

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет информационных технологий, экономики и управления

Кафедра «Системы управления»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФИТЭУ

 /И.А. Рычка/

«29» января 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Автоматические регуляторы»**

Направление подготовки: 27.03.04 «Управление в технических системах»  
(уровень бакалавриата)

профиль:  
«Управление и информатика в технических системах»

Петропавловск-Камчатский  
2025

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» студентов очной и заочной форм обучения, профиль «Управление и информатика в технических системах» и учебного плана ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Составитель рабочей программы

Заведующий кафедрой «Системы управления»

Марченко А.А.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Системы управления»

Протокол №6 от «29» января 2025 года.

«29» января 2025 г.

Заведующий кафедрой  
«Системы управления»  
А.А. Марченко

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** заключается в изучении основных теоретических и практических аспектов автоматических регуляторов, применение знаний в решение задач в области управление и автоматизация технических средств.

**Задачи** дисциплины:

- Изучение правил формирования электронного и текстового экземпляров проектной документации автоматизированной системы управления технологическими процессами.
- Правильно определять порядок подготовки к выпуску проектной и рабочей документации автоматизированной системы управления технологическими процессами;
- Правильно определять порядок и правила осуществления нормоконтроля проектной документации автоматизированной системы управления технологическими процессами.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины у студента должны быть сформированы следующие профессиональные компетенции:

- способен выполнять процедуры сборки программных модулей и компонент в программный продукт (ПК-5).

Наименование компетенции при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе бакалавриата индикаторами достижения компетенций

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-5	Способен разрабатывать проектные решения отдельных частей автоматизированной системы управления технологическими процессами	ИД-1 <sub>ПК-5</sub> Знает правила формирования электронного и текстового экземпляров проектной документации автоматизированной системы управления технологическими процессами.  ИД-2 <sub>ПК-5</sub> Умеет определять порядок подготовки к выпуску проектной и рабочей документации автоматизированной системы управления технологическими процессами.  ИД-3 <sub>ПК-5</sub> Умеет определять порядок и правила осуществления нормоконтроля проектной документации автоматизированной системы управления технологическими процессами.	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Знает правила формирования электронного и текстового экземпляров проектной документации автоматизированной системы управления технологическими процессами.</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>◦ определять порядок подготовки к выпуску проектной и рабочей документации автоматизированной системы управления технологическими процессами;</li><li>◦ определять порядок и правила осуществления нормоконтроля проектной документации автоматизированной системы управления технологическими процессами.</li></ul>	3(ПК-5)1  У(ПК-5)1  У(ПК-5)2

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Автоматические регуляторы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Тематический план дисциплины для студентов очной формы обучения

Таблица 2 – Тематический план дисциплины (очная форма обучения)

Наименование разделов и тем	Всего часов	Контактная работа	Контактная работа по видам учебных занятий				Самостоятельная работа студента	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические занятия)	Лабораторные работы	СРП			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тема №1: Математическое описание объектов регулирования	6	2	2	–	–	–	4	вопросы для самоконтроля	–
Тема №2: Промышленные регуляторы АСР	10	6	2	–	4	–	4		
Тема №3: Расчет настроек регуляторов в линейных непрерывных системах	6	2	2	–	–	–	4	вопросы для самоконтроля, вопросы, выносимые на рассмотрение	–
Тема №4: Анализ АСР с релейными регуляторами	6	2	2	–	–	–	4	вопросы, выносимые на рассмотрение	–
Тема №5: АСР с усложненной структурой	6	2	2	–	–	–	4	вопросы для самоконтроля	–
Тема №6: Расчет настроек цифровых регуляторов	9	5	1	–	4	–	4	вопросы для самоконтроля	–
Тема №7: Анализ и синтез цифровых АСР при случайных воздействиях	5	1	1	–	–	–	4	вопросы для самоконтроля	–
Тема №8: Синтез многомерных дискретных регуляторов в пространстве состояния	5	1	1	–	–	–	4	вопросы, выносимые на рассмотрение	–
Тема №9: Многомерные дискретные АСР с прогнозом регулируемых переменных	9	5	1	–	4	–	4		–
Тема №10: Автоматизация типовых технологических процессов	10	6	2	–	4	–	4		–
зачет								опрос	–
Всего	72	32	16	0	16	0	40		–

