

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.В.18 «Основы автоматического управления»**

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

**Приборостроение**

Направленность (профиль, специализация): **Измерительные информационные технологии**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений (вариативная)**

Форма обучения: **заочная, очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	Д.Е. Кривобоков
	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 планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ПК-1	способностью к анализу поставленной задачи исследований в области приборостроения	математический аппарат для анализа поведения нелинейных динамических систем, анализа их устойчивости и качества управления в области приборостроения	анализировать свойства системы автоматизированного управления на основе математических преобразований, дифференциальных уравнений и основных критериев устойчивости	навыками анализа состояния системы автоматизированного управления при ее исследовании с помощью специализированных программ
ПК-2	готовностью к математическому моделированию процессов и объектов приборостроения и их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов	математический аппарат для моделирования процессов и объектов приборостроения	выявлять физические явления измерительных преобразований и соответствующие им основные законы естествознания для разработки математических моделей	навыками моделирования процессов и объектов приборостроения
ПК-4	способностью к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем	принципы работы, наладки и настройки приборов и систем автоматического управления	настраивать приборы и системы автоматического управления и производить наладку САУ исходя из поставленной задачи	навыками наладки систем автоматизированного управления, опытной проверки качества ее работы и выполнения необходимой настройки

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Математика, Общая электротехника, Физика, Электроника и микропроцессорная техника
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для	Измерительные информационные системы, Преобразование измерительных сигналов, Программное обеспечение измерительных процессов

их изучения.

**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: 4 / 144

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
заочная	6	6	0	132	17
очная	17	34	0	93	60

**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 (6ч.)**

- 1. Введение {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[1,1,2,2,3,4,5]**  
Анализ поставленной задачи исследований в области приборостроения. 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.
- 2. Типовые звенья линейных автоматических систем. Математическое моделирование простейших САУ в программе МВТУ {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[1,1,2,2,3,4,5]**  
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
- 3. Линейные элементы автоматических систем {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[1,1,2,2,3,4,5]**  
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.

**4. Элементы системы управления .Структурные схемы системы автоматического управления {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[1,1,2,2,3,4,5]** Анализ структурных схем САУ с точки зрения особенностей объекта управления и требуемого качества управления. Исполнительные устройства автоматических систем; Основные требования, предъявляемые к исполнительным устройствам. Электрические двигатели. Гидравлические и пневматические двигатели. Сравнительная оценка различных типов исполнительных устройств. 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.

**5. Устойчивость и качество линейных систем .Критерии устойчивости. Анализ математических моделей в программах MBTU и MathCad {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[1,1,2,2,3,4,5]** 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. 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. Анализ устойчивости САУ в программе MBTU. Математическое моделирование и анализ передаточных характеристик САУ в программе MathCad.

**6. Методы исследований точности линейных систем {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[1,1,2,2,3,4,5]** 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 (6ч.)**

**1. Исследование типовых звеньев САУ {работа в малых группах} (2ч.)[1,1,2,2,3,4,5]** Формирование способности к математическому моделированию процессов и объектов приборостроения и их исследованию на базе пакета автоматизированного проектирования MBTU MBTU. 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.

## **2. Исследование САР температуры бойлера {работа в малых группах} (2ч.) [1,1,2,2,3,4,5] Цель:**

Получить навык построения нелинейной САР с заданными параметрами и подтвердить способность выполнять наладку и настройку режима управления на основе заданного закона управления.

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.

## **3. Разработка САР частотным приводом для стабилизации температуры {работа в малых группах} (2ч.) [1,1,2,2,3,4,5] Цель:**

Получить навык построения нелинейной САР с заданными параметрами и подтвердить способность выполнять наладку и настройку режима управления на основе заданного закона управления. Подтвердить способность выполнять наладку и настройку режима управления на основе заданного закона управления.

Задачи:

Разработать функциональную и структурную схему САР, включающую 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 контроллера ПЛК-154.

Исследовать состояние объекта управления в зависимости от глубины обратных связей.

### **Самостоятельная работа (132ч.)**

**1. 1. Подготовка к лекционным занятиям(36ч.) [1,1,2,2,3,4,5]**

**2. 2. Подготовка к лабораторным работам и написание отчетов(60ч.) [1,1,2,2,3,4,5]**

**3. Подготовка к контрольной работе(15ч.) [1,1,2,2,3,4,5]**

**4. Выполнение контрольной работы(12ч.) [1,1,2,2,3,4,5]**

**5. Экзамен(9ч.) [Выбрать литературу]**

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 6**

**Лекционные занятия (17ч.)**

**1. Введение {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2]** Анализ поставленной задачи исследований в области приборостроения. 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.

**2. Типовые звенья линейных автоматических систем. Математическое моделирование простейших САУ в программе МВТУ {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,5]** 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

**3. Линейные элементы автоматических систем {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,5]** 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.

**4. Элементы системы управления {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,3]** Исполнительные устройства автоматических систем; 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} (2ч.)[2,3]** Анализ структурных схем САУ с точки зрения особенностей объекта управления и требуемого качества управления. 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. Анализ математических моделей в программах MBTU. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,5]** 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. Анализ устойчивости САУ в программе MBTU.

