

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ФИТ

А.С. Авдеев

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.О.20 «Основы автоматического управления»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **12.03.01**

**Приборостроение**

Направленность (профиль, специализация): **Информационно-измерительная техника, технологии и интеллектуальные системы**

Статус дисциплины: **обязательная часть**

Форма обучения: **заочная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	Д.Е. Кривобоков
Согласовал	Зав. кафедрой «ИТ»	А.Г. Зрюмова
	руководитель направленности (профиля) программы	А.Г. Зрюмова

г. Барнаул

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения	ОПК-1.2	Применяет общеинженерные знания в деятельности, связанной с созданием приборов и комплексов широкого назначения

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Математика, Общая электротехника, Физические основы получения информации
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Измерительные системы на основе мобильных устройств, Интеллектуальные средства измерения, Информационные системы управления приборостроительным предприятием, Преддипломная практика, Программное обеспечение измерительных процессов

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
заочная	10	10	0	88	23

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**Форма обучения:** заочная

**Семестр:** 8

**Лекционные занятия (10ч.)**

**1. Введение. Основные понятия теории автоматического управления. Ограничения применения автоматического управления. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[3,4,6]** Понятие об управлении, основные принципы управления. Структура автоматической системы и ее составные элементы. Детерминированные и стохастические системы. Оператор системы. Линейные и нелинейные системы. Принцип суперпозиции. Стационарные и нестационарные системы. Непрерывные и дискретные системы. Единичная импульсная функция. Разложение произвольной функции на элементарные импульсы. Характеристика реакции линейной системы на показательное возмущение. Частотная характеристика. Передаточная функция и частотная характеристика стационарной линейной системы. Примеры ограничения автоматизации, проблемы устойчивости, адаптивности, надежности.

**2. Типовые звенья линейных автоматических систем. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3]** Линеаризация уравнений автоматических систем. Понятие о передаточной функции. Понятие о динамическом звене. Характеристики динамических звеньев. Соединения звеньев. Позиционные звенья. Интегрирующие звенья. Дифференцирующие звенья. АЧХ/ФЧХ, ЛАХ динамических звеньев. Ограничения адекватности модели САУ, связанные с применением идеальных типовых звеньев

**3. Линейные элементы автоматических систем {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4]** Состав и назначение элементов автоматических систем. Объект управления. Потенциометрические датчики. Индукционные датчики. Сельсины. Преобразователи непрерывных величин в дискретные. Датчики угловой скорости. Измерители ускорений. Усилительные устройства автоматических систем: Общие сведения об усилителях. Магнитные усилители. Модуляторы и демодуляторы. Особенности усилителей, используемых в системах автоматического управления. Рекомендации по выбору элементов САУ с учетом их метрологических, технических и эксплуатационных ограничений.

**4. Элементы системы управления {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[3,4]** Исполнительные устройства автоматических систем, и ограничения их применения в конкретных условиях эксплуатации; Основные требования, предъявляемые к исполнительным устройствам. Электрические двигатели. Гидравлические и пневматические двигатели. Сравнительная оценка различных типов исполнительных устройств.

**5. Структурные схемы системы автоматического управления {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[3,7]** Соединения систем и их элементов. Структурные схемы. Весовые функции соединений. Определение весовых функций методом сопряженных систем. Линейная система, описываемая одним или системой дифференциальных уравнений. Соединения стационарных линейных систем. Структурные преобразования линейных систем.

**6. Устойчивость и качество линейных систем {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[3,4]** Примеры пределов применения автоматического управления. Определение устойчивости. Общие условия устойчивости линейных систем. Устойчивость стационарных линейных систем. Запасы устойчивости. Переходные процессы в линейных системах. Составление уравнений и передаточные функции автоматических систем.

**7. Критерии устойчивости {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[3,4]** Понятие об устойчивости линейных автоматических систем. Критерий устойчивости Гурвица. Критерий устойчивости Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста. Исследование устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Области устойчивости. Системы с переменными параметрами. Ограничения применения критериев устойчивости для анализа САУ.

**8. Методы исследований точности линейных систем {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[4,6]** Анализ условий возникновения границы минимальной ошибки управления. Случайные возмущения, действующие в автоматических системах. Общие методы исследований точности линейных систем. Определение установившихся систематических ошибок стационарных линейных систем. Инвариантность и чувствительность. Особенности процессов в нелинейных системах. Гармоническая линеаризация. Задачи статистической теории оптимальных систем Цифровые САУ. САУ при случайных воздействиях.

### **Лабораторные работы (10ч.)**

**1. Исследование элементарных звеньев {работа в малых группах} (2ч.)[1]** Формирование способности применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения.

Цель:

Освоить методы анализа линейных систем с помощью программы МВТУ 3.6; изучить переходные и частотные характеристики типовых линейных звеньев.

Задачи:

- Построить переходные характеристики интегратора, апериодического и колебательного звеньев.
- Выполнить анализ влияния изменения их параметров на переходные характеристики.
- Определить частотные характеристики апериодического и колебательного звеньев.

## **2. Исследование типовых звеньев САУ {работа в малых группах} (2ч.)[1]**

Цель:

Освоить методы анализа линейных систем с помощью программы МВТУ 3.6; изучить переходные и частотные характеристики типовых линейных звеньев.

Задачи:

- Построить переходные характеристики интегратора, апериодического и колебательного звеньев.
- Выполнить анализ влияние изменения их параметров на переходные характеристики.
- Определить частотные характеристики апериодического и колебательного звеньев.

## **3. Компенсация инерционности САУ {работа в малых группах} (2ч.)[1]**

Получить навык в разработке САУ с различными видами обратной связи; освоить методы повышения качества САУ.