## 4.2. Тематический план дисциплины для студентов заочной формы обучения

Таблица 3 – Тематический план дисциплины (заочная форма обучения)

Наименование разделов и тем	Всего часов	Контактная работа	Контактная работа по видам учебных занятий				Самостоятельная Работа студента	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические занятия)	Лабораторные работы	СРП			
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Тема №1: Математическое описание объектов регулирования	2	–	–	–	–	–	2	вопросы для самоконтроля	–
Тема №2: Промышленные регуляторы АСР	7	–	–	–	–	–	7		
Тема №3: Расчет настроек регуляторов в линейных непрерывных системах	8	–	–	–	–	–	8	вопросы для самоконтроля, вопросы, выносимые на рассмотрение	–
Тема №4: Анализ АСР с релейными регуляторами	5	–	–	–	–	–	5	вопросы, выносимые на рассмотрение	–
Тема №5: АСР с усложненной структурой	10	–	–	–	–	–	10	вопросы для самоконтроля	–
Тема №6: Расчет настроек цифровых регуляторов	8	2	2	–	–	–	6		–
Тема №7: Анализ и синтез цифровых АСР при случайных воздействиях	6	–	–	–	–	–	6	вопросы для самоконтроля	–
Тема №8: Синтез многомерных дискретных регуляторов в пространстве состояния	5	–	–	–	–	–	5	вопросы, выносимые на рассмотрение	–
Тема №9: Многомерные дискретные АСР с прогнозом регулируемых переменных	12	2	–	–	2	–	10	вопросы для самоконтроля	–
Тема №10: Автоматизация типовых технологических процессов	5	–	–	–	–	–	5	вопросы для самоконтроля	–
зачет									4
	Всего	72	4	2	0	2	0	64	4

## 4.3. Содержание дисциплины

### Тема 1. Математическое описание объектов регулирования

#### Лекция

Основные характеристики и свойства объектов регулирования, Методы математического описания объектов регулирования, Получение и аппроксимация временных характеристик объектов регулирования.

### Тема 2. Промышленные регуляторы АСР

#### Лекция

Функциональная схема автоматического регулятора, Классификация регуляторов по потреблению энергии внешнего источника, Классификация регуляторов по закону регулирования.

#### Лабораторная работа

Лабораторная работа №1. Исследование промышленных регуляторов

### Тема 3. Расчет настроек регуляторов в линейных непрерывных системах

#### Лекция

Качество регулирования, Типовые оптимальные процессы, Упрощенные формулы для расчета настроек регуляторов, Расчет настроек регуляторов методом расширенных частотных характеристик, Построение переходных процессов в замкнутых АСР методом Акульшина.

#### **Тема 4. Вычитание целых чисел**

##### **Лекция**

Анализ АСР с двухпозиционным релейным регулятором, Анализ АСР частотно-амплитудным методом Гольдфарба.

#### **Тема 5. АСР с усложненной структурой**

##### **Лекция**

Каскадные АСР, АСР со скоростным импульсом от промежуточной регулируемой величины, Системы с компенсацией возмущения. Комбинированные АСР, Системы связанного регулирования, Регулирование объектов с чистым запаздыванием. Упредитель Смита.

#### **Тема 6. Расчет настроек цифровых регуляторов**

##### **Лекция**

Динамические характеристики цифровых систем регулирования, Структурная схема цифровой системы регулирования, Нахождение передаточной функции приведенной непрерывной части, Дискретные аналоги типовых законов регулирования, Расчет настроек цифровых регуляторов.

##### **Лабораторная работа**

Лабораторная работа №2. Исследование цифровых регуляторов

#### **Тема 7. Анализ и синтез цифровых АСР при случайных воздействиях**

##### **Лекция**

Основные характеристики случайных процессов, Определение дисперсии выходной величины в цифровой АСР, Синтез регулятора с минимальной дисперсией.

#### **Тема 8. Синтез многомерных дискретных регуляторов в пространстве состояния**

##### **Лекция**

Формулировка задачи оптимального управления, Уравнения состояния и измерения, Синтез дискретного П - регулятора состояния – выхода, Синтез дискретного ПИ - регулятора состояния, Синтез дискретного наблюдателя состояния.

