



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

**УТВЕРЖДАЮ**

**И.о. проректора**

**А.В. Троицкий**

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

**ИНСТИТУТ  
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
И ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ  
«ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»**

**Направление подготовки:** 15.03.06 Мехатроника и робототехника

**Направленность (профиль):** автоматизация производственных процессов

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

Королев  
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

**Автор: к.т.н. Аббасова Т.С. Рабочая программа дисциплины «Теория автоматического управления» – Королев МО: «Технологический университет», 2023 г. 38 с.**

**Рецензент: д.т.н. Артюшенко В.М.**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки бакалавров 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета.

Протокол №9 от «11» апреля 2023 года.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:**

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Артюшенко ВМ дтн профессор 			
Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 17 от 28.06.2023 г	№ ___ от ___. ___. 20__ г.	№ ___ от ___. ___. 20__ г.	№ ___ от ___. ___. 20__ г.

**Рабочая программа согласована:**

Руководитель ОПОП ВО  к.т.н., доцент Т.Н.Архипова

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023	№ ___ от ___. ___. 20__ г.	№ ___ от ___. ___. 20__ г.	№ ___ от ___. ___. 20__ г.

## **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

**Целью** изучения дисциплины «Теория автоматического управления» является:

формирование у специалистов теоретических знаний и практических навыков по вопросам поддержания заданного режима работы, программного управления по заранее известной программе; слежения за неизвестным задающим сигналом в системах автоматического управления (САУ).

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие **компетенции**:

ПК-4. Способность осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводить патентный поиск;

ПК-6. Способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.

**Основными задачами** дисциплины являются:

- получение знаний в области анализа и синтеза систем автоматического управления;
- получение знаний об устойчивости линейных и нелинейных систем управления, их безопасного функционирования;
- получение навыков самостоятельного моделирования систем автоматического управления.

Показатели освоения компетенций отражают следующие индикаторы:

### **Трудовые действия:**

- Осуществляет сбор исходных данных для анализа научно-технической информации;
- Работает с современными программными средствами исследования и проектирования систем управления.

### **Необходимые умения:**

- применяет принципы и методы построения моделей, методы анализа, синтеза и оптимизации при создании и исследовании средств и систем управления;
- использует принципы и методы математического моделирования мехатронных и робототехнических систем;
- решает исследовательские и проектные задачи с использованием компьютеров.

### **Необходимые знания:**

- основные положения теории управления;
- принципы и методы построения и преобразования моделей систем управления;

- методы расчета и оптимизации систем управления при детерминированных и случайных воздействиях;
- основные методы и принципы построения (формализации) и исследования математических моделей систем управления, их формы представления и преобразования для целей управления;

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника».

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученных дисциплинах: «Математический анализ», «Физика» и компетенциях: УК-1,6; ОПК-1,2,8,10,11.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Теория автоматического управления» являются базовыми при прохождении практики, для выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

## **3. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы**

При очной форме обучения общая трудоемкость программы составляет 3 зачетные единицы, 108 ч. Преподавание дисциплины ведется на 4-ом курсе в 8-ом семестре. Предусматриваются занятия следующих видов: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Текущий контроль знаний – тестирование дважды в семестр, итоговый контроль знаний – зачет.

При очно-заочной форме обучения общая трудоемкость программы составляет 3 зачетные единицы, 108 ч. Преподавание дисциплины ведется на 5-ом курсе в 9-ом семестре. Предусматриваются занятия следующих видов: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Текущий контроль знаний – тестирование, итоговый контроль знаний – зачет.

---

**Таблица 1**

<b>Виды занятий</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Семестр 5</b>	<b>Семестр 6</b>	<b>Семестр ...</b>	<b>Семестр ...</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>			
<b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>48</b>	<b>48</b>			
Лекции (Л)	16	16			
Практические занятия (ПЗ)	32	32			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
Практическая подготовка	32	32			
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>60</b>	<b>60</b>			
Курсовые, расчетно-графические работы	-	-			
Контрольная работа, домашнее задание	+ -	+ -			
<b>Контроль</b>	<b>8</b>	<b>8</b>			
Текущий контроль знаний (7 – 8, 15 - 16 недели)	Тест	+			
Вид итогового контроля	Экзамен / зачет	Зачет			
<b>ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, очн/заочн /очн.- заочн., час	Практи- ческие занятия, очн/заочн /очн.- заочн., час	Занятия в интер- активной форме, очн/заочн /очн.- заочн., час	Прак. подготов. очн/заочн /очн.- заочн., час	Код компе- тенций
Тема 1. Введение. Предмет и задачи теории автоматического управления Фундаментальные принципы и основные законы управления.	2 / - / -	2 / - / -	2 / - / -	2 / - / -	ПК-4 ПК-6
Тема 2. Математические модели систем управления. Модели линейных объектов. Физическая реализация элементов САУ.	4 / - / -	8 / - / -4	4 / - / -	8 / - / -	ПК-4 ПК-6
Тема 3. Типовые динамические звенья, их характеристики и структурные схемы.	6 / - / -	16 / - / -	2 / - / -	16 / - / -	ПК-4 ПК-6
Тема 4. Анализ и синтез систем управления. Критерии устойчивости.	4 / - / -	6 / - / -	2 / - / -	6 / - / -	ПК-4 ПК-6
<b>Итого:</b>	<b>16 / - / 8</b>	<b>32 / - / 1-</b>	<b>10 / - / 8</b>	<b>32 / - / 12</b>	

### 4.2. Содержание тем дисциплины

**Тема 1. Введение. Предмет и задачи теории автоматического управления. Фундаментальные принципы и основные законы управления.**

Основные понятия, состав и структура систем управления. Задачи систем управления. Типы систем управления. Сущность проблемы автоматического управления. Фундаментальные принципы управления. Основные виды алгоритмов функционирования. Основные законы управления. Системы управления в мехатронике и робототехнике.

**Тема 2. Математические модели систем управления. Модели линейных объектов.**

Уравнения динамики и статики для систем автоматического управления. Линеаризация. Применение преобразований Лапласа и Фурье. Формы записи

линейных дифференциальных уравнений. Передаточные функции. Определение передаточной функции, полюсов, нулей, корневого годографа. Правила построения корневого годографа. Частотные и временные характеристики линейных стационарных систем (звеньев). Переходный процесс в системах автоматического управления. Частотные и корневые оценки качества систем автоматического управления.

### **Тема 3. Типовые динамические звенья, их характеристики и структурные схемы.**

Элементарные звенья и их характеристики. Безынерционное, дифференцирующее, реальное дифференцирующее, интегрирующее, апериодическое, колебательное звено. Структурные схемы, уравнения и частотные характеристики стационарных линейных систем. Многомерные стационарные системы. Нестационарные линейные системы.

