Линейные системы автоматического управления</p>	<p>Л №3. Способы и математические методы описания линейных САР и САУ в статическом и динамическом режимах работы, передаточные функции систем автоматического управления.</p> <p>СРС. Квантование непрерывных сигналов. Спектр квантованного сигнала. Теорема Котельникова. Восстановление и обработка квантованного сигнала.</p> <p>Л №4. Временные и частотные характеристики линейных САУ.</p> <p>ПЗ №2. Определение временных характеристик линейных САУ.</p> <p>ПЗ №3. Определение частотных характеристик линейных САУ.</p> <p>СРС. Дискретное преобразование Фурье. Дискретное преобразование Лапласа и Z-преобразование.</p> <p>Л №5, Л. №6, Л. №7, Л. №8. Типовые динамические звенья: безынерционное, апериодическое 1-го порядка, апериодическое 2-го порядка,</p>	<p>ПК-1.1.2, ПК-4.1.2</p>

		<p>колебательное, интегрирующие и дифференцирующие звенья.</p> <p>ПЗ №4. Определение основных характеристик типовых динамических звеньев линейных САУ.</p> <p>СРС. Типовые динамические звенья: форсирующие 1-го и 2-го порядка, звено с чистым запаздыванием.</p> <p>Л №9. Методы преобразования структурных схем САУ. Соединения звеньев.</p> <p>СРС. Правила структурных преобразований.</p> <p>Л №10, Л №11. Устойчивость линейных САУ. Критерии устойчивости линейных САУ: алгебраические и частотные. Запас устойчивости. Структурно устойчивые и структурно неустойчивые САУ.</p> <p>ПЗ №5. Оценка устойчивости линейных САУ различными методами и определение запасов устойчивости.</p> <p>СРС. Устойчивость импульсной САУ.</p> <p>Л №12. Качество линейных САУ. Прямые и косвенные методы оценки показателей качества линейных САУ. Интегральные методы оценки показателей качества САУ.</p> <p>ПЗ №6. Оценка качества линейных САУ различными методами и определение основных показателей качества.</p> <p>СРС. Проверка соответствия САУ требованиям быстродействия.</p> <p>Л №13, Л. №14. Синтез линейных САУ. Задачи анализа и синтеза САУ. Типовые законы управления: пропорциональный, интегральный, дифференциальный, пропорционально-интегральный, пропорционально-интегрально-дифференциальный. Параметрическое и структурное корректирование САУ.</p> <p>ПЗ №7. Оценка и выбор регуляторов линейных САУ различными методами и определение основных параметров.</p> <p>СРС. Исследование качества процессов регулирования.</p>	
3	<p>Нелинейные системы автоматического управления</p>	<p>Л №15, Л. №16. Характеристика нелинейных систем. Особенности нелинейных систем. Статические характеристики нелинейных элементов. Типовые нелинейные элементы систем управления. Методы линеаризации.</p>	<p>ПК-1.1.2, ПК-4.1.2</p>

		Гармоническая линейаризация. Вибрационная линейаризация. Фазовые портреты нелинейных систем. Метод изоклин. Метод припасовывания. Устойчивость нелинейных систем. Первый и второй методы Ляпунова. Теоремы Ляпунова. Критерий абсолютной устойчивости Попова. Автоколебания в нелинейных системах. ПЗ №8. Оценка и исследование нелинейной САУ методом гармонической линейаризации. СРС. Качество регулирования нелинейных САУ.	
--	--	---	--

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	2	3	4	5	6	7
1	Основные понятия и принципы автоматического управления	4	2		8	14
2	Линейные системы автоматического управления	24	12		40	76
3	Нелинейные системы автоматического управления	4	2		12	18
	Итого	32	16	-	60	108
Контроль						36
Всего (общая трудоемкость, час.)						144/4

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.4.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные понятия и принципы автоматического управления	2	1		16	19
2	Линейные системы автоматического управления	4	2		84	90
3	Нелинейные системы	2	1		23	26

	автоматического управления					
	Итого	8	4		123	135
Контроль						9
Всего (общая трудоемкость, час.)						144/4

6. 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.

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 разделах 7 и 8 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 успеваемости (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы специалитета 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.

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:

Операционная система Windows;

Антивирус Касперский;

MS Office;

MS Visio;

Mathcad Education 10 2017;

Simulink;

MATLAB

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

При изучении дисциплины профессиональные базы данных не используются.

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

При изучении дисциплины информационные справочные системы не используются.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

8.5.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 624 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68460> — Загл. с экрана.

2. Коновалов, Б.И. Теория автоматического управления. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 224 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71753> — Загл. с экрана.

3. Основы автоматического управления: Учебное пособие/А.И. Бурьяноватый, А.Н. Марикин, С.В. Кузьмин, В.М. Саввов, О.И. Шатнев.— СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2011,— 66 с.

8.5.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Никульчев Е.В. Практикум по теории управления в среде MATLAB: Учебное пособие. — М.: МГАПИ, 2002. — 88 с.; Режим доступа: http://window.edu.ru/window/catalog/p_rid=69666

2. Певзнер, Л.Д. Теория автоматического управления. Задачи и

решения. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 604 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/75516> — Загл. с экрана.

8.5.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

При освоении данной дисциплины нормативно-правовая документация не используется.

8.5.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

1. Теоретические основы управления в электроэнергетике. Методические указания к курсовому проекту/ А.Т. Бурков, А.И. Бурьяноватый, С.Н.Полторак, А.П. Самонин, В.Г.Жемчугов.- СПб: Петербургский гос. ун-т путей сообщения. 2000.- 32с.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

2. Электронная библиотечная система ЛАНЬ [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

3. Электронная библиотечная система ibooks.ru [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ibooks.ru/>

5. Электронная библиотека «Единое окно к образовательным ресурсам» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>

Разработчик рабочей программы,

профессор

А.В. Агунов

« 18 » декабря 2024 г.