МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Факультет управления территориями
Кафедра информационно-измерительных систем

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 5387FD2AF5B17FED816FDE9A1D4973B1
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 21.07.2025 по 14.10.2026

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
18 апреля 2025 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
# АНАЛИЗ И СИНТЕЗ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ
# «Б1.О.14.06 МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 27.03.03 Системный анализ и управление

Направленность(профиль) подготовки: Управление земельно-информационными системами

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 4 з.е.
в академических часах: 144 ак.ч.

Москва, 2025

**Разработчики:**

Профессор кафедры Информационно-измерительных систем,
д.т.н. Полтавский А. В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление, утвержденного приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 902

Согласование и утверждение

| № | Подразделение | Ответственное лицо | ФИО | Виза | Дата, протокол (при наличии) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | факультет Управления территориями | Председатель ученого совета факультета | Воронцова А. А. | Рассмотрено | 19.12.2024, № 2-2024 |

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

3. Место дисциплины в структуре ОП

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

5. Содержание дисциплины
   5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
   5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля

6. Оценочные материалы текущего контроля

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8. Порядок проведения промежуточной аттестации

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
   9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
   9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
   9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
   9.4. Оборудование и технические средства обучения

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - формирование системного подхода к решению задач управления; приобретение навыков, необходимых для выполнения исследовательских и расчетных работ по созданию и внедрению в эксплуатацию систем автоматического управления

Задачи изучения дисциплины:

- изучение основных методов математического описания объектов и систем управления; освоение форм представления и преобразования моделей систем управления; изучение основных свойств систем автоматического управления и фундаментальных принципов управления;
- формирование умений систематизировать информацию об объектах и системах управления; осуществлять выбор наилучшего метода математического описания объекта и систем управления; осуществлять выбор оптимального закона управления в системах;
- формирование навыков анализа и синтеза систем автоматического управления; работы с типовыми аппаратными и программными средствами моделирования систем автоматического управления.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ОПК-7 Способен применять математические, системно- аналитические, вычислительные методы и программные средства для решения прикладных задач в области создания систем анализа и автоматического управления и их компонентов

ОПК-7.1 Демонстрирует знание математических, системно-аналитических, вычислительных методов и программных средств для решения прикладных задач по созданию систем анализа и автоматического управления и их компонентов

*Знать:*

ОПК-7.1/Зн2 Математические основы ТАУ (дифференциальные уравнения, преобразование Лапласа, передаточные функции); системно-аналитические подходы; вычислительные методы; возможности MATLAB и Simulink.

*Уметь:*

ОПК-7.1/Ум2 Выбирать адекватные методы для решения задач анализа и синтеза; классифицировать задачи по типам применяемых методов.

*Владеть:*

ОПК-7.1/Нв2 Терминологическим аппаратом; навыками сравнительной оценки методов и программных средств

ОПК-7.2 Применяет математические, системно-аналитические, вычислительные методы и программные средства для решения прикладных задач по созданию систем анализа и автоматического управления и их компонентов

*Знать:*

ОПК-7.2/Зн2 Алгоритмы реализации методов в средах моделирования; методы идентификации; критерии устойчивости; методики синтеза регуляторов (PID, модальное управление)

*Уметь:*

ОПК-7.2/Ум2 Строить математические модели; анализировать устойчивость; рассчитывать параметры регуляторов; использовать MATLAB и Simulink для моделирования

*Владеть:*

ОПК-7.2/Нв2 Навыками компьютерного моделирования; методами численного решения задач анализа и синтеза; приемами работы с библиотеками Simulink

ОПК-7.3 Владеет навыками применения математических, системно- аналитических, вычислительных методов и программных средств для решения прикладных задач по созданию систем анализа и автоматического управления и их компонентов

*Знать:*

ОПК-7.3/Зн2 Современные тенденции развития методов управления; методики комплексного проектирования; способы оптимизации параметров; подходы к оценке адекватности моделей

*Уметь:*

ОПК-7.3/Ум2 Разрабатывать алгоритмы управления; проводить вычислительные эксперименты; выбирать оптимальные методы синтеза; интерпретировать результаты моделирования

*Владеть:*

ОПК-7.3/Нв2 Навыками работы в средах инженерного моделирования; методами автоматизации экспериментов; опытом оформления отчетов и отладки моделей