### **Тема 4. Анализ систем управления. Критерии устойчивости.**

Требования к управлению. Анализ процесса на выходе системы автоматического управления. Точность и устойчивость системы автоматического управления. Критерии устойчивости. Робастность. Классическая схема регулятора. Пропорционально-интегрально-дифференциальные регуляторы (ПИД-регуляторы). Метод размещения полюсов системы. Коррекция логарифмических амплитудно-фазочастотных характеристик (ЛАФЧХ). Комбинированное управление. Инвариантность систем автоматического управления. Множество стабилизирующих регуляторов.

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

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
2. Методические указания для обучающихся по выполнению контрольных работ.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Теория автоматического управления» приведена в Приложении 1.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **Основная литература:**

1. 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: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576431> (дата обращения: 06.10.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3536-6. – Текст: электронный.

2. 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: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=594520> (дата обращения: 06.10.2020). – Библиогр.: с. 45. – ISBN 978-5-4499-0608-3. – Текст : электронный.

### **Дополнительная литература:**

1. Нос, О.В. Теория автоматического управления: теория управления особыми линейными и нелинейными непрерывными системами: [16+] / О.В. Нос; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 166 с.: ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576432> (дата обращения: 06.10.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3889-3. – Текст: электронный.

Федосенков, Б.А. Теория автоматического управления: классические и современные разделы / Б.А. Федосенков; Кемеровский государственный университет. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2018. – 322 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495195> (дата обращения: 06.10.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8353-2207-7. – Текст: электронный.

### **Рекомендуемая литература:**

1. Бесекерский В. А., Попов Е. П. / Теория систем автоматического управления. 5-е изд., перераб. и доп. / М.: Высшая школа, 2011.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

### **«Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Курс лекций. Теория автоматического управления <http://toehelp.ru/theory/tau/contents.html>

2. Сайт о моделировании явлений и объектов: <http://model.exponenta.ru>

3. Теория автоматического управления для «чайников» <http://kpolyakov.narod.ru/uni/teapot.htm>



## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) приведены в Приложении 2.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

**Перечень программного обеспечения:** MSOffice, MS Excel, VisSim.

**Информационные справочные системы:** не предусмотрено курсом данной дисциплины

Ресурсы информационно-образовательной среды «Университет»:

Рабочая программа и методическое обеспечение по курсу «Теория автоматического управления».

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

### **Лекционные занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран), интерактивной доской Smart Board;
- комплект электронных презентаций / слайдов на темы:
  - 1) Основы теории управления
  - 2) Математическое описание элементов и систем управления. Линеаризация дифференциальных уравнений.
  - 3) Формы записи линеаризованных уравнений
  - 4) Динамические звенья и их характеристики.
  - 5) Типовые динамические звенья и их характеристики
  - 6) Структурные схемы.
  - 7) Построение логарифмических частотных характеристик разомкнутой цепи звеньев.

### **Практические занятия:**

- учебный класс, оснащенный вычислительной техникой (ПК), программами для компьютерного моделирования систем управления: VisSim.
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом к электронным библиотекам.

**ИНСТИТУТ  
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ**

**«ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»**

(Приложение 1 к рабочей программе)

**Направление подготовки:** 15.03.06 Мехатроника и робототехника

**Направленность (профиль):** автоматизация производственных процессов

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

**Королёв  
2023**

## Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся приобретает:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1	ПК-4	способность осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводить патентный поиск	<p><b>Тема 1.</b> Фундаментальные принципы и основные законы управления. Фундаментальные принципы и основные законы управления</p> <p><b>Тема 2.</b> Математические модели систем управления. Модели линейных объектов. Физическая реализация элементов САУ</p> <p><b>Тема 3.</b> Типовые динамические звенья, их характеристики и структурные схемы</p>	осуществляет сбор исходных данных для анализа научно-технической информации	решает исследовательские и проектные задачи с использованием компьютеров, использует принципы и методы математического моделирования мехатронных и робототехнических систем	основные положения теории управления. Основные принципы и методы построения (формализации) и исследования математических моделей систем управления
3	ПК-6	способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем	<p><b>Тема 4.</b> Анализ и синтез систем управления. Критерии устойчивости</p>	работает с современным и программным и средствами исследования и проектирования систем управления	применяет принципы и методы построения моделей, методы анализа, синтеза и оптимизации при создании и исследовании средств и систем управления	основные принципы и методы построения (формализации) и исследования математических моделей систем управления, методы анализа, синтеза и оптимизации при создании и исследовании средств и систем управления

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Критерии оценки и шкалы
<b>ПК-4</b>	Решение задачи	<p>А) компетенция не сформирована</p> <p>В) сформирована частично</p> <p>С) сформирована полностью</p>	<p>Проводится письменно с использованием технических средств для расчета (калькулятор, программа Excel) и моделирования (VisSim)</p> <p>Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Задача решена (5 баллов).</li> <li>2. Задача решена с ошибкой (4 балла).</li> <li>3. Решение задачи не закончено (3 балла).</li> <li>4. Задача не решена (2 балла).</li> <li>5. Оригинальность подхода к решению задачи (+1 балл к 5 баллам).</li> </ol> <p>Максимальная сумма баллов - 6 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
<b>ПК-6</b>	Контрольные работы	<p>А) компетенция не сформирована</p> <p>В) сформирована частично</p> <p>С) сформирована полностью</p>	<p>Проводится в письменной форме</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Задание сделано (5 баллов).</li> <li>2. Задание сделано с небольшой ошибкой (4 балла).</li> <li>3. Задание выполнено не до конца (3 балла).</li> <li>4. Задание не выполнено (2 балла).</li> <li>5. Оригинальность подхода к выполнению задания, использование дополнительных средств моделирования(+1 балл к 5 баллам).</li> </ol> <p>Максимальная сумма баллов - 6 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля.</p>

			Оценка проставляется в электронный журнал.
<b>ПК-6</b>	Выступление с докладом на практическом занятии, на конференции кафедры, на конференции факультета	<p>А) компетенция не сформирована</p> <p>В) сформирована частично</p> <p>С) сформирована полностью</p>	<p>1. Проводится в форме выступления с докладом и презентацией</p> <p>2. Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <p>1. Соответствие доклада заявленной тематике (0-5 баллов).</p> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>

### 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 3.1 Примерная тематика задач:

Для текущего контроля успеваемости используются опросы и оценка заданий, выданных на практических занятиях.

1. Представьте дробно-рациональную функцию

$$W(s) = \frac{s^2 + 2}{s^2 + 6s + 10}$$

в форме Боде, используя формулы разложения. Определите нули и полюса передаточной функции.

2. Представьте дробно-рациональную функцию

$$H(s) = \frac{s+1}{s^2 + 5s + 6}$$

в форме Хэвисайда, используя формулы разложения. Определите нули и полюса передаточной функции.

