

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

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ФСТ

С.В. Ананьин

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.О.33 «Математическое моделирование систем управления»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **15.03.01  
Машиностроение**

Направленность (профиль, специализация): **Оборудование и технология сварочного производства**

Статус дисциплины: **обязательная часть**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	В.С. Киселев
Согласовал	Зав. кафедрой «МБСП»	М.Н. Сейдуров
	руководитель направленности (профиля) программы	М.Н. Сейдуров

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 профессиональной деятельности	ОПК-1.2	Применяет методы математического моделирования при решении профессиональных задач
ОПК-14	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-14.1	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения в области машиностроения

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Информационные технологии в машиностроении, Управление техническими системами в машиностроении, Электротехника и электроника
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Электрооборудование машиностроительного производства

## 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	
очная	16	0	16	76	43

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

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 5**

**Лекционные занятия (16ч.)**

**1. Понятие математического моделирования систем управления. Применение методов математического моделирования при решении профессиональных задач {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,10]** Исторические сведения.

Применение естественнонаучных и общетеоретических знаний, методов математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности. Основные понятия: автоматика, управление объектом, объект управления, автоматическое управление, управляющее устройство, регулятор, автоматическое устройство. Система автоматического управления (регулирования) (САУ, САР), линейная, нелинейная система, стационарная, нестационарная система, непрерывная система, звено непрерывного действия. Основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности. Методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

**2. Основы математического моделирования систем управления {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2,10]** Дискретная система, звено дискретного действия, адаптивные (самоприспосабливающиеся) системы, неадаптивные (обыкновенные) системы, устойчивость, качество процесса управления. Сущность и значение информации в развитии современного общества.

**3. Теория автоматического управления {лекция с разбором конкретных ситуаций} (3ч.)[1,2,8]** Характеристики автоматического управления, коэффициент усиления

Понятия замкнутого и разомкнутого контура, структурная блок-схема.

Понятия регулирующего воздействия и характеристики управления. Отклонение и ошибка системы.

Интегральный и дифференциальный коэффициент усиления, коэффициент усиления в переходном режиме.

Основное уравнение теории автоматического управления, отклонение коэффициента усиления от расчетного.

Методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации.

**4. Измерительные преобразователи {лекция с разбором конкретных ситуаций} (3ч.)[2,5,10]** Задающие, измерительные и сравнивающие устройства.

Классификация измерительных преобразователей.

Тахогенераторы и тепловые измерительные преобразователи.

Оптические преобразователи и резистивные датчики.

Тензодатчики, пьезорезистивные преобразователи, электромагнитные датчики перемещения и деформации, магнитоупругие датчики.

**5. Усилители, понятие комплексных функций, характеристики САУ {лекция**

**с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,10]** Усилители, классификация усилителей.

Понятие комплексной частоты, разложение вращающегося вектора на синусную и косинусную функции.

Операторный метод решения дифференциальных уравнений. Свойства преобразования Лапласа. Примеры преобразования Лапласа.

Понятие передаточной функции. Комплексный коэффициент усиления.

Понятия АФЧХ, ЛАХ и ЛФХ.

**6. Дискретные и цифровые САУ, типовые звенья, устойчивость САУ {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[5,6,10]** Регулярные сигналы.

Переходная характеристика звена.

Типовые звенья.

Минимально фазовые и не минимально фазовые звенья.

Идеальное усилительное звено. Характеристики.

Идеальное дифференцирующее звено.

Устойчивость систем автоматического управления.

Профессиональная деятельность на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

Критерии устойчивости. Параметры устойчивости.

**7. Микроконтроллерные системы управления {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,10]** Дискретные и цифровые САУ.

Управление сложными техническими объектами.

Микропроцессоры в технических системах управления.

Информационно-измерительные системы.

Понятие изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки.

Практическое применения алгоритмов и компьютерных программ в области машиностроения.

Этапы математического моделирования процессов механизированной и автоматизированной сварки. Математическая модель тепломассообмена, деформационных процессов, оценки структурного состояния и механических свойств.

### **Практические занятия (16ч.)**

**1. Понятия математического моделирования систем управления {работа в малых группах} (2ч.)[1,2,3]** Автоматика, управление объектом, объект управления, автоматическое управление, управляющее устройство, регулятор, автоматическое устройство.

Система автоматического управления (регулирования) (САУ, САР), линейная, нелинейная система, стационарная, нестационарная система, непрерывная система, звено непрерывного действия, дискретная система, звено дискретного

действия, адаптивные (самоприспосабливающиеся) системы, неадаптивные (обыкновенные) системы, устойчивость, качество процесса управления, качество процесса управления. Моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.