**7. Критерии устойчивости {лекция с разбором конкретных ситуаций} (3ч.)[2,5]** 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.

**8. Методы исследований точности линейных систем. Анализ математических моделей в программах MBTU и MathCad. {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[2,4]** 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. Математическое моделирование и анализ передаточных характеристик САУ в программе MathCad.

### **Лабораторные работы (34ч.)**

**1. Исследование элементарных звеньев {работа в малых группах} (6ч.)[1]** Формирование способности к математическому моделированию процессов и объектов приборостроения и их исследованию на базе программы автоматизированного проектирования MBTU.

Цели:

Получить навык работы в программе моделирования САУ MBTU 3.6, закрепить знания о четырех видах САУ, их достоинствах и недостатках.

Задачи:

Выполнить анализ предложенной САУ.

Собрать и исследовать систему в программе моделирования.

Исследовать влияние обратной связи на погрешность и быстробействие САУ.

Исследовать зависимость чувствительности САУ при изменении свойств элементов системы.

**2. Исследование типовых звеньев САУ {работа в малых группах} (4ч.)[1]**

Цель:

Освоить методы анализа линейных систем с помощью программы MBTU 3.6;

изучить переходные и частотные характеристики типо-вых линейных звеньев.

Задачи:

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

### **3. Компенсация инерционности САУ {работа в малых группах} (6ч.)[1] Цель:**

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

Задачи:

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

### **4. Исследование САР температуры бойлера {работа в малых группах} (6ч.)[1,5] Цель:**

Получить навык построения нелинейной САР с заданными параметрами и подтвердить способность выполнять наладку и настройку режима управления на основе заданного закона управления.

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} (6ч.)[1,4] Цель:**

Получить навык построения САР сложных систем с обратной связью и программным управлением

Задачи:

Разработать функциональную и структурную схему САР, включающую 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 контроллера ПЛК-154.

Исследовать состояние объекта управления в зависимости от глубины

обратных связей.

## **6. Применение функций управления САУ температуры в условиях случайных внешних возмущений {работа в малых группах} (6ч.)[1,4] Цель:**

Получить навык разработки и применения функций для управления состоянием объекта регулирования по требуемому закону в условиях внешних возмущений. Подтвердить способность выполнять наладку и настройку режима управления на основе заданного закона управления.

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 (93ч.)**

**1. Подготовка к лекционным занятиям(20ч.)[2,3,4,5]**

**2. Подготовка к лабораторным работам и написание отчетов(37ч.)[1,4,5]**

**3. Экзамен(36ч.)[2,3,4,5]**

## **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. Д.Е. Кривобокков Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Программное обеспечение измерительных процессов», Барнаул, 2013., 31 с. Режим доступа : [http://new.elib.altstu.ru/eum/download/it/Krivobokov\\_poip.pdf](http://new.elib.altstu.ru/eum/download/it/Krivobokov_poip.pdf).

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

2. Цветкова, О.Л. Теория автоматического управления : учебник / О.Л. Цветкова. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. - 207 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8334-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443415> (19.01.2019).

3. Федосенков, Б.А. Теория автоматического управления: классические и современные разделы : учебное пособие / Б.А. Федосенков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет». - Кемерово : КемГУ, 2018. - 322 с. : ил.,табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8353-2207-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495195> (19.01.2019).

## 6.2. Дополнительная литература

4. Пигарев, Л.А. Микропроцессорные системы автоматического управления : учебное пособие / Л.А. Пигарев ; Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Кафедра электроэнергетики и электрооборудования. - Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2017. - 179 с. : схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480402> (19.01.2019).

5. Бурьян, Ю.А. Синтез линейных систем автоматического управления : учебное пособие / Ю.А. Бурьян ; Минобрнауки России, Омский государственный технический университет. - Омск : Издательство ОмГТУ, 2017. - 57 с. : граф., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8149-2465-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493267> (19.01.2019).

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

1. Сборник задач по теории автоматического управления. Линейные системы : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 220400 "Мехатроника и робототехника"

<http://sigla.rsl.ru/view.jsp?f=1016&t=3&v0=теория+автоматического+управления&f=1003&t=1&v1=&f=4&t=2&v2=&f=21&t=3&v3=&f=1016&t=3&v4=&f=1016&t=3&v5=&tr=Cyr-Common&cc=c4&i=10&s=2&ce=4>

2. Теория автоматического управления. Аналитические методы : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров и магистров "Автоматизация и упр." и направлению подгот. диплом. специалистов "Автоматизация и упр."

<http://sigla.rsl.ru/view.jsp?f=1016&t=3&v0=теория+автоматического+управления&f=1003&t=1&v1=&f=4&t=2&v2=&f=21&t=3&v3=&f=1016&t=3&v4=&f=1016&t=3&v5=&tr=Cyr-Common&cc=c4&i=5&s=2&ce=4>

## 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	Windows
2	Mathcad 15
3	LibreOffice
4	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 занятий лекционного типа
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа
учебные аудитории для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ)
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
помещения для самостоятельной работы
лаборатории
виртуальный аналог специально оборудованных помещений

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».