## 3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.14.06 «Методы создания систем автоматического управления» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 7.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

## 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

| Период обучения | Общая трудоемкость (часы) | Общая трудоемкость (ЗЕТ) | Лекционные занятия (часы) | Практические занятия (часы) | Самостоятельная работа (часы) | Промежуточная аттестация (часы) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 семестр | 144 | 4 | 34 | 34 | 40 | Экзамен (36) |
| Всего | 144 | 4 | 34 | 34 | 40 | 36 |

## 5. Содержание дисциплины (модуля)

### 5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

| Наименование раздела, темы | | онные занятия | ческие занятия | оятельная работа | уемые результаты ия, соотнесенные с атами освоения имы |
|---|---|---|---|---|---|

| | Всего | Лекцис | Практи | Самост | Планир обучен результ програм |
|---|---|---|---|---|---|
| **Раздел 1. Основные понятия и определения теории автоматического управления** | **19** | **8** | **3** | **8** | ОПК-7.1<br>ОПК-7.2 |
| Тема 1.1. Основные понятия и определения | 10 | 3 | 3 | 4 | |
| Тема 1.2. Классификация систем автоматического управления | 9 | 5 | | 4 | |
| **Раздел 2. Математическое описание линейных непрерывных систем автоматического управления** | **24** | **8** | **8** | **8** | ОПК-7.2 |
| Тема 2.1. Классическое математическое описание САУ | 8 | 2 | 4 | 2 | |
| Тема 2.2. Типовые звенья САУ | 6 | 2 | 2 | 2 | |
| Тема 2.3. Графическое представление САУ | 5 | 2 | 1 | 2 | |
| Тема 2.4. Метод пространства состояния | 5 | 2 | 1 | 2 | |
| **Раздел 3. Основные свойства САУ: Устойчивость и качество линейных непрерывных систем автоматического управления** | **23** | **6** | **11** | **6** | ОПК-7.2<br>ОПК-7.3 |
| Тема 3.1. Основные понятия теории устойчивости | 6 | 1 | 4 | 1 | |
| Тема 3.2. Критерии устойчивости | 5 | 2 | 2 | 1 | |
| Тема 3.3. Качество переходных процессов САУ | 4 | 1 | 2 | 1 | |
| Тема 3.4. Косвенные методы определения качества САУ | 5 | 1 | 2 | 2 | |
| Тема 3.5. Статические и астатические САУ | 3 | 1 | 1 | 1 | |
| **Раздел 4. Основные подходы к задаче синтеза. Коррекция САУ** | **22** | **6** | **6** | **10** | ОПК-7.1<br>ОПК-7.2 |
| Тема 4.1. Основные понятия синтеза линейных САУ | 11 | 3 | 3 | 5 | |
| Тема 4.2. Методы синтеза линейных САУ | 11 | 3 | 3 | 5 | |
| **Раздел 5. Анализ и синтез линейных и нелинейных систем автоматического управления** | **20** | **6** | **6** | **8** | ОПК-7.1<br>ОПК-7.3 |
| Тема 5.1. Методы описания дискретных сигналов и систем | 3 | 1 | 1 | 1 | |
| Тема 5.2. Устойчивость дискретных систем | 4 | 1 | 1 | 2 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Тема 5.3. Методы синтеза дискретных систем автоматического управления | 3 | 1 | 1 | 1 | |
| Тема 5.4. Особенности нелинейных систем управления | 4 | 1 | 1 | 2 | |
| Тема 5.5. Методы исследования нелинейных систем | 3 | 1 | 1 | 1 | |
| Тема 5.6. Методы синтеза нелинейных систем автоматического управления | 3 | 1 | 1 | 1 | |
| **Итого** | **108** | **34** | **34** | **40** | |

### 5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

***Раздел 1. Основные понятия и определения теории автоматического управления***

*Тема 1.1. Основные понятия и определения*

Связь ТАУ с другими дисциплинами. История развития САУ и ТАУ. Роль русских и российских ученых в развитие ТАУ. ТАУ и кибернетика. Роль курса в формировании современного инженера. Роль ТАУ в решении актуальных проблем научно-технического прогресса. Суть управления. Понятия автоматического регулирования, автоматического управления и автоматизированного управления. Основные термины и определения Теории автоматического управления: объект управления, регулятор, система автоматического управления, звенья, функциональная схема САУ, воздействия: задающие, и управляющие, управляемая переменная, возмущения: нагрузка и помехи, ошибка управления, статика и динамика САУ. Поведение объектов и СУ; информация и принципы управления; примеры СУ техническими, экономическими и организационными объектами