#### **Тема 9. Многомерные дискретные АСР с прогнозом регулируемых переменных**

##### **Лекция**

Структурная схема системы с прогнозом регулируемых переменных и его минимизацией, Прогнозирование рассогласования, Минимизация прогноза рассогласования, Свидение задачи квадратичного программирования к задаче о линейной дополнительности, Решение задачи о линейной дополнительности методом Лемке.

##### **Лабораторная работа**

Лабораторная работа №3. Исследование дискретных АСР

#### **Тема 10. Автоматизация типовых технологических процессов**

##### **Лекция**

Регулирование основных параметров технологических процессов, Типовые схемы автоматизации технологических процессов.

##### **Лабораторная работа**

Лабораторная работа №4. Исследование типовых схем автоматизации

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Автоматические регуляторы» является важной составляющей частью подготовки студентов по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» и выполняется в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) и учебным планом КамчатГТУ.

Самостоятельная работа студентов ставит своей целью:

1. Развитие навыков ведения самостоятельной работы;
2. Приобретение опыта систематизации полученных результатов исследований, формулировку новых выводов и предложений как результатов выполнения работы;
3. Развитие умения использовать научно-техническую литературу и нормативно-методические материалы в практической деятельности;
4. Приобретение опыта публичной защиты результатов самостоятельной работы.

Внеаудиторная самостоятельная работа при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Автоматические регуляторы» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций, с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

### Примерный перечень вопросов к промежуточной аттестации

1. Основные характеристики и свойства объектов регулирования
2. Методы математического описания объектов регулирования
3. Получение и аппроксимация временных характеристик объектов регулирования
4. Функциональная схема автоматического регулятора
5. Классификация регуляторов по потреблению энергии внешнего источника
6. Классификация регуляторов по закону регулирования
7. Качество регулирования
8. Типовые оптимальные процессы
9. Упрощенные формулы для расчета настроек регуляторов
10. Расчет настроек регуляторов методом расширенных частотных характеристик
11. Построение переходных процессов в замкнутых АСР методом Акульшина
12. Анализ АСР с двухпозиционным релейным регулятором
13. Анализ АСР частотно-амплитудным методом Гольдфарба
14. Каскадные АСР
15. АСР со скоростным импульсом от промежуточной регулируемой величины
16. Системы с компенсацией возмущения. Комбинированные АСР
17. Системы связанного регулирования
18. Регулирование объектов с чистым запаздыванием. Упредитель Смита
19. Динамические характеристики цифровых систем регулирования
20. Структурная схема цифровой системы регулирования
21. Нахождение передаточной функции приведенной непрерывной части
22. Дискретные аналоги типовых законов регулирования
23. Расчет настроек цифровых регуляторов
24. Основные характеристики случайных процессов
25. Определение дисперсии выходной величины в цифровой АСР
26. Синтез регулятора с минимальной дисперсией
27. Формулировка задачи оптимального управления
28. Уравнения состояния и измерения
29. Синтез дискретного П - регулятора состояния – выхода
30. Синтез дискретного ПИ - регулятора состояния
31. Синтез дискретного наблюдателя состояния
32. Структурная схема системы с прогнозом регулируемых переменных и его минимизацией

33. Прогнозирование рассогласования
34. Минимизация прогноза рассогласования
35. Сведение задачи квадратичного программирования к задаче о линейной дополнительности
36. Решение задачи о линейной дополнительности методом Лемке
37. Регулирование основных параметров технологических процессов
38. Типовые схемы автоматизации технологических процессов

## **7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **7.1. Основная литература**

1. Архитектура ЭВМ и систем в 2 ч. Часть 1 : Учебное пособие для вузов / Новожилов О. П. - Москва : Юрайт, 2021. - 276 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - URL: <https://urait.ru/bcode/474545>. - ISBN 978-5-534-07717-9.
2. Архитектура ЭВМ и систем в 2 ч. Часть 2 : Учебное пособие для вузов / Новожилов О. П. - Москва : Юрайт, 2022. - 246 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - URL: <https://urait.ru/bcode/474546>. - ISBN 978-5-534-07718-6.