3. Представьте дробно-рациональную функцию

$$H(s) = \frac{s+2}{s^2 + 1}$$

в форме Хэвисайда, используя формулы разложения. Определите нули и полюса передаточной функции.

4. Представьте дробно-рациональную функцию

$$W(s) = \frac{1}{s^3 + 6s^2 + 10s}$$

в форме Хэвисайда, используя формулы разложения. Определите нули и полюса передаточной функции.

5. Представьте дробно-рациональную функцию

$$F(s) = \frac{(s+2)(s+4)}{s(s+1)(s+3)}$$

в форме Хэвисайда, используя формулы разложения. Определите нули и полюса передаточной функции.

6. Представьте дробно-рациональную функцию

$$W(s) = \frac{s^2 + 1}{s^3 + 8s^2 + 15s}$$

в форме Боде и покажите расположение полюсов и нулей дробно-рациональной функции на комплексной плоскости.

7. Проверьте, действительно ли интегратор Vissim'a (Blocks – Integration – Integrator) является таковым. Для этого вычислить по формуле (4) значения переходной функции интегратора в различные моменты времени, отделяя их некоторым шагом, в программе Excel, на графике задать точки. Кроме того, задать величину ступеньки, отличающуюся от единицы, и убедиться, что

крутизна выходного сигнала интегратора изменилась пропорционально изменению величины ступеньки. Если точки, вычисленные по формуле переходной функции, ложатся на экспериментальную линию, смоделированную в программе VisSim, то исследуемое устройство – интегратор.

8. Исследовать в среде VisSim апериодическое звено с параметрами  $T=0,2$ ,  $k_1=2$  (усиление (Gain) равным  $k_1$ , числитель (Numerator) оставить равным 1, для знаменателя (Denominator) набрать 0.2 (пробел) 1., запустить на счет). Проанализировать график переходной функции. Найти соотношение между постоянной времени  $T$  апериодического звена и временем, за которое переходная функция приближается к своему установившемуся значению на величину, меньшую 5% этого значения. Как еще по переходной характеристике апериодического звена можно определить значение постоянной времени?

9. Проверить эквивалентность схемы апериодического звена, заданной блоком transferFunctions и составленной из элементарных блоков (интегратора, сумматора и усилителей).

10. Рассчитать значения коэффициентов усиления усилителей, таких, чтобы переходные функции совпали, и проверить эквивалентность моделей экспериментально.

11. Изменить значения коэффициентов усиления  $k_1$  и  $k_2$  в соответствии с заданием по варианту и определить значения параметров  $k$  и  $T$  апериодического звена.

12. Заданы значения параметров  $k = 1,8$  и  $T = 0,5$  апериодического звена. Определить для этих параметров значения коэффициентов усиления  $k_1$  и  $k_2$ .

13. Определить, насколько схема апериодического звена, составленная из интегратора, сумматора и усилителей быстрее просчитывается Vissim'ом, чем схема, созданная с помощью модели передаточной функции.

14. Определить по осциллограммам постоянные времени и коэффициенты усиления звеньев и указать, какая кривая соответствует какому звену. Объяснить почему.

15. Проверить правильность работы стенда. Для этого вычислить значения переходной функции для звена с параметрами  $T_1$ ,  $k_1$ , заданными по варианту, в программе Excel.

16. Проверить, что реакция на сумму воздействий блока апериодического звена равна сумме его реакций на каждое из них, т.е. линейность блока? Сделать вывод о точности модели апериодического звена, используемой в Vissim'е.

17. Изменение постоянных времени интегратора и вычисление коэффициентов усиления.

18. Определение по графику переходной функции времени управления (времени переходного процесса).

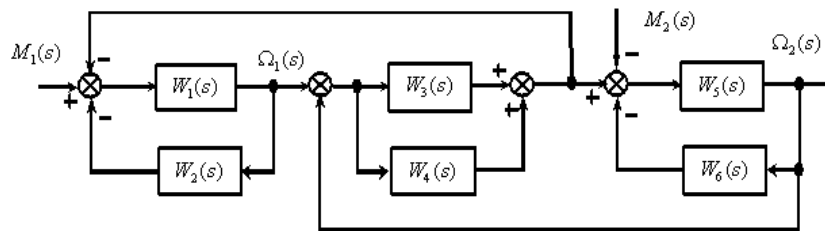
19. Определение по графику переходной функции числа колебаний (числа максимумов функции  $h(t)$  за время переходного процесса).

20. Определение по графику переходной функции перерегулирование.  
 21. Определение по графику переходной функции статическое отклонение.  
 22. Определение по графику переходной функции частоту колебаний переходного процесса.

23. Определение по графику переходной функции декремент затухания.  
 24. Определите передаточную функцию

$$W(s) = \frac{\Omega_1(s)}{M_2(s)}$$

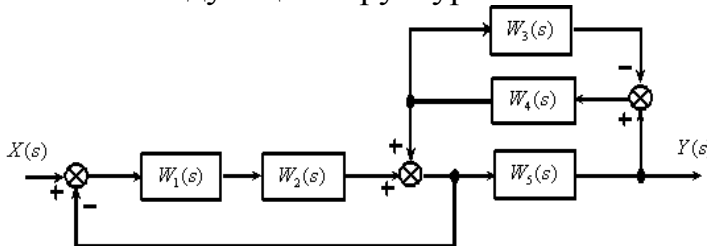
по следующей структурной схеме



25. Определите передаточную функцию

$$W(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$$

по следующей структурной схеме



### 3.2 Тематика докладов

1. Проблемы автоматического управления.
2. Проблемы автоматизированного управления.
3. Современные средства автоматизации и управления.
4. Преобразование Лапласа и его применение в системах автоматического управления.
5. Преобразование Фурье и его применение в системах автоматического управления.
6. Программное обеспечение для управления в технических системах.
7. Средства автоматизации и управления в мехатронных системах
8. Средства автоматизации и управления в телеметрических системах.
9. Программное обеспечение АСУ ТП (автоматизированных систем управления технологическими процессами) и SCADA-систем.
10. Обзор программ для трехмерного моделирования оборудования систем управления.



11. Обзор аддитивных технологий для проектирования оборудования систем управления
12. Современные методы представления и преобразования информации.
13. Перспективы развития современных систем управления техническими объектами.
14. Информационное обеспечение процессов управления средствами технического зрения.
15. Техническое зрение в сложных условиях наблюдения.
16. Взаимодействие систем технического зрения с системами управления
17. Новые принципы построения систем автоматизации и управления в различных отраслях науки и техники.
18. Структуры систем автоматического управления.
19. Классификация технических средств автоматизации и управления.
20. Технические, программно-технические и общесистемные средства автоматизации.
21. Информационно-управляющие вычислительные комплексы.
22. Автоматизированное проектирование исполнительных механизмов и устройств в компьютерных средах.
23. Конструкторско-технологическая документация на исполнительные механизмы и устройства промышленных систем автоматизации.
24. Испытания как часть процесса проектирования систем автоматического управления. Автоматизация испытаний.
25. Обзор современных автоматизированных систем управления испытаниями.