Задачи:

- Выполнить анализ предложенной схемы САУ, содержащей инерци-онное звено, и реализовать в программе моделирования .
- Рассчитать параметры корректирующего звена с учётом требования уменьшения инерционности. Исследовать характеристики получен-ной САУ в зависимости от места установки корректирующего звена.
- Исследовать влияние применения PID – регулятора на погрешность и быстродействие системы.
- Исследовать влияние обратной связи на погрешность быстродей-ствие САУ.

## **4. Исследование САР температуры бойлера {работа в малых группах} (1ч.)[1]**

Получить навык построения нелинейной САР с заданными парамет-рами.

Задачи:

- Разработать виртуальную модель нелинейной САР без запаздывания и с запаздыванием, с заданными параметрами и виртуальный пульт управления.
- Разработать САР с применением эмулятора печи ЭП-10 и регулятора ТРМ-1.

## **5. Разработка САР частотным приводом для стабилизации температуры {работа в малых группах} (2ч.)[1]** Получить навык построения САР сложных систем с обратной связью и программным управлением

Задачи:

- Разработать функциональную и структурную схему САР, включаю-щую датчик температуры, нагреватель, частотный преобразователь, приводящий в движение вентилятор для охлаждения нагревателя, программируемый контроллер ПЛК-154.
- Изучить способ и особенности реализации программного управления процессом стабилизации температуры, созданного на базе контрол-лера ПЛК-154.
- Исследовать состояние объекта управления в зависимости от глуби-ны обратных связей.

## **6. Применение функций управления САУ температуры в условиях случайных внешних возмущений {работа в малых группах} (1ч.)[1]** Цель:

Получить навык разработки и применения функций для управления состоянием объекта регулирования по требуемому закону в условиях внешних возмущений

Задачи:

- Разработать функцию для управления состоянием объекта, с учётом его передаточной функции и требуемого его закона состояния.
- Реализовать функцию управления в предложенном программном проекте контроллера ПЛК-154.
- Исследовать состояние объекта управления, находящегося в условиях случайного внешнего воздействия (непроизвольного, с точки зрения функции управления, включения вентилятора охлаждения).
- Предложить и реализовать изменения в функцию управления, направленные на повышение точности стабилизации требуемого закона состояния.

### **Самостоятельная работа (88ч.)**

- 1. Подготовка к лекционным занятиям {использование общественных ресурсов} (28ч.)[3,4,5,6,7]**
- 2. Подготовка к лабораторным работам и написание отчетов {работа в малых группах} (19ч.)[1]**
- 3. Выполнение контрольной работы {использование общественных ресурсов} (12ч.)[2]**
- 4. Подготовка к экзамену {использование общественных ресурсов} (12ч.)[1,3,7]**
- 5. Экзамен {использование общественных ресурсов} (17ч.)[2,3,4,5,6,7,8,9]**

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Кривобоков, Д. Е. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Основы автоматического управления» / Д. Е. Кривобоков, Р. А. Смирнов. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2020. - 30 с. - URL: [http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Krivobokov\\_OAU\\_lr\\_mu.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Krivobokov_OAU_lr_mu.pdf)

2. Кривобоков, Д. Е., Смирнов Р.А. Методические указания для выполнения контрольных работ по дисциплине «Основы автоматического управления» / Д. Е. Кривобоков, Р. А. Смирнов. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2020. - 18 с. - URL: [http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Krivobokov\\_OsnAutUpr\\_kr\\_mu.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Krivobokov_OsnAutUpr_kr_mu.pdf)

### **6. Перечень учебной литературы**

#### **6.1. Основная литература**

3. Аббасова, Т.С. Теория автоматического управления : учебное пособие : [16+] / Т.С. Аббасова, Э.М. Аббасов ; Технологический университет, Факультет

инфокоммуникационных систем и технологий, Кафедра информационных технологий и управляющих систем. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. – 62 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=594520> (дата обращения: 05.11.2020). – Библиогр.: с. 45. – ISBN 978-5-4499-0608-3. – Текст : электронный.

4. Земляков, В.Л. Основы автоматического управления : учебное пособие / В.Л. Земляков ; Южный федеральный университет, Институт высоких технологий и пьезотехники. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2017. – 117 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500164> (дата обращения: 05.11.2020). – Библиогр.: с. 102. – ISBN 978-5-9275-2373-3. – Текст : электронный.

5. Нос, О.В. Теория автоматического управления: теория управления линейными одноканальными непрерывными системами : [16+] / О.В. Нос, Л.В. Старостина ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 202 с. : ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576431> (дата обращения: 05.11.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3536-6. – Текст : электронный.

## 6.2. Дополнительная литература

6. Гайдук, А.Р. Адаптивные системы управления : учебное пособие / А.Р. Гайдук, Е.А. Плаксиенко ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2018. – 121 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561021> (дата обращения: 05.11.2020). – Библиогр.: с. 118. – ISBN 978-5-9275-2882-0. – Текст : электронный.

7. Пигарев, Л.А. Микропроцессорные системы автоматического управления : учебное пособие / Л.А. Пигарев ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Кафедра электроэнергетики и электрооборудования. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), 2017. – 179 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480402> (дата обращения: 05.11.2020). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8. Описание работы с программой MBTU. Ссылка: [http://reactors.narod.ru/mvtu/mbtu\\_lab/lab\\_01/part\\_1/lab\\_01\\_p1.htm](http://reactors.narod.ru/mvtu/mbtu_lab/lab_01/part_1/lab_01_p1.htm)

9. Основы теории автоматического управления. Ссылка: <https://habr.com/ru/post/503820/>

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».