

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

Кафедра «Автоматика и телемеханика на ж.д.»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.В.6 «ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

для специальности

23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

по специализации

«Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2023

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
«Автоматика и телемеханика на ж.д.»
Протокол №5 от «22» марта 2023 г.

Заведующий кафедрой
«Автоматика и телемеханика на ж.д.»

« 22 » 03 2023 г.



А.Б. НИКИТИН

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
« 22 » 03 2023 г.



А.Б. НИКИТИН

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Теория автоматического управления» (Б1.В.6) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» (уровень специалитета) (далее - ФГОС ВО), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 октября 2016 г. N 1296, с учетом профессионального стандарта:

- 17.017 «Работник по обслуживанию и ремонту устройств железнодорожной автоматики и телемеханики», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 03 марта 2022 г. N 103н.

Целью преподавания дисциплины «Теория автоматического управления» является обучение студентов основам автоматического управления, методам описания, анализа, синтеза и оценке качества функционирования систем автоматического управления, а также способам повышения эффективности их использования:

Для достижения поставленных целей решаются следующие задачи:

- изучаются основные понятия о транспортных системах;
- изучаются основы построения систем автоматики;
- изучаются телемеханические системы управления и контроля;
- изучаются методы и средства повышения безопасности функционирования систем автоматического управления.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе магистратуры 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

Т а б л и ц а 2.1

Для очной формы обучения

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-4: Способен разрабатывать проекты устройств и систем, технологических	

процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта элементов, устройств и средств технологического оснащения системы обеспечения движения поездов	
ПК-4.2.1 Применяет методы инженерных расчётов, проектирования и анализа характеристик элементов и устройств системы обеспечения движения поездов	Обучающийся имеет навыки применения математических методов расчётов теории автоматического управления для проектирования и анализа характеристик объектов автоматического управления системы обеспечения движения поездов
ПК-4.2.2 Применяет основные положения абстрактной теории автоматов, теории электротехники и электрических цепей, электронных, дискретных и микропроцессорных устройств и информационных систем для анализа, синтеза, разработки и проектирования элементов и устройств системы обеспечения движения поездов	Обучающийся умеет применять положения теории автоматического управления, теории электротехники и электрических цепей, электронных устройств для анализа, синтеза, разработки и проектирования объектов автоматического управления системы обеспечения движения поездов
ПК-5: Способен проводить, на основе современных научных методов, в том числе при использовании информационно-компьютерных технологий, исследования влияющих факторов, технических систем и технологических процессов в области проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта объектов системы обеспечения движения поездов	
ПК-5.2.2. Умеет интерпретировать явления и процессы на объектах системы обеспечения движения поездов, результаты их анализа и моделирования в интересах проводимого исследования	Обучающийся умеет интерпретировать основанные на использовании теории автоматического управления явления и процессы на объектах системы обеспечения движения поездов, результаты их анализа и моделирования в интересах проводимого исследования

Т а б л и ц а 2.2

Для заочной формы обучения

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-4: Способен разрабатывать проекты устройств и систем, технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта элементов, устройств и средств технологического оснащения системы обеспечения движения поездов	
ПК-4.2.1 Применяет методы инженерных расчётов, проектирования и анализа характеристик элементов и устройств системы обеспечения движения поездов	Обучающийся имеет навыки применения математических методов расчётов теории автоматического управления для проектирования и анализа характеристик объектов автоматического

	управления системы обеспечения движения поездов
ПК-4.2.2 Применяет основные положения абстрактной теории автоматов, теории электротехники и электрических цепей, электронных, дискретных и микропроцессорных устройств и информационных систем для анализа, синтеза, разработки и проектирования элементов и устройств системы обеспечения движения поездов	Обучающийся умеет применять положения теории автоматического управления, теории электротехники и электрических цепей, электронных устройств для анализа, синтеза, разработки и проектирования объектов автоматического управления системы обеспечения движения поездов
ПК-5: Способен проводить, на основе современных научных методов, в том числе при использовании информационно-компьютерных технологий, исследования влияющих факторов, технических систем и технологических процессов в области проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта объектов системы обеспечения движения поездов	
ПК-5.2.2. Умеет интерпретировать явления и процессы на объектах системы обеспечения движения поездов, результаты их анализа и моделирования в интересах проводимого исследования	Обучающийся умеет интерпретировать основанные на использовании теории автоматического управления явления и процессы на объектах системы обеспечения движения поездов, результаты их анализа и моделирования в интересах проводимого исследования

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
Контактная работа (по видам учебных занятий)	48
В том числе:	
– лекции (Л)	32
– практические занятия (ПЗ)	16
– лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	24
Контроль	36
Форма контроля (промежуточной	Э

аттестации)	
Общая трудоемкость: час / з.е.	108/ 3,0

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	12
В том числе:	
– лекции (Л)	8
– практические занятия (ПЗ)	4
– лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	87
Контроль	9
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	108 / 3,0