### **3.3 Тематика письменных заданий**

1. Что такое динамический объект?
2. Что такое математическая модель объекта?
3. Запишите линеаризованное уравнение динамики в обычной форме.
4. Запишите линеаризованное уравнение динамики в операторной форме.
5. В чем смысл дифференциального оператора  $p$ ?
6. Запишите линеаризованное уравнение динамики с использованием передаточной функции. Справедлива ли эта запись при ненулевых начальных условиях? Почему?
7. Напишите выражение для передаточной функции звена по известному линеаризованному уравнению динамики:  $(0.1p + 1)py(t) = 100u(t)$ .
8. Что называется динамическим коэффициентом усиления звена?
9. Что называется характеристическим полиномом звена?
10. Что называется нулями и полюсами передаточной функции?
11. Что называется динамическим звеном?
12. Что называется структурной схемой САУ?
13. Что такое передаточная функция САУ?
14. Что такое импульсная характеристика (весовая функция) САУ?

15. Что такое частотная характеристика САУ?
16. Что такое модель в пространстве состояний САУ?
17. Что такое коэффициент усиления САУ в статическом режиме?
18. Что такое полоса пропускания системы АУ?
19. Что такое время переходного процесса САУ?
20. Что такое частота среза системы АУ?
21. Что такое собственная частота колебательного звена?
22. В каких единицах измеряется коэффициент усиления САУ в статическом режиме?
23. В каких единицах измеряется полоса пропускания системы АУ?
24. В каких единицах измеряется время переходного процесса САУ?
25. В каких единицах измеряется частота среза системы АУ?
26. Что такое динамический объект?
27. Что такое математическая модель объекта?
28. Запишите линеаризованное уравнение динамики в обычной форме.
29. Запишите линеаризованное уравнение динамики в операторной форме.
30. В чем смысл дифференциального оператора  $p$ ?
31. Запишите линеаризованное уравнение динамики с использованием передаточной функции. Справедлива ли эта запись при ненулевых начальных условиях? Почему?
32. Напишите выражение для передаточной функции звена по известному линеаризованному уравнению динамики:  $(0.1p + 1)py(t) = 100u(t)$ .
33. Что называется динамическим коэффициентом усиления звена?
34. Что называется характеристическим полиномом звена?
35. Что называется нулями и полюсами передаточной функции?
36. Что называется динамическим звеном?
37. Что называется структурной схемой САУ?
38. Что такое передаточная функция САУ?
39. Что такое импульсная характеристика (весовая функция) САУ?
40. Что такое частотная характеристика САУ?
41. Что такое модель в пространстве состояний САУ?
42. Что такое коэффициент усиления САУ в статическом режиме?
43. Что такое полоса пропускания системы АУ?
44. Что такое время переходного процесса САУ?
45. Что такое частота среза системы АУ?
46. Что такое собственная частота колебательного звена?
47. В каких единицах измеряется коэффициент усиления САУ в статическом режиме?
48. В каких единицах измеряется полоса пропускания системы АУ?
49. В каких единицах измеряется время переходного процесса САУ?
50. В каких единицах измеряется частота среза САУ?

### 3.4 Тематика рефератов

1. Построение переходных характеристик инерционного звена.
2. Построение переходных характеристик интегрирующего звена.
3. Построение переходных характеристик апериодического звена первого порядка.
4. Построение переходных характеристик апериодического звена второго порядка.
5. Построение переходных характеристик колебательного звена.
6. Построение переходных характеристик консервативного звена.
7. Построение переходных характеристик интегрирующего звена.
8. Построение переходных характеристик интегрирующего звена с запаздыванием (реального интегрирующего звена).
9. Построение переходных характеристик дифференцирующего звена.
10. Построение переходных характеристик реального дифференцирующего звена.
11. Построение переходных характеристик форсирующего звена.
12. Построение переходных характеристик изодромного звена.
13. Построение импульсных характеристик инерционного звена.
14. Построение импульсных характеристик интегрирующего звена.
15. Построение импульсных характеристик апериодического звена первого порядка.
16. Построение импульсных характеристик апериодического звена второго порядка.
17. Построение импульсных характеристик колебательного звена.
18. Построение импульсных характеристик консервативного звена.
19. Построение импульсных характеристик интегрирующего звена.
20. Построение импульсных характеристик интегрирующего звена с запаздыванием (реального интегрирующего звена).
21. Построение импульсных характеристик дифференцирующего звена.
22. Построение импульсных характеристик реального дифференцирующего звена.
23. Построение импульсных характеристик форсирующего звена.
24. Построение импульсных характеристик изодромного звена.
25. Идентификация типовых динамических звеньев по переходным характеристикам.

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине являются две текущие аттестации в виде тестов и одна окончательная аттестация в виде экзамена в письменной форме и решения задачи на компьютере.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
<i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i>	тестирование	ПК-4	25 вопросов	Компьютерное тестирование ; время отведенное на процедуру -30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 61%. Отлично – от 81%.
<i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i>	тестирование	ПК-6	25 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 61%. Отлично – от 81%. Максимальная оценка – 5 баллов.
<i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i>	Экзамен	ПК-4 ПК-6	2 вопроса, 1 практическое задание на компьютере	Экзамен проводится в письменной форме, путем ответа на вопросы и решения практических заданий. Время отведенное на процедуру – 0,35 часа на студента.	Результаты предоставляются в день проведения зачета	Критерии оценки: «Отлично»: • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответ на вопросы билета.

					<p>«Хорошо»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных понятий предмета;</li> <li>• умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работа на практических занятиях;</li> <li>• знание основных научных теорий, изучаемых предметов;</li> <li>• ответы на вопросы билета</li> <li>• неправильно решено практическое задание</li> </ul> <p>«Удовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;</li> <li>• незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• не работал на практических занятиях;</li> </ul> <p>«Неудовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;</li> <li>• незнание основных понятий предмета;</li> <li>• неумение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• не работал на практических занятиях;</li> <li>• не отвечает на вопросы.</li> </ul>
--	--	--	--	--	--

## 4.1. Типовые задания на тестирование

Тесты используются в режиме контроля. По форме заданий выбраны закрытые тесты (с выборочным ответом). Каждому вопросу соответствует один вариант ответа. Ниже приведен примерный перечень тестов.