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Тестирование |

*Тема 1.2. Классификация систем автоматического управления*

Непрерывные и дискретные системы. Детерминированные и стохастические системы. Фундаментальные принципы управления. Классификация по функции управляющего воздействия. Системы стабилизации, следящие системы, системы программного управления, оптимальные и адаптивные системы. Примеры. Классификация САУ принципу управления. Системы регулирования по отклонению, системы по возмущению, комбинированные системы. Принцип регулирования по отклонению. Замкнутые и разомкнутые системы. Понятия о системах непрерывного, импульсного и релейного управления.

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Тестирование |

***Раздел 2. Математическое описание линейных непрерывных систем автоматического управления***

*Тема 2.1. Классическое математическое описание САУ*

Методы математического моделирования звеньев и систем автоматического управления. Описание динамики и статики процессов. Линейные непрерывные модели. Модели вход-выход. Дифференциальные уравнения и их линеаризация. Виды типовых входных сигналов. Динамические временные характеристики: переходная характеристика и импульсная переходная характеристика. Преобразование Лапласа.

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Тестирование |

*Тема 2.2. Типовые звенья САУ*

Типовые звенья: безынерционное (усилительное), апериодическое звено, колебательное звено, идеальное и реальное интегрирующие звенья, идеальное и реальное дифференцирующие звенья, форсирующие звенья, звено чистого запаздывания. Временные и частотные характеристики, передаточная функция типовых звеньев. Понятие о миниально-фазовых звеньях. Методика построения ЛАЧХ.

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Тестирование |

*Тема 2.3. Графическое представление САУ*

Понятие структурной схемы САУ. Расчет передаточной функции при различном соединение звеньев (последовательном, параллельном, с обратными связями). Правила преобразования структурных схем. Понятие о графах. Представление САУ в виде ориентированного графа. Определение передаточных функций по формуле Мейсона

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Тестирование |

*Тема 2.4. Метод пространства состояния*

Особенности исследования многомерных систем. Понятие управляемости и наблюдаемости многомерных систем. Критерии управляемости и наблюдаемости. Метод пространства состояния как современный метод описания многомерных систем автоматического управления. Основные понятия пространства состояния. Модели вход-состояние-выход. Понятие схемы переменных состояния. Метод прямого, параллельного и последовательного программирования для составления схем переменных состояния. Описание САУ методом пространства состояния

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Тестирование |

***Раздел 3. Основные свойства САУ: Устойчивость и качество линейных непрерывных систем автоматического управления***

*Тема 3.1. Основные понятия теории устойчивости*

Анализ основных свойств линейных систем автоматического управления. Определение понятия «устойчивости» динамических систем. Свободная и вынужденная составляющая переходного процесса в САУ. Характеристическое управление САУ. Устойчивость САУ по Ляпунову. Связь корней характеристического уравнения с устойчивостью Теорема Ляпунова.

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Тестирование |

*Тема 3.2. Критерии устойчивости*

Понятие критерия устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости САУ: критерии Гурвица и Рауса. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий Михайлова. Следствие из критерия Михайлова. Критерий Найквиста. Логарифмический критерий устойчивости. Устойчивость САУ с чистым запаздыванием. Запасы устойчивости по модулю и фазе. D-разбиение. Понятия структурно-устойчивых и структурно-неустойчивых систем

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Тестирование |

*Тема 3.3. Качество переходных процессов САУ*

Понятие о качестве переходных процессов в линейных САУ. Основные показатели качества переходных процессов: точность управления, время переходного процесса, перерегулирование. Классификация методов оценки качества процессов. Прямые методы оценки качества САУ: методы решения дифференциальных уравнений; операторный метод, метод цифрового и аналогового моделирования

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Тестирование |

*Тема 3.4. Косвенные методы определения качества САУ*

Особенности косвенных методов оценки качества регулирования систем. Корневой метод. Диаграмма Вышнеградского. Частотный метод оценки качества. Преобразование Фурье как основа частного метода. Понятие обобщенной вещественной частотной характеристики. Применение частотного метода в качестве прямого метода оценки качества управления. Построение переходных процессов по вещественной частотной характеристике (метод Солодовникова). Косвенная оценка показателей качества регулирования по виду вещественной характеристики. Интегральные методы оценки качества САУ