**2. Характеристики автоматического управления, коэффициент усиления {работа в малых группах} (2ч.)[1,2,7]** Построение структурных блок-схем замкнутых и разомкнутых контуров САУ. Нахождение отклонения и ошибки системы. Эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

**3. Понятие коэффициента усиления САУ. Математическое описание {работа в малых группах} (2ч.)[2,7,8]** Вывод формул интегрального и дифференциального коэффициентов усиления и коэффициента усиления в переходном режиме.

**4. Усилители, понятие комплексных функций, характеристики САУ {работа в малых группах} (2ч.)[1,6,7]** Расчет усилителей.

Решение задач на нахождение комплексной частоты и разложение вращающегося вектора на синусную и косинусную функции.

Операторный метод решения дифференциальных уравнений. Свойства и примеры преобразования Лапласа.

Нахождение передаточной функции, комплексного коэффициента усиления, математическое описание АФЧХ, ЛАХ и ЛФХ.

**5. Типовые звенья, устойчивость САУ. {работа в малых группах} (2ч.)[4,5,10]** Расчет переходной характеристики звена. Типовые звенья.

Характеристики идеального усилительного звена и идеального дифференцирующего звена. Адаптивные системы управления.

Устойчивость систем автоматического управления. Критерии и параметры устойчивости.

**6. Дискретные и цифровые САУ, микроконтроллерные системы управления {образовательная игра} (2ч.)[5,10]** Математическое описание алгоритмов функционирования дискретных и цифровых САУ.

Основы разработки алгоритмов, возможности их применения на практике в области машиностроения.

Примеры управления сложными техническими объектами.

Микропроцессоры и информационно-измерительные системы в технических системах управления.

**7. Аппаратно-программные средства разработки систем управления Arduino {творческое задание} (4ч.)[1,2,3,9]** Платы Arduino. Параметры. Организация ввода-вывода данных. Работа в среде «Arduino IDE». Сопряжение периферийных устройств с основной платой. Программные средства работы с Arduino. Разработка компьютерных программ, применение их на практике в области машиностроения.

## **Самостоятельная работа (76ч.)**

**1. Разработка системы коррекции системы управляемый тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока {разработка проекта} (76ч.)[1,2,3,7,10]** Расчет корректирующих звеньев системы "управляемый тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока" с целью достижения необходимого качества переходных процессов и статических параметров выходной величины системы автоматического управления (САУ).

## **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. Аверченков В. И., Федоров В.П., Хейфец М.Л. Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие. М: Флинта, 2016. - 271 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344>

2. С.Е. Душин, Н.С. Зотов, Д.Х. Имаев, Н.Н. Кузьмин, В.Б. Яковлев / В.Б. Яковлева. Теория автоматического управления. Учебник для вузов. М: Высшая школа, 2005 - 568 с. - 15 экз.

3. Дворецкий С.И., Муромцев Ю.Л., Погонин В.А., Схиртладзе А.Г. Моделирование систем: учебник. М., Академия, 2009.- 315 с. - 3 экз.

4. Киселев В.С., Щёткин А.И., Ледников Е.А. Диагностика и контроль качества сварных соединений. Ультразвуковой контроль: учебное пособие. АлтГТУ им. И.И. Ползунова. – Барнаул: АлтГТУ, 2018. – 111 с. - URL: [http://elib.altstu.ru/eum/download/mbsp/Kiselev\\_SvarSoed\\_up.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/mbsp/Kiselev_SvarSoed_up.pdf)

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

5. Шабаршина, И. С. Математические основы теории управления : учебник / И. С. Шабаршина, В. В. Корохов, Е. В. Корохова ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2016. – 130 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493310> (дата обращения: 30.03.2022). – ISBN 978-5-9275-2230-9. – Текст : электронный.

6. Олещук, В. А. Управление системами и процессами в машиностроении : учебное пособие / В. А. Олещук. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 95 с. — ISBN 978-5-4497-1021-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105720.html> (дата обращения: 30.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/105720фй>



## 6.2. Дополнительная литература

7. Бакунина, Т. А. Основы автоматизации производственных процессов в машиностроении : учебное пособие : [16+] / Т. А. Бакунина. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 193 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564218> (дата обращения: 30.03.2022). – Библиогр.: с. 190. – ISBN 978-5-9729-0373-3.

8. Machine-Building Automation=Автоматизация машиностроения : учебное пособие / Л. В. Аристова, О. С. Воячек, Т. Н. Кондрашина, С. А. Кокурина ; ред. Т. Н. Кондрашина. – 4-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2021. – 143 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83210> (дата обращения: 30.03.2022). – ISBN 978-5-9765-1201-6. – Текст : электронный.

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

9. Электронная библиотека образовательных ресурсов Алтайского государственного технического университета им. И.И.Ползунова <http://elib.altstu.ru/>

10. Научно-техническая библиотека Алтайского государственного технического университета им. И.И.Ползунова <http://astulib.secna.ru/>

## 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.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	Arduino IDE
2	LibreOffice
3	Microsoft Office
4	Total Commander

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
5	Visual Studio
6	Windows
7	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».