

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  
2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
«Автоматика и телемеханика на ж.д.»  
Протокол №3 от «20» января 2022 г.

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

«20» января 2022 г.



А.Б. Никитин

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО  
«20» января 2022 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 профессиональных стандартов:

- 17.017 «Работник по обслуживанию и ремонту устройств железнодорожной автоматики и телемеханики», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 23 октября 2015 г. N 772н;

- 17.032 «Специалист диспетчерского аппарата по обслуживанию сооружений и устройств инфраструктуры железнодорожного транспорта», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 12 декабря 2018 г. N 788н;

- 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 РФ от 23 января 2017 г. N 65н.

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
<p>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</p>	
<p>ПК-4.2.1 Применяет методы инженерных расчётов, проектирования и анализа характеристик элементов и устройств системы обеспечения движения поездов</p>	<p>Обучающийся имеет навыки применения математических методов расчётов теории автоматического управления для проектирования и анализа характеристик объектов автоматического управления системы обеспечения движения поездов</p>
<p>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</p>	<p>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</p>
<p>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</p>	
<p>ПК-5.2.2. Умеет интерпретировать явления и процессы на объектах системы обеспечения движения поездов, результаты их анализа и моделирования в интересах проводимого исследования</p>	<p>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</p>

Т а б л и ц а 2.2

Для заочной формы обучения

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

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	48

занятий)	
В том числе:	
– лекции (Л)	32
– практические занятия (ПЗ)	16
– лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	24
Контроль	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э
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	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2

		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.	
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. Понятие линеаризации.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
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	Лекция 13. Типовые звенья. Характеристики позиционных звеньев САУ (безинерционного,	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2

	управления	инерционного, апериодического звена второго порядка, колебательного, консервативного).	ПК-5.2.2
		Лекция 14. Типовые звенья. Характеристики дифференцирующих звеньев САУ (идеального, с замедлением). Характеристики интегрирующих звеньев САУ (идеального, с замедлением, изодромного). 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 корректирующие звенья (корректирующие обратные связи) и их типы.	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2 ПК-5.2.2
		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	<b>Самостоятельная работа.</b> 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	<b>Самостоятельная работа.</b> 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	<b>Лекция 1.</b> 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
		<b>Лекция 2.</b> 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
		<b>Лекция 3.</b> Структурная схема описания сложных САУ. Структурные преобразования. Последовательное	ПК-4.2.1 ПК-4.2.2



		соединение звеньев, параллельное соединение звеньев. Соединение звеньев с обратной связью. Правило переноса связей. Правило Мейсона. Определение передаточной функции сложной САУ по структурной схеме.	ПК-5.2.2
4	Характеристики систем автоматического управления	<b>Самостоятельная работа.</b> 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
		<b>Самостоятельная работа.</b> 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
		<b>Лекция 4.</b> 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	<b>Самостоятельная работа.</b> 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
		<b>Самостоятельная работа.</b> 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	<b>Самостоятельная работа.</b> 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
		<b>Самостоятельная работа.</b> 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	<b>Самостоятельная работа.</b> 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
		<b>Самостоятельная работа.</b> 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
		<b>Самостоятельная работа.</b> 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
		<b>Самостоятельная работа.</b> 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.

№	Наименование раздела	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
---	----------------------	---	----	----	-----	-------

<b>п/п</b>	<b>ДИСЦИПЛИНЫ</b>					
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
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
	<b>Итого</b>	32	16	-	24	72
<b>Контроль</b>						36
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						108

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.4.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Л</b>	<b>ПЗ</b>	<b>ЛР</b>	<b>СРС</b>	<b>Всего</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
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
	<b>Итого</b>	8	4	-	87	99
<b>Контроль</b>						9
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						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

«20» января 2022 г.



А.Г. Вяткин