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Тестирование |

*Тема 3.5. Статические и астатические САУ*

Определение статических и астатических систем автоматического управления. Теорема о предельном (конечном) значении функции. Определения статической и астатической систем по каналам управления и возмущения. Степень астатизма САУ. Точность САУ по калу задания и возмущения при различных видах входных воздействий. Для различны. Понятие инвариантности и чувствительности САУ

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
| --- |
| Тестирование |

***Раздел 4. Основные подходы к задаче синтеза. Коррекция САУ***

*Тема 4.1. Основные понятия синтеза линейных САУ*

Прямая задача теории автоматического управления. Постановка задачи синтеза систем автоматического управления. Критерии качества и задачи выбора и параметров и характеристик СУ. Этапы проектирования систем автоматического управления. Различные походы к синтезу линейных САУ. Коррекция динамики переходных процессов с помощью обратных связей

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
| --- |
| Тестирование |
| Расчетно-графическая работа |

*Тема 4.2. Методы синтеза линейных САУ*

Коррекция линейных непрерывных стационарных систем. Понятие корректирующего устройства. Частотный метод синтеза (по желаемой ЛАЧХ). Построение желаемой ЛАЧХ. Коррекция систем с помощью последовательного, параллельного и встречно-параллельного (обратная связь) корректирующего устройства. Основы структурно-параметрической оптимизации

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
| --- |
| Тестирование |

***Раздел 5. Анализ и синтез линейных и нелинейных систем автоматического управления***

*Тема 5.1. Методы описания дискретных сигналов и систем*

Классификация дискретных систем автоматического управления. Способы квантования непрерывных сигналов. Импульсные, релейные и цифровые САУ, Виды модуляции. Импульсный элемент. Теорема Котельникова-Шеннона для определения шага квантования. Математическое описание дискретных сигналов: разностные уравнения, решетчатые функции

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
| --- |
| Тестирование |

*Тема 5.2. Устойчивость дискретных систем*

Анализ устойчивости дискретных систем автоматического управления. Геометрическая интерпретация устойчивости дискретных систем. Критерий Шур-Кона. Применение критериев Гурвица, Михайлова и Найквиста для устойчивости дискретных САУ

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
| --- |
| Тестирование |

*Тема 5.3. Методы синтеза дискретных систем автоматического управления*

Определение показателей качества в дискретных системах автоматического управления. Понятие цифровых САУ. Структурная и функциональная схема цифровых систем автоматического управления. Особенности синтеза цифровых САУ. Цифровой регулятор оптимальный по быстродействию. Метод переменного коэффициента управления. Синтез апериодического цифрового регулятора

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Тестирование |

*Тема 5.4. Особенности нелинейных систем управления*

Описание нелинейных систем. Особенности нелинейных систем автоматического управления. Нелинейные модели. Модели нелинейных систем в форме Коши. Условия линеаризации нелинейных систем. Применение численных методов исследования нелинейных САУ. Представление нелинейных систем в виде нейронной сети. Классификация нелинейных САУ. Правила преобразования структурных схем нелинейных САУ

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Тестирование |

*Тема 5.5. Методы исследования нелинейных систем*

Устойчивость нелинейных систем автоматического управления. Задачи исследования нелинейных систем. Анализ равновесных режимов. Метод фазовых траекторий для исследования нелинейных систем. Свойства фазовой плоскости. Анализ поведения СУ на фазовой плоскости. Метод гармонической линеаризации. Применение метода гармонической линеаризации для определения параметров автоколебаний в нелинейной САУ. Критерий Гольдфарба

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Тестирование |

*Тема 5.6. Методы синтеза нелинейных систем автоматического управления*

Особенности синтеза нелинейных систем. Метод компенсации нелинейных характеристик. Влияние гибких обратных связей. Частотный метод синтеза нелинейных систем автоматического управления. Особенности синтеза релейных САУ. Связь показателей качества релейных следящих систем с их фазовыми траекториями. Скользящие режимы. Применение вычислительных средств для исследования и проектирования нелинейных САУ