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 теории автоматического управления	Лекция 1. Введение в теорию автоматического управления. Вопросы исторического развития и становления теории. Основные работы в области теории автоматического управления. Этапы развития теории автоматического управления. Проблемы теории автоматического управления. Роль автоматического управления в развитии человечества, в т.ч. в организации перевозок. Основные понятия теории автоматического управления. Системы автоматического управления (САУ). Обобщенная структура системы автоматического управления. Примеры систем автоматического управления в железнодорожной отрасли и в промышленности. Частные случаи систем автоматического управления: системы автоматического контроля, автоматической защиты и автоматического регулирования.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
2	Классификация систем автоматического управления	Лекция 2. Системы автоматического регулирования. Переходные процессы в системах автоматического регулирования. Классификация систем автоматического регулирования. Законы регулирования. Линейные и нелинейные системы автоматического регулирования.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2

		Понятие линеаризации.	
3	Математические основы линейных систем автоматического управления	Лекция 3. Математическое описание линейных систем автоматического управления. Операторная передаточная функция. Характеристический полином. Нули и полюсы передаточной функции.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		Лекция 4. Преобразование Лапласа и его свойства. Передаточная функция линейных САУ, ее связь с операторной передаточной функцией. Алгоритм решения линейных дифференциальных уравнений. Частные передаточные функции САУ. Передаточные функции выходной величины и ошибки по управляющему воздействию и возмущающему воздействию. Примеры их использования.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		Лекция 5. Структурная схема описания сложных САУ. Структурные преобразования. Последовательное соединение звеньев, параллельное соединение звеньев. Соединение звеньев с обратной связью. Правило переноса связей. Правило Мейсона. Определение передаточной функции сложной САУ по структурной схеме.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
4	Характеристики систем автоматического управления	Лекция 6. Временные характеристики САУ. Передаточная функция. Импульсная передаточная функция. Временные характеристики простейших электрических четырехполюсников (пассивных и активных).	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		Лекция 7. Частотные характеристики САУ. Амплитудная частотная характеристика, Фазовая частотная характеристика. Амплитудно-фазовая частотная характеристика.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		Лекция 8. Логарифмические частотные характеристики САУ. Логарифмическая амплитудная частотная характеристика. Алгоритм построения логарифмических амплитудных частотных характеристик САУ.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
5	Устойчивость систем автоматического управления	Лекция 9. Устойчивость линейных САУ. Корневой метод оценки устойчивости. Математические методы оценки устойчивости (Рауса, Гурвица, Вышнеградского).	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		Лекция 10. Устойчивость линейных САУ. Частотные методы оценки устойчивости (Михайлова, Найквиста). Оценка устойчивости по логарифмическим характеристикам САУ.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
6	Качество управления в автоматических системах	Лекция 11. Качество САУ. Точность САУ. Оценка установившейся ошибки для типовых входных воздействий. Статические и астатические САУ. Интегральные оценки.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		Лекция 12. Качество переходных процессов САУ. Прямые оценки качества по переходной характеристике САУ. Корневой метод оценки качества. Частотный метод оценки качества.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
7	Синтез систем автоматического управления	Лекция 13. Типовые звенья. Характеристики позиционных звеньев САУ (безинерционного, инерционного, аperiodического звена второго порядка, колебательного, консервативного).	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		Лекция 14. Типовые звенья. Характеристики дифференцирующих звеньев САУ (идеального, с замедлением). Характеристики интегрирующих звеньев САУ (идеального, с замедлением, издромного). Вывод передаточной функции линейного трансформатора.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		Лекция 15. Коррекция динамических свойств. Назначение и виды коррекции динамических свойств систем автоматического управления. Последовательные корректирующие звенья и их типы. Параллельные	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2

		корректирующие звенья (корректирующие обратные связи) и их типы.	
		Лекция 16. Методы синтеза систем автоматического управления. Синтез САУ с использованием типовых звеньев. Метод логарифмических частотных характеристик. Метод синтеза с использованием интеграторов.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основные понятия теории автоматического управления	Самостоятельная работа. Введение в теорию автоматического управления. Вопросы исторического развития и становления теории. Основные работы в области теории автоматического управления. Этапы развития теории автоматического управления. Проблемы теории автоматического управления. Роль автоматического управления в развитии человечества, в т.ч. в организации перевозок. Основные понятия теории автоматического управления. Системы автоматического управления (САУ). Обобщенная структура системы автоматического управления. Примеры систем автоматического управления в железнодорожной отрасли и в промышленности. Частные случаи систем автоматического управления: системы автоматического контроля, автоматической защиты и автоматического регулирования.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
2	Классификация систем автоматического управления	Самостоятельная работа. Системы автоматического регулирования. Переходные процессы в системах автоматического регулирования. Классификация систем автоматического регулирования. Законы регулирования. Линейные и нелинейные системы автоматического регулирования. Понятие линеаризации.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
3	Математические основы линейных систем автоматического управления	Лекция 1. Математическое описание линейных систем автоматического управления. Операторная передаточная функция. Характеристический полином. Нули и полюсы передаточной функции.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		Лекция 2. Преобразование Лапласа и его свойства. Передаточная функция линейных САУ, ее связь с операторной передаточной функцией. Алгоритм решения линейных дифференциальных уравнений. Частные передаточные функции САУ. Передаточные функции выходной величины и ошибки по управляющему воздействию и возмущающему воздействию. Примеры их использования.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		Лекция 3. Структурная схема описания сложных САУ. Структурные преобразования. Последовательное соединение звеньев, параллельное соединение звеньев. Соединение звеньев с обратной связью. Правило переноса связей. Правило Мейсона. Определение передаточной функции сложной САУ по структурной схеме.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
4	Характеристики систем автоматического управления	Самостоятельная работа. Временные характеристики САУ. Передаточная функция. Импульсная передаточная функция. Временные характеристики простейших электрических четырехполюсников (пассивных и активных).	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		Самостоятельная работа. Частотные характеристики	ПК-4.2.1