### 1. Что определяет систему управления как замкнутую?

- (?) Объект управления
- (?) Элемент сравнения
- (!) Обратная связь
- (?) Корректирующее устройство

### 2. Представление дробно-рациональной функции в виде суммы простейших дробей называют формой

- (?) Боде
- (?) Колмогорова
- (!) Хэвисайда
- (?) Дирака

### 3. Интегральные преобразования (Лапласа, Фурье, Z - преобразование) используются для анализа динамических систем

- (?) линейных с постоянными коэффициентами;
- (?) нелинейных;
- (?) нестационарных линейных;
- (!) везде.

### 4. Единичная функция $1(t)$ является моделью входного сигнала:

- (?) кратковременное импульсное воздействие;
- (?) включение системы;
- (!) ступенчатое изменение входного сигнала;
- (?) случайный сигнал.

### 5. Устройством автоматического регулирования называется

- (?) автоматическое управление без непосредственного участия человека;
- (?) отрасль науки и техники, охватывающая теорию и практику автоматического управления;
- (!) устройство, предназначенное для поддержания заданного значения управляемой величины;
- (?) устройство для контроля за ходом процесса управления.

### 6. Что называется передаточной функцией элемента, автоматической системы регулирования (АСР)?

- (?) реакция элемента (АСР) на единичную ступенчатую функцию;
- (!) отношение изображения по Лапласу выходной величины к изображению входной при нулевых начальных условиях;
- (?) реакция элемента (АСР) на единичную импульсную функцию;
- (?) реакция элемента (АСР) на гармоническое воздействие.

**7. Абстрактное устройство, имеющее вход и выход, для которого задано уравнение, связывающее сигналы на входе и выходе, называется**

- (?) интегратор;
- (?) регулятор;
- (?) динамическое звено;
- (!) все вышеперечисленные.

**8. Что называется переходной характеристикой АСР (элемента)?**

- (!) реакция АСР (элемента) на единичную ступенчатую функцию;
- (?) отношение изображения по Лапласу выходной величины к изображению входной при нулевых начальных условиях;
- (?) реакция АСР (элемента) на единичную импульсную функцию;
- (?) реакция АСР (элемента) на гармоническое воздействие.

**9. Что называется элементом сравнения?**

- (?) устройство, изменяющее в соответствии с управляющим сигналом ход процесса управления в нужную сторону;
- (?) устройство, которое служит для задания номинального значения регулируемой величины;
- (?) устройство, контролирующее изменение регулируемой величины в ходе процесса управления;
- (!) устройство, служащее для сравнения текущего значения регулируемой величины с заданным значением.

**10. Какая АСР называется следящей?**

- (!) АСР, в которой предписанное значение выходной переменной зависит от значения неизвестной заранее переменной на входе САУ;
- (?) АСР, в которой задающее воздействие является определенной функцией времени;
- (?) АСР, в которой задающее воздействие является произвольной функцией времени;
- (?) АСР, в которой установившаяся ошибка равна нулю.

**11. Что называется амплитудно-частотной характеристикой?**

- (?) предписанное значение выходной переменной зависит от значения неизвестной заранее переменной на входе САУ зависимость амплитуды и фазы от частоты входного сигнала;
- (?) реакция АСР (элемента) на единичную импульсную функцию;
- (!) зависимость отношения амплитуды выходного сигнала к амплитуде входного от частоты входного сигнала;
- (?) отношение изображения по Лапласу выходной величины к изображению входной при нулевых начальных условиях.

**12. Что называется фазо-частотной характеристикой?**

- (?) реакция АСР (элемента) на единичную ступенчатую функцию;
- (?) реакция АСР (элемента) на гармоническое воздействие;
- (!) зависимость сдвига фазы выходного сигнала относительно входного от частоты входного сигнала;

(?) зависимость амплитуды и фазы выходного сигнала от частоты входного сигнала.

**13. Принцип обратной связи заключается в следующем:**

(!) управляющее воздействие формируется на основе информации о фактическом состоянии объекта;

(?) создаваемая система управления (СУ) должна быть наилучшей по выбранному критерию;

(?) СУ должна обладать гарантированным качеством при неполно известных характеристиках помех;

(?) СУ должна накапливать информацию об объектах и приспосабливаться к ее характеристикам.

**14. Принцип оптимальности заключается в том, что:**

(?) управляющее воздействие формируется на основе информации о фактическом состоянии объекта;

(!) СУ должна быть наилучшей по выбранному критерию;

(?) СУ должна обладать гарантированным качеством при неполно известных характеристиках помех;

(?) СУ должна накапливать информацию об объекте и приспосабливаться к ее характеристикам.

**15. Принцип робастности заключается в том, что**

(?) управляющее воздействие формируется на основе информации о фактическом состоянии объекта;

(?) СУ должна быть наилучшей по выбранному критерию;

(!) СУ должна обладать гарантированным качеством при неполно известных характеристиках помех;

(?) СУ должна накапливать информацию об объекте и приспосабливаться к ее характеристикам

**16. Линеаризация характеристик объекта управления заключается в следующем:**

(?) отбрасывание нелинейных членов уравнения;

(!) приближенная замена исходных уравнений объекта управления линейными уравнениями;

(?) находится точка равновесия в состоянии объекта;

(?) вычисляется производная функция в точке равновесия.

**17. Импульсной переходной (весовой) функцией динамической системы называется реакция системы на:**

(?) входной сигнал в виде дельта-функции;

(!) входной сигнал в виде единичной функции;

(?) преобразование Фурье переходной функции

(?) синусоидальный входной сигнал.

**18. Представление дробно-рациональной функции в виде произведения биномов (разложение многочлена на сомножители) называют формой**

(!) Боде



(?) Колмогорова

(?) Хэвисайда

(?) Дирака

**19. Дельта-функция является моделью входного сигнала:**

(!) кратковременное импульсное воздействие;

(?) включение системы;

(?) ступенчатое изменение входного сигнала;

(?) случайный сигнал.

**20. Переходная функция состояния динамической системы это:**

(!) отношение изображения по Лапласу выходного сигнала к входному;

(?) реакция системы на единичный ступенчатый сигнал;

(?) выражение, описывающее состояние системы в заданный момент времени при условии, что известны начальное состояние системы и входное воздействие в течение всего времени;

(?) реакция системы на дельта-функцию.