### **7.2. Дополнительная литература**

3. ЭВМ и периферийные устройства [Электронный ресурс] : учебное пособие / Сычев А. Н. - Москва : ТУСУР, 2017. - 131 с. - ISBN 978-5-86889-744-3.
4. Архитектура ЭВМ : Учебное пособие Для СПО / Толстобров А. П. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 154 с. - (Профессиональное образование). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - URL: <https://urait.ru/bcode/496216>. - ISBN 978-5-534-13398-1.
5. Вычислительные машины, системы и сети [Электронный ресурс] : учебное пособие / Хабаров С. П., Шилкина М. Л. - Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2017. - 240 с. - ISBN 978-5-9239-0888-6.
6. Микропроцессорные устройства и системы [Электронный ресурс] / Русанов В. В., Шевелев М. Ю. - Москва : ТУСУР, 2012. - 184 с. - ISBN 978-5-94154-128-7.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»**

1. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>.
2. Электронная библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Электронные данные – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/>.
3. Электронная информационная образовательная среда LMS Moodle [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lk.kstu.su>.

## **9. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)**

Выполнение курсовой работы не предусмотрено учебным планом.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (зачет,

экзамен).

Лекции проводятся, как правило, в интерактивной форме с элементами дискуссий, и спорных посылов и утверждений. На лекциях преподаватель знакомит слушателей с основными понятиями и положениями по текущей теме. При проведении лекций используются современные информационные технологии, демонстрационные материалы

**Лабораторная работа** – это выполнение студентами под руководством преподавателя или по инструкции заданий с применением персонального компьютера.

Лабораторные работы составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся. Они направлены на формирование учебных и профессиональных практических умений. Лабораторные занятия носят систематический характер, регулярно следя за лекционными занятиями. Лабораторные работы выполняются согласно графику, при этом соблюдается принцип индивидуального выполнения работ (в некоторых случаях – группового).

Проведение лабораторных/практических работ (занятий) включает в себя следующие этапы:

- постановку темы занятия и определение задач лабораторной/практической работы;
- определение порядка лабораторной/практической работы или отдельных ее этапов;
- непосредственное выполнение лабораторной/практической работы студентами с соблюдением техники безопасности;
- подведение итогов лабораторной/практической работы и формулирование основных выводов.

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на цель занятия, на основные вопросы для подготовки к занятию, на содержание темы занятия. Этапы подготовки к практическому занятию:

- освежить в памяти теоретические сведения, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы,
- подобрать необходимую учебную и справочную литературу.

В течение лабораторной/практической работы студенту необходимо выполнить индивидуальные или групповые задания, выданные преподавателем, а затем оформить получившиеся результаты в виде отчёта, который выполняется в соответствии с нижеизложенными указаниями по оформлению письменных отчётов. Помимо этого, студенту необходимо подготовить ответы на примерный перечень вопросов по теме работы.

## **11. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса:**

- электронные образовательные ресурсы, представленные в п.8 рабочей программы;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование в электронной информационной образовательной среде ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

### **11.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса:**

- операционные системы Astra Linux (или иная операционная система, включенная в реестр отечественного программного обеспечения);

- комплект офисных программ Р-7 Офис (в составе текстового процессора, программы работы с электронными таблицами, программные средства редактирования и демонстрации презентаций);
- программа проверки текстов на предмет заимствования «Антиплагиат»;
- браузер.

#### **11.3 Перечень информационно-справочных систем:**

- справочно-правовая система «Гарант»;
- портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (<https://fgosvo.ru>).

## **12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

- для проведения занятий лекционного типа, практических (семинарских) занятий, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; для самостоятельной работы обучающихся – учебная аудитория № 7-510 («Лаборатория разработки программного обеспечения микропроцессорной техники», «Кабинет самостоятельной работы студентов»), оборудованная 9 рабочими станциями с доступом к сети «Интернет» и к электронной информационной образовательной среде, с комплектом учебной мебели на 12 посадочных мест (согласно паспорту кабинета);
- доска аудиторная;
- мультимедийное оборудование (компьютер, проектор);