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Тестирование |

## 6. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:
- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

*Промежуточная аттестация: Экзамен, 7 семестр.*
Экзамен оценивается по пятибалльной шкале:
- зачтено с оценкой «отлично» выставляется, если обучающийся имеет глубокие, исчерпывающие знания в объеме освоенной программы; знание основной (обязательной) литературы; дает правильные и уверенные ответы, свидетельствующие о наличии твердых знаний и навыков в использовании технических средств; полное, четкое, грамотное и логически стройное изложение материала; демонстрирует свободное применение теоретических знаний при анализе практических вопросов;
- зачтено с оценкой «хорошо» выставляется обучающемуся в случае соблюдения тех же требований, но наличии в ответе обучающегося по некоторым перечисленным показателям недостатков принципиального характера, что вызывает замечания или поправки преподавателя;
- зачтено с оценкой «удовлетворительно» выставляется обучающемуся в случае соблюдения тех же требований, но в случае наличия в ответе ошибок, необходимости существенной помощи в виде поправок и наводящих вопросов преподавателя;
- не зачтено («не удовлетворительно») – обучающийся не смог ответить на 2/3 вопросов; не справился с практическим заданием или выполнено менее 50 % практических заданий.

## 7. Оценочные материалы текущего контроля

***Раздел 1. Основные понятия и определения теории автоматического управления***
*Контролируемые ИДК: ОПК-7.1 ОПК-7.2*

*Тема 1.1. Основные понятия и определения*
Форма контроля/оценочное средство: Тестирование
Вопросы/Задания:
1. Что такое совокупность взаимосвязанных элементов (объект управления, регулятор, датчики, исполнительные устройства), предназначенная для достижения определенной цели путем целенаправленного воздействия на объект?
2. Как называется использование саморегулирующих процесс технических средств и программ, обеспечивающих заданные параметры функционирования системы в автономном режиме?

*Тема 1.2. Классификация систем автоматического управления*
Форма контроля/оценочное средство: Тестирование
Вопросы/Задания:
1. Что такое системы автоматической стабилизации?

2. Как называется комплекс мероприятий по срабатыванию систем защиты объекта в нештатных ситуациях?

***Раздел 2. Математическое описание линейных непрерывных систем автоматического управления***

*Контролируемые ИДК: ОПК-7.2*

*Тема 2.1. Классическое математическое описание САУ*

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какая из перечисленных ниже функций используется в теории автоматического управления для описания ступенчатого воздействия на объект?
2. Что в теории автоматического управления называют регулятором?

*Тема 2.2. Типовые звенья САУ*

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что в теории автоматического управления называют датчиком?

*Тема 2.3. Графическое представление САУ*

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Как называется общепринятая в автоматизации модель, на которой показаны лишь вход, выход и сам объект без детализации внутреннего устройства?

*Тема 2.4. Метод пространства состояния*

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. На какие два основных типа делятся системы управления по принципу действия?
2. Что такое стабильность системы?

***Раздел 3. Основные свойства САУ: Устойчивость и качество линейных непрерывных систем автоматического управления***

*Контролируемые ИДК: ОПК-7.2 ОПК-7.3*

*Тема 3.1. Основные понятия теории устойчивости*

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. В чем разница между детерминированной и стохастической системой?

*Тема 3.2. Критерии устойчивости*

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что такое дискретное управление?

*Тема 3.3. Качество переходных процессов САУ*

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какое преобразование используется в теории автоматического управления для перехода от дифференциальных уравнений к передаточным функциям?

*Тема 3.4. Косвенные методы определения качества САУ*

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какой критерий устойчивости позволяет судить о расположении корней характеристического уравнения относительно мнимой оси без их вычисления?

*Тема 3.5. Статические и астатические САУ*

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что понимают под передаточной функцией системы автоматического управления?

***Раздел 4. Основные подходы к задаче синтеза. Коррекция САУ***

*Контролируемые ИДК: ОПК-7.1 ОПК-7.2*

*Тема 4.1. Основные понятия синтеза линейных САУ*

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какой тип регулятора наиболее распространен в промышленных системах автоматизации и включает пропорциональную, интегральную и дифференцирующую составляющие?

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Синтез линейной системы автоматического управления с обеспечением требуемых показателей качества

Структура и содержание:

Введение (цели и задачи РГР, краткое описание объекта управления, основные этапы синтеза линейных САУ).