		САУ. Амплитудная частотная характеристика, Фазовая частотная характеристика. Амплитудно-фазовая частотная характеристика.	ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		Лекция 4. Логарифмические частотные характеристики САУ. Логарифмическая амплитудная частотная характеристика. Алгоритм построения логарифмических амплитудных частотных характеристик САУ.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
5	Устойчивость систем автоматического управления	Самостоятельная работа. Устойчивость линейных САУ. Корневой метод оценки устойчивости. Математические методы оценки устойчивости (Рауса, Гурвица, Вышнеградского).	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		Самостоятельная работа. Устойчивость линейных САУ. Частотные методы оценки устойчивости (Михайлова, Найквиста). Оценка устойчивости по логарифмическим характеристикам САУ.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
6	Качество управления в автоматических системах	Самостоятельная работа. Качество САУ. Точность САУ. Оценка установившейся ошибки для типовых входных воздействий. Статические и астатические САУ. Интегральные оценки.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		Самостоятельная работа. Качество переходных процессов САУ. Прямые оценки качества по переходной характеристике САУ. Корневой метод оценки качества. Частотный метод оценки качества.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
7	Синтез систем автоматического управления	Самостоятельная работа. Типовые звенья. Характеристики позиционных звеньев САУ (безинерционного, инерционного, апериодического звена второго порядка, колебательного, консервативного).	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		Самостоятельная работа. Типовые звенья. Характеристики дифференцирующих звеньев САУ (идеального, с замедлением). Характеристики интегрирующих звеньев САУ (идеального, с замедлением, издромного). Вывод передаточной функции линейного трансформатора.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		Самостоятельная работа. Коррекция динамических свойств. Назначение и виды коррекции динамических свойств систем автоматического управления. Последовательные корректирующие звенья и их типы. Параллельные корректирующие звенья (корректирующие обратные связи) и их типы.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		Самостоятельная работа. Методы синтеза систем автоматического управления. Синтез САУ с использованием типовых звеньев. Метод логарифмических частотных характеристик. Метод синтеза с использованием интеграторов.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2

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 теории автоматического управления	2	-	-	0	2
2	Классификация систем автоматического управления	2	-	-	0	2
3	Математические основы линейных систем автоматического управления	6	4	-	6	16
4	Характеристики систем автоматического управления	6	6	-	6	18

5	Устойчивость систем автоматического управления	4	4	-	4	12
6	Качество управления в автоматических системах	4	2	-	4	10
7	Синтез систем автоматического управления	8	-	-	4	12
	Итого	32	16	-	24	72
Контроль						36
Всего (общая трудоемкость, час.)						108

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 теории автоматического управления	0	-	-	2	2
2	Классификация систем автоматического управления	0	-	-	5	5
3	Математические основы линейных систем автоматического управления	6	2	-	20	28
4	Характеристики систем автоматического управления	2	1	-	15	18
5	Устойчивость систем автоматического управления	0	1	-	15	16
6	Качество управления в автоматических системах	0	-	-	10	10
7	Синтез систем автоматического управления	0	-	-	20	20
	Итого	8	4	-	87	99
Контроль						9
Всего (общая трудоемкость, час.)						108

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

Оценочные материалы по дисциплине является 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 разделах 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. 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 программы магистратуры по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

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;
- MS Office;
- Антивирус Касперского;
- C++ Builder.

8.3. Профессиональные базы данных при изучении дисциплины не используются.

8.4. Информационные справочные системы при изучении дисциплины не используются.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. *Бесекерский В.А., Попов Е.П.* Теория систем автоматического управления. Изд. 4-е, перераб. и доп.– СПб.: Профессия, 2007. – 752 с.
2. *Сапожников В.В., Кравцов Ю.А., Сапожников Вл.В.* Теоретические основы железнодорожной автоматики и телемеханики: Учебник для вузов ж.-д. транспорта. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 394 с.
3. *Кравцов Ю.А., Архипов Е.В., Антонов А.А.* Синтез следящей системы автоматического управления. – М.: МИИТ, 2010. – 53 с.

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

1. Электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>. (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

2. Электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ibooks.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

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

4. СЦБИСТ - железнодорожный форум. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://scbist.com/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

Разработчик рабочей программы,

доцент

«28» февраля 2023 г.



А.Г. Вяткин