**21. Зависимость от частоты отношения амплитуд называется:**

(!) амплитудно-частотная характеристика

(?) фазо-частотная характеристика

(?) Логарифмическая амплитудно-фазовая частотная характеристика

(?) частотная характеристика

**22. Зависимость величины фазового сдвига от частоты называется**

(!) фазо-частотной характеристикой

(?) амплитудно-частотная характеристика

(?) амплитудно-фазовая частотная характеристика

(?) частотная характеристика

**23. Частота, соответствующая максимуму амплитудной характеристики называется:**

(?) максимальной

(?) высокой

(!) резонансной

(?) предельной

**24. Частотные характеристики системы:**

(!) не зависят от времени

(?) зависят от времени

(?) попеременно

(?) не имеет значения

**25. Частотный интервал, граничные значения которого соотносятся в 10 раз, называется:**

(!) Декада

(?) Лаплас

(?) Дирак

(?) Дюамель

## 4.2. Типовые вопросы, выносимые на экзамен

1. Сущность проблемы автоматического управления. Основные понятия теории автоматического управления.
2. Характеристика объекта автоматического управления.
3. Классификация систем автоматического управления.
4. Исследование процессов в системах автоматического управления.
5. Исследование сигналов в системах автоматического управления.
6. Исследование моделей в системах автоматического управления.
7. Формы записи линейных дифференциальных уравнений для описания состояния систем автоматического управления.
8. Передаточные функции систем автоматического управления.
9. Применение преобразования Лапласа для систем автоматического управления.
10. Представление комплексной передаточной функции в форме Боде.
11. Представление комплексной передаточной функции в форме Хэвисайда.
12. Расположение нулей и полюсов передаточной функции на комплексной плоскости.
13. Модели линейных объектов автоматического управления.
14. Модели объектов автоматического управления в пространстве состояний.
15. Типовые воздействия на объект автоматического управления. Временные характеристики систем автоматического управления: переходная и импульсная переходная (весовая) функции.
16. Определение переходной функции при положительных начальных условиях.
17. Определение переходной функции при нулевых начальных условиях.
18. Определение частотных характеристик при номинальных значениях параметров.
19. Классификация динамических звеньев систем автоматического управления.
20. Последовательное соединение динамических звеньев.
21. Параллельное соединение динамических звеньев.
22. Замкнутый контур с отрицательной обратной связью.
23. Замкнутый контур с положительной обратной связью.
24. Перенос точки ветвления через динамическое звено.
25. Перенос суммирующего звена через динамическое звено.
26. Получение переходной характеристики колебательного звена.
27. Получение весовой функции колебательного звена.
28. Получение амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик колебательного звена.
29. Логарифмические частотные характеристики систем автоматического управления.
30. Передаточные функции систем автоматического управления в пространстве состояний.
31. Частотные оценки качества систем автоматического управления.

32. Логарифмические частотные характеристики систем автоматического управления.
33. Понятие устойчивости системы автоматического управления.
34. Критерий устойчивости Гурвица для системы автоматического управления.
35. Критерий устойчивости Рауса для системы автоматического управления.
36. Критерий устойчивости Михайлова для системы автоматического управления.
37. Критерий устойчивости Найквиста для системы автоматического управления.
38. Корневые оценки качества систем автоматического управления.
39. Теоремы А.М. Ляпунова об устойчивости системы по первому приближению.
40. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам.
41. Построение областей устойчивости в плоскости параметров системы.
42. Устойчивость систем с запаздыванием и систем с иррациональными звеньями.
43. Характеристики многомерных стационарных систем автоматического управления.
44. Устойчивость нестационарных систем автоматического управления.
45. Оценка качества регулирования при гармонических воздействиях.
46. Оценка качества регулирования в установившихся режимах.
47. Корневые годографы. Фундаментальная зависимость поведения линейной САУ от полюсов и нулей ее передаточной функции.
48. Методика построения корневых годографов для анализа и синтеза линейных (линеаризованных) систем автоматического управления.
49. Интегральные оценки качества переходных процессов.
50. Частотные методы оценки качества регулирования.

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

**ИНСТИТУТ  
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
И ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»**

(Приложение 2 к рабочей программе)

**Направление подготовки:** 15.03.06 Мехатроника и робототехника

**Направленность (профиль):** автоматизация производственных процессов

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

**Королёв  
2023**

## 1. Общие положения

**Цель дисциплины:** формирование у специалистов теоретических знаний и практических навыков по вопросам поддержания заданного режима работы, программного управления по заранее известной программе; слежения за неизвестным задающим сигналом в системах автоматического управления (САУ).

### **Задачи дисциплины:**

1. Получение знаний в области анализа и синтеза систем автоматического управления.
2. Получение знаний об устойчивости линейных и нелинейных систем управления, их безопасного функционирования.
3. Получение навыков самостоятельного моделирования систем автоматического управления.

## 2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

### **Тема 1. Фундаментальные принципы и основные законы управления**

#### **Практическое занятие 1**

##### **Расчет траектории движения объекта управления**

Вид занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: технологии компьютерного обучения.

Выполнение вычислений и построение графических зависимостей для объектов САУ в среде Excel. Вычисление скорости движения и ускорения объекта управления. Таблицы функций, оценка приближений производных, графики. Оценка приближенных значений производных функции. Производные и их приближения на одном графике.

Продолжительность занятия 2/-/- часа.

**Тема 2. Математические модели систем управления. Модели линейных объектов.**

#### **Практическое занятие 2**

##### **Изучение интерфейса среды VisSim для моделирования объектов управления**

Вид занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: технологии компьютерного обучения.

Знакомство с назначением, графическим интерфейсом, принципами построения моделей и важными блоками программы VisSim. Ознакомление с главными этапами моделирования, а также приобретение навыков создания

простейших моделей, текстового и графического оформления диаграмм. Определение общих методов представления результатов.

Продолжительность занятия 2/-/- часа.

### **Практическое занятие 3**

#### **Моделирование сигналов, систем и объектов управления с помощью передаточных функций в среде VisSim**

Вид занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: технологии компьютерного обучения.

Функция Хэвисайда (ступенчатая единичная функция). Аналитическое и графическое представление. Функция Дирака (дельта-функция, импульсный скачок). Изучение работы генераторов различного назначения и сумматоров для моделирования простейших сигналов в программе VisSim. Задание параметров модели объекта управления. Изменение шага интегрирования при моделировании.

Продолжительность занятия 4/-/- часа.

### **Практическое занятие 4**

#### **Представление передаточных функций в форме Боде и Хэвисайда**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: технологии компьютерного обучения.

Аналитическое и графическое представление. Исследование дробно-рациональной функции комплексного переменного в форме Боде и Хэвисайда для представления передаточных функций. Расположение нулей и полюсов передаточной функции на комплексной плоскости.

Продолжительность занятия 2/-/- часа.

**Тема 3.** Типовые динамические звенья, их характеристики и структурные схемы. Физическая реализация элементов САУ.

### **Практическое занятие 5**

#### **Исследование линейных типовых звеньев систем автоматического управления пропорционального и интегрирующего**

Вид занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: технологии компьютерного обучения.

Классификация типовых динамических звеньев. Блоки в VisSim для представления передаточных функций систем автоматического управления. моделирование пропорционального и интегрирующего звеньев в среде VisSim и исследование взаимосвязей между параметрами звена и его характеристиками. Приобретение навыков использования типовых возмущающих воздействий для исследования систем. Примеры реализации пропорционального и интегрирующего звеньев.