Часть 1. Анализ исходной (нескорректированной) системы:

1.1. Получение передаточной функции объекта управления согласно варианту задания;

1.2. Построение структурной схемы исходной разомкнутой и замкнутой системы;

1.3. Определение устойчивости исходной замкнутой системы с использованием алгебраических или частотных критериев (Гурвица, Михайлова, Найквиста);

1.4. Анализ показателей качества исходной системы (время регулирования, перерегулирование, установившаяся ошибка) путем построения переходной характеристики;

1.5. Вывод о необходимости коррекции и формулирование требований к желаемой системе.

Часть 2. Выбор структуры и расчет параметров регулятора:

2.1. Обоснование выбора типа регулятора (П, И, ПИ, ПИД) исходя из требований к точности и качеству переходных процессов;

2.2. Расчет параметров регулятора с использованием одного из методов синтеза (метод желаемых ЛАЧХ, метод модального управления, метод Циглера-Николса); 2.3. Получение передаточной функции скорректированной разомкнутой и замкнутой системы;

2.4. Построение структурной схемы системы с регулятором.

Часть 3. Анализ качества скорректированной системы:

3.1. Исследование устойчивости скорректированной системы;

3.2. Построение переходной характеристики замкнутой системы с регулятором;

3.3. Определение показателей качества скорректированной системы (время регулирования, перерегулирование, установившаяся ошибка, колебательность);

3.4. Сравнительный анализ показателей качества исходной и скорректированной систем;

3.5. Оценка чувствительности системы к изменению параметров объекта или регулятора.

Часть 4. Моделирование системы в среде MATLAB/Simulink:

4.1. Создание модели исходной системы в Simulink;

4.2. Создание модели скорректированной системы с разработанным регулятором;

4.3. Проведение вычислительных экспериментов при различных входных воздействиях;
4.4. Сравнение результатов моделирования с аналитическими расчетами;
4.5. Формулирование рекомендаций по практической реализации регулятора.
Заключение (основные выводы по работе, оценка достижения поставленных целей, рекомендации по дальнейшему улучшению системы).
Список использованной литературы.
Приложения (распечатки расчетов в MATLAB, скриншоты моделей в Simulink и полученных графиков, листинги программ).

*Тема 4.2. Методы синтеза линейных САУ*

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что называют объектом управления в системе автоматического управления?

***Раздел 5. Анализ и синтез линейных и нелинейных систем автоматического управления***

*Контролируемые ИДК: ОПК-7.1 ОПК-7.3*

*Тема 5.1. Методы описания дискретных сигналов и систем*

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какой показатель качества переходного процесса характеризует максимальное отклонение регулируемой величины от установившегося значения?

*Тема 5.2. Устойчивость дискретных систем*

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какая среда инженерного моделирования наиболее часто используется для компьютерного моделирования динамических систем и синтеза регуляторов?

*Тема 5.3. Методы синтеза дискретных систем автоматического управления*

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какая характеристика системы автоматического управления показывает ее способность возвращаться к установившемуся режиму после прекращения внешнего воздействия?

*Тема 5.4. Особенности нелинейных систем управления*

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что понимают под временем переходного процесса в системах автоматического управления?

*Тема 5.5. Методы исследования нелинейных систем*

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какой метод синтеза регуляторов основан на размещении полюсов замкнутой системы в желаемых точках комплексной плоскости?

*Тема 5.6. Методы синтеза нелинейных систем автоматического управления*

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что называют обратной связью в системе автоматического управления?

## 8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

*7 семестр, Экзамен*
*Контролируемые ИДК: ОПК-7.1 ОПК-7.2 ОПК-7.3*
Вопросы/Задания:

1. Дайте определение понятия «система автоматического управления». Назовите основные элементы и структуру САУ.

2. Классификация систем автоматического управления: разомкнутые, замкнутые и комбинированные системы. Их особенности и области применения.

3. Что такое объект управления и регулятор? Какие функции они выполняют в системе?

4. Понятие передаточной функции. Вывод передаточной функции для типовых динамических звеньев (усилительное, апериодическое, колебательное).

5. Временные характеристики систем автоматического управления: переходная и импульсная переходная функции.

6. Частотные характеристики систем: амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ), логарифмические частотные характеристики (ЛАЧХ и ЛФЧХ).

7. Преобразование Лапласа и его роль в теории автоматического управления. Прямое и обратное преобразование.

8. Устойчивость систем автоматического управления. Понятие устойчивости, необходимое и достаточное условие устойчивости.

9. Алгебраические критерии устойчивости: критерий Гурвица и критерий Рауса.

10. Частотные критерии устойчивости: критерий Михайлова и критерий Найквиста.

11. Показатели качества переходного процесса: время регулирования, перерегулирование, установившаяся ошибка, колебательность.

12. Точность систем автоматического управления. Понятие статической и динамической точности.

13. Методы синтеза регуляторов. Типовые законы регулирования: П, И, ПИ, ПД, ПИД-регуляторы.

14. Настройка ПИД-регуляторов. Методы Циглера-Николса и другие подходы к определению параметров.

15. Модальное управление. Метод размещения полюсов замкнутой системы.

16. Наблюдатели состояния в системах автоматического управления. Назначение и принципы построения.

17. Нелинейные системы автоматического управления. Особенности и методы исследования (метод фазовой плоскости, гармонической линеаризации).

18. Цифровые системы автоматического управления. Дискретизация, квантование, z-преобразование.

19. Идентификация объектов управления. Параметрическая и непараметрическая идентификация.

20. Современные программные средства моделирования систем автоматического управления (MATLAB, Simulink, Scilab, Xcos). Их возможности и применение при проектировании САУ.

## 9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

*Основная литература*

1. Нос О. В. Теория автоматического управления. Теория управления линейными одноканальными непрерывными системами: учебное пособие / О. В. Нос, Л. В. Старостина. - Теория автоматического управления. Теория управления линейными одноканальными непрерывными системами - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. - 202 c. - 978-5-7782-3536-6. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/91447.html - Режим доступа: по подписке

2. Кудинов Ю. И. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK) / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пащенко. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 308 с. - 978-5-8114-5520-1. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/176901 - Режим доступа: по подписке

3. Резниченко В. В. Линейные системы автоматического управления: учебное пособие / В. В. Резниченко, О. П. Томчина, О. Л. Шарякова. - Линейные системы автоматического управления - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. - 100 c. - 978-5-9227-0740-4. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/74334.html - Режим доступа: по подписке

*Дополнительная литература*

1. Моделирование объектов и процессов управления: учебное пособие / В. В. Соловьев, В. В. Шадрина, Е. А. Шестова, С. В. Кирильчик. - Моделирование объектов и процессов управления - Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2022. - 158 c. - 978-5-9275-4307-6. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/131453.html - Режим доступа: по подписке

2. Теория автоматического управления технологическими объектами (линейные системы). Учебное пособие / . - Воронеж: ВГУИТ, 2016. - 243 с. - 978-5-00032-176-8. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76258 - Режим доступа: по подписке

3. Затонский А. В. Моделирование объектов управления в MatLab: учебное пособие / А. В. Затонский, Л. Г. Тугашова. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 144 с. - 978-5-8114-3270-7. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/206033 - Режим доступа: по подписке

### 9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

*Профессиональные базы данных*
Не используются.

*Ресурсы «Интернет»*

1. https://znanium.ru/ - Электронно-библиотечная система "Znanium"
2. https://e.lanbook.com/ - Электронная библиотечная система "Лань"
3. https://www.elibrary.ru/ - НЭБ eLIBRARY
4. https://rusneb.ru/ - Национальная электронная библиотека (НЭБ)

### 9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

*Перечень программного обеспечения*
*(обновление производится по мере появления новых версий программы)*
Не используется.

*Перечень информационно-справочных систем*
*(обновление выполняется еженедельно)*
Не используется.

### 9.4. Оборудование и технические средства обучения

Компьютерный класс
Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 15 шт.
Доска настенная одноэлементная - 2 шт.
Проектор - 1 шт.

Смешанный тип
Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 1 шт.
Доска настенная одноэлементная - 2 шт.
Интерактивная панель - 1 шт.
Проектор - 1 шт.

## 10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

С целью успешного освоения данного предмета студенту необходимо выполнять домашние работы по указанным преподавателям темам и представленным на занятиях материалам. Для более успешного выполнения работы студенту предлагается использование учебно-методических материалов, соответствующих указанной теме.

Самостоятельная работа студентов описывается и регулируется методическими рекомендациями по дисциплине.

***Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами***

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.