Продолжительность занятия 2/-/- часа.

## **Практическое занятие 6**

### **Исследование линейных типовых апериодических звеньев систем автоматического управления**

Вид занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: технологии компьютерного обучения.

Изучение временных характеристик апериодического звена в среде VisSim. Апериодическое звено 1-го порядка. Апериодическое звено 2-го порядка. Исследование взаимосвязей между параметрами апериодического звена и его характеристиками. Примеры реализации апериодического звена.

Продолжительность занятия 2/-/- часа.

## **Практическое занятие 7**

### **Исследование линейных типовых колебательных звеньев систем автоматического управления**

Вид занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: технологии компьютерного обучения.

Изучение временных характеристик типовых динамических колебательных звеньев в среде VisSim. Исследование взаимосвязей между параметрами колебательных звеньев и их характеристиками. Примеры реализации колебательного звена.

Продолжительность занятия 4/-/- часа.

## **Практическое занятие 8**

### **Исследование линейных типовых звеньев запаздывания и сумматора систем автоматического управления**

Вид занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: технологии компьютерного обучения.

Изучение временных характеристик типовых динамических звеньев запаздывания и сумматора в среде VisSim. Исследование взаимосвязей между параметрами звеньев запаздывания и их характеристиками. Примеры реализации звена запаздывания.

Продолжительность занятия 2/-/- часа.

## **Практическое занятие 9**

### **Получение частотных характеристик апериодического звена**

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: технологии компьютерного обучения.

Комплексный коэффициент передачи. Об идентификации систем по их частотным характеристикам. Построение модели виртуальных лабораторных стендов для снятия частотных характеристик апериодического звена. Получение с помощью Vissim'a и вычисление с помощью Mat-кад'a (или MS Excel) частотных характеристик апериодического звена в натуральном масштабе.

Продолжительность занятия 4/-/- часа.

### **Практическое занятие 10**

#### **Анализ частотных характеристик апериодического звена**

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: технологии компьютерного обучения.

Определение влияния коэффициента усиления апериодического звена на его частотные характеристики. Определение влияния постоянной времени апериодического звена на его частотные характеристики.

Продолжительность занятия 2/-/- часа.

**Тема 4.** Анализ и синтез систем управления. Критерии устойчивости

### **Практическое занятие 11**

#### **Построение структурно-аналитической модели САР и ее стабилизация**

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: технологии компьютерного обучения.

Анализ исходных данных, описание на основе поведенного анализа принципа действия системы автоматического регулирования (САР) и построение структурно-аналитической схемы. Стабилизация контура уменьшением коэффициента усиления усилителя. Стабилизация изменением параметров усилителя и звена ОСН (отрицательной связи по напряжению).

Продолжительность занятия 4/-/- часа.

### **Практическое занятие 12**

#### **Оценка устойчивости замкнутой САР**

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: технологии компьютерного обучения.

Оценка степени устойчивости замкнутой САР с целью определения необходимых мер и средств оптимизации САР. Оценка осуществляется с помощью логарифмического варианта критерия Найквиста. Это позволяет не только косвенно, по запасам устойчивости, судить о степени устойчивости САР, но и численно определить необходимые для предварительной стабилизации изменения значений параметров элементов.

Продолжительность занятия 2/-/- часа.

### **3. Указания по проведению лабораторного практикума**

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.



#### 4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

*Цель самостоятельной работы:* подготовка к лекционным и практическим занятиям, обзорам по предложенным темам, подготовка к промежуточной аттестации, выполнение и защиту контрольной работы, подготовку к дифференцированному зачету, а также подготовка бакалавров к самостоятельному научному творчеству.

Виды самостоятельной работы представлены в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Тема 1. Введение. Предмет и задачи теории автоматического управления Фундаментальные принципы и основные законы управления.	<b>Доклады по темам</b> 1. Характеристика объекта автоматического управления. 2. Классификация систем автоматического управления. 3. Определение порядка дробно-рациональной функции. 4. Представление полиномов дробно-рациональной функции в виде произведения биномов. 5. Определение передаточной функции системы автоматического управления. 6. Исследование процессов в системах автоматического управления. 7. Исследование сигналов в системах автоматического управления.
2.	Тема 2. Математические модели систем управления. Модели линейных объектов. Физическая реализация элементов САУ.	<b>Доклады по темам</b> 1. Применение преобразования Лапласа для систем автоматического управления. 2. Модели линейных объектов автоматического управления. 3. Модели линейных объектов автоматического управления. 4. Пояснение процедуры преобразования функции к форме Хэвисайда. 5. Формы записи линейных дифференциальных уравнений для описания состояния систем автоматического управления.
3	Тема 3. Типовые динамические звенья, их характеристики и структурные схемы.	<b>Доклады по темам</b> 1. Типовые воздействия на объект автоматического управления. Временные характеристики систем автоматического управления: переходная и импульсная переходная (весовая) функции. 2. Частотные характеристики систем автоматического управления. 3. Логарифмические частотные характеристики систем автоматического управления.

		4. Передаточные функции систем автоматического управления.
4	Тема 4. Анализ и синтез систем управления. Критерии устойчивости.	<p style="text-align: center;"><b>Рефераты по темам</b></p> 1. Анализ процесса на выходе системы автоматического управления. 2. Точность и устойчивость системы автоматического управления. 3. Критерий устойчивости Гурвица для системы автоматического управления. 4. Критерий устойчивости Раусса для системы автоматического управления. 5. Критерий устойчивости Михайлова для системы автоматического управления. 6. Критерий устойчивости Найквиста для системы автоматического управления 7. Обеспечение устойчивости и повышение запаса устойчивости систем автоматического управления.

### **5. Указания по проведению контрольных работ для студентов очной, заочной формы обучения**

Учебным планом данного курса предусмотрено написание одной контрольной работы, что является одним из условий успешного освоения ими основных положений данной дисциплины и служит допуском к сдаче экзамена по курсу во время зачетной сессии.

Задания в контрольной работе разрабатываются преподавателем кафедры информационных технологий и управляющих систем МГОТУ.

**Цель** выполняемой работы: Продемонстрировать знания и умения в области изучения дисциплины, а также в сфере исследования, анализа и интерпретации полученных данных; показать умения в области систематизирования и обобщения изучаемой информации.

#### **Задачи контрольной работы**

- 1) Изучить теоретические сведения.
- 2) Составить дифференциальное уравнение, определяющее функционирование звена САУ.
- 3) Получить динамические характеристики – переходную функцию  $h(t)$ , импульсно-переходную функцию  $w(t)$  и частотные характеристики – диаграмму Боде, частотный годограф Найквиста.
- 4) Получить представление исходной функции в виде произведения типовых звеньев.
- 5) Оформить отчет и ответить на контрольные вопросы.
- 6) Сдать отчет преподавателю и защитить работу.

Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующих разделов учебника, учебных пособий, конспектов лекций.

### **Требования к содержанию контрольной работы:**

В содержании контрольной работы необходимо показать знание рекомендованной литературы по данному заданию, при этом правильно пользоваться первоисточником и избегать чрезмерного цитирования. При использовании цитат необходимо указывать точные ссылки на используемый источник: указание автора (авторов), название работы, место издания, страницы. Кроме основной литературы рекомендуется использовать дополнительную литературу и источники сети Интернет (с детальным указанием сайта, т.е. копирование ссылки и даты обращения). Если в период выполнения контрольной работы были приняты новые законы или нормативно-правовые акты, относящиеся к излагаемой теме, их необходимо изучить и использовать при ее выполнении. Важно обратить внимание на различные концептуальные подходы по исследуемой тематике.

В конце контрольной работы приводится полный библиографический перечень использованных нормативно-правовых актов (если они использовались) и источников.

Оформление библиографического списка осуществляется в соответствии с установленными нормами и правилами ГОСТ.

### **Порядок выполнения контрольной работы:**

Контрольная работа излагается логически последовательно, грамотно, разборчиво. Работа должна иметь титульный лист. Он содержит полное название высшего учебного заведения, кафедра, реализующая данную дисциплину, название (тема) контрольной работы, фамилию, инициалы автора, также необходимо указать номер группы, фамилию и инициалы, а также должность, ученое звание и степень научного руководителя (преподавателя), проверяющего контрольную работу.

На следующем листе излагается план контрольной работы, который включает в себя: название всех разделов, введение и заключение, а также список литературы. Излагая вопрос (раздел) каждый смысловой абзац необходимо начать с красной строки. Закончить изложение вопроса следует выводом, итогом по содержанию данного раздела.

В конце работы ставится подпись студента и дата сдачи. Страницы контрольной работы должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится в нижнем правом углу.

Объем контрольной работы должен составлять 10-15 страниц машинописного текста. Размер шрифта №14 (Times New Roman), полуторный интервал, стандартный лист формата А4. Поля: верхнее 20 мм, нижнее 20мм, левое 30 мм, правое 15 мм.

Дополнительно контрольная работа может иметь приложения (схемы, графики, диаграммы).

По всем возникающим вопросам обучающемуся следует обращаться за консультацией на кафедру. Срок выполнения контрольной работы определяется кафедрой. Срок проверки контрольной работы – 3 дня с момента необходимой фиксированной даты сдачи.

### Тематика контрольных работ

№ вар	Вид передаточной функции	Коэффициенты полиномов						
		$B_0$	$b_1$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
	$W(p) = \frac{b_1 p + b_0}{a_4 p^4 + a_3 p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + a_0}$	$B_0$	$b_1$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
1		0	3	1	2	3	0	0,04
2		2	6	4	0	1	5	0,03
3		0	-3	5	2	0	2	0,02
4		4	2	3	4	5	3	0,05
	$W(p) = \frac{b_2 p^2 + b_1 p + b_0}{a_3 p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + a_0}$	$B_0$	$b_1$	$b_2$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$
5		0	-3	2	4	2	3	0,06
6		8	0	-3	-4	-6	-4	0,03
7		-4	6	-2	5	5	0	0,02
8		6	-8	-7	0	-6	-3	0,05
	$W(p) = \frac{b_2 p^2 + b_1 p + b_0}{a_4 p^4 + a_3 p^3 + a_1 p + a_0}$	$B_0$	$b_1$	$b_2$	$a_0$	$a_1$	$a_3$	$a_4$
9		0	2	8	-3	7	-7	0,07
10		-5	0	3	-8	-2	-1	0,03
11		-7	1	2	0	5	2	0,02
12		-6	4	-4	1	0	6	0,05
	$W(p) = \frac{b_2 p^2 + b_0}{a_4 p^4 + a_3 p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + a_0}$	$B_0$	$b_2$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
13		0	-5	4	3	7	9	0,08
14		7	-6	0	5	8	2	0,03
15		-2	-8	2	0	4	3	0,02
16		-7	-1	6	9	0	4	0,05
	$W(p) = \frac{b_3 p^3 + b_2 p^2}{a_4 p^4 + a_3 p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + a_0}$	$B_2$	$b_3$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
17		0	-5	4	3	7	9	0,05
18		7	-6	0	5	8	2	0,03
19		-2	-8	2	0	4	3	0,02
20		-7	-1	6	9	0	4	0,05
	$W(p) = \frac{b_1 p + b_0}{a_4 p^4 + a_3 p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + a_0}$	$B_0$	$b_1$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
21		1	2	3	2	1	1	0,02
22		2	6	4	0	1	5	0,03
23		0	-3	5	-2	2	0	0,02
24		4	2	3	4	5	3	0,05
25		0	2	8	-3	1	-2	0,09

### **Порядок защиты контрольной работы:**

Контрольная работа подлежит обязательной защите. В установленной преподавателем срок студент должен сдать контрольную работу и быть готов ответить на вопросы и замечания. Оценка работы производится по четырех бальной системе: «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО». После сдачи работы не возвращаются и хранятся в фонде кафедры.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная литература:**

1) 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: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576431> (дата обращения: 06.10.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3536-6. – Текст: электронный.

2) 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: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=594520> (дата обращения: 06.10.2020). – Библиогр.: с. 45. – ISBN 978-5-4499-0608-3. – Текст: электронный.

### **Дополнительная литература:**

1) Нос, О.В. Теория автоматического управления: теория управления особыми линейными и нелинейными непрерывными системами: [16+] / О.В. Нос; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 166 с.: ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576432> (дата обращения: 06.10.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3889-3. – Текст: электронный.

2) Федосенков, Б.А. Теория автоматического управления: классические и современные разделы / Б.А. Федосенков; Кемеровский государственный университет. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2018. – 322 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495195> (дата обращения: 06.10.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8353-2207-7. – Текст: электронный.

### **Рекомендуемая литература:**

1) Бесекерский В. А., Попов Е. П. / Теория систем автоматического управления. 5-е изд., перераб. и доп. / М.: Высшая школа, 2011.

## **7.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

### **Интернет-ресурсы:**

- 1) Курс лекций. Теория автоматического управления  
<http://toehelp.ru/theory/tau/contents.html>
- 2) Сайт о моделировании явлений и объектов: <http://model.exponenta.ru>
- 3) Теория автоматического управления для «чайников»  
<http://kpolyakov.narod.ru/uni/teapot.htm>

## **8. Перечень информационных технологий**

**Перечень программного обеспечения:** MSOffice, MS Excel, VisSim.

### **Информационные справочные системы:**

1. Ресурсы информационно-образовательной среды «Университет».
2. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Теория автоматического управления».