

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.

«25» мая 2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основы теории управления**  
(наименование в соответствии с РУП)

Специальность

**10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем**  
(шифр и наименование направления подготовки/специальности)

Специализация

**Безопасность открытых информационных систем**  
(наименование профиля/специализации)

Квалификация выпускника

**специалист по защите информации**

---

(в соответствии с Приказом Министерства образования и науки РФ от 12 сентября 2013 г. N 1061 "Об утверждении перечней специальностей и направлений подготовки высшего образования" (с изменениями и дополнениями))

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

- 06.033 Связь, информационные и коммуникационные технологии ( в сфере обеспечения безопасности информации в автоматизированных системах)

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов:

- Научно исследовательский.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки/специальности 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-3	Способен использовать математические методы, необходимые для решения задач профессиональной деятельности	ИД2 <sub>опк-3</sub> - обладает навыками работы с современными математическими программными пакетами для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД2 <sub>опк-3</sub> - обладает навыками работы с современными математическими программными пакетами для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем	<b>Знает:</b> современные математические программные пакеты
	<b>Умеет:</b>
	<b>Владеет:</b> навыками работы с современными математическими программными пакетами для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем

## 3. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП ВО/СПО

Дисциплина относится к общепрофессиональной части. Дисциплина является обязательной к изучению.

Дисциплина является заключительной.

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

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		9 семестр
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	72	72
<b>Контактная работа</b> в т. ч. аудиторные занятия:	45,85	45,85
Лекции	15	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	–	–
Практические занятия	30	30
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	–	–
Консультации текущие	0,85	0,85
<b>Вид аттестации – зачет</b>	0,1	0,1

<b>Самостоятельная работа:</b>	26,15	26,15
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	12,15	12,15
Подготовка отчета по практическим работам (расчет и оформление)	14	14

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

**5.1 Содержание разделов дисциплины (модуля)**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (указываются темы и дидактические единицы)	Трудоемкость раздела, ак.ч
1	Общие понятия систем управления и автоматизации	Основы теории автоматического управления. Основные задачи в области управления в технических системах	41
2	Математическое моделирование	Математические пакеты для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем	30,15
<i>Консультации, текущие</i>			0,85
<i>Зачет</i>			

**5.2 Разделы дисциплины и виды занятий**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	Лабораторные, ак. ч	СРО, ак. ч
1	Общие понятия систем управления и автоматизации	12	15	14
2	Математическое моделирование	3	15	12,15
<i>Консультации текущие</i>		0,85		
<i>Зачет</i>				

**5.2.1 Лекции**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	Общие понятия систем управления и автоматизации	Основы теории автоматического управления. Понятие системы управления технологическим процессом и теории управления. Основные принципы управления. Понятие автоматизации. Основные задачи в области управления в технических системах	12
2	Математическое моделирование	Математические пакеты для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем	3

**5.2.2 Лабораторные занятия**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	Общие понятия систем управления и автоматизации	Элементарные динамические звенья. Структурные схемы автоматических систем регулирования. Критерии устойчивости. Формулировка основных задачи в области управления в технических системах	15

2	Математическое моделирование	Математические пакеты для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем	15
---	------------------------------	--	----

### 5.2.3 Практический практикум Не предусмотрен

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. ч
<b>Модуль 1</b>			
1	Общие понятия систем управления и автоматизации	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	14
2	Математическое моделирование	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	2
		Подготовка отчета по лабораторным работам (расчет и оформление)	10,15

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

### 6.1 Основная литература

1. Гаврилов, А. Н. Системы управления химико-технологическими процессами. В 2 ч. Ч. 1 [Текст] : учеб. пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. В. Пятаков. Воронеж. гос. унив. инж. техн. – Воронеж : ВГУИТ, 2014. – 220 с.

2. Гаврилов, А. Н. Системы управления химико-технологическими процессами. В 2 ч. Ч. 2 [Текст] : учеб. пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. В. Пятаков. Воронеж. гос. унив. инж. техн. – Воронеж : ВГУИТ, 2014. – 204 с.

Электронная библиотечная система "Лань": <http://e.lanbook.com>

[https://e.lanbook.com/book/76240?category\\_pk=1997#authors](https://e.lanbook.com/book/76240?category_pk=1997#authors)

[https://e.lanbook.com/book/91063?category\\_pk=1997#authors](https://e.lanbook.com/book/91063?category_pk=1997#authors)

1. Смирнов Ю.А. Технические средства автоматизации и управления: учебный курс [электронный ресурс] / Ю.А. Смирнов - Издательство "Лань", 2017.

[https://e.lanbook.com/book/50683?category\\_pk=2460#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/50683?category_pk=2460#book_name)

2. Сажин С.Г. Средства автоматического контроля технологических параметров: учебный курс [электронный ресурс] / С.Г. Сажин - Издательство "Лань", 2014.

### 6.2 Дополнительная литература

1. Основы цифрового управления: теория и практика [Текст] : учеб. пособие / В. С. Кудряшов, М. В. Алексеев, С. В. Рязанцев, А. В. Иванов; Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж, 2020. –197 с.

Электронная библиотечная система "Лань": <http://e.lanbook.com>

[https://e.lanbook.com/book/50683?category\\_pk=2460#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/50683?category_pk=2460#book_name)

1. Сажин С.Г. Средства автоматического контроля технологических параметров: учебный курс [электронный ресурс] / С.Г. Сажин - Издательство "Лань", 2014.

### 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Соколова, Т. Ю. AutoCAD 2010 [Текст] : учебный курс / Т. Ю. Соколова. – СПб. : Питер, 2020. –576 с.

### 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
Научная электронная библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	<a href="https://niks.su/">https://niks.su/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsu.ru/megapro/web">http://biblos.vsu.ru/megapro/web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="https://npoed.ru/">https://npoed.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="https://education.vsu.ru/">https://education.vsu.ru/</a>

### 6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение – *n-p*, ОС Windows

### 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

- а. 319. Комплекты мебели для учебного процесса. Рабочие станции 15 шт. - Intel Core i5

### 8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

8.1. Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины (модуля) включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- 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;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

8.2. Для каждого результата обучения по дисциплине (модулю) определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

ОМ представляются отдельным комплектом и входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля).

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

---

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-3	Способен использовать математические методы, необходимые для решения задач профессиональной деятельности	ИД2 <sub>опк-3</sub> - обладает навыками работы с современными математическими программными пакетами для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД2 <sub>опк-3</sub> - обладает навыками работы с современными математическими программными пакетами для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем	<b>Знает:</b> современные математические программные пакеты
	<b>Умеет:</b> получать временные и частотные характеристики объектов и систем управления, проводить анализ устойчивости систем и качества управления с помощью пакетов математических программ
	<b>Владеет:</b> навыками работы с современными математическими программными пакетами для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем

## 2 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Основы теории автоматического управления. Анализ объектов и систем управления	ОПК-3	<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	1-15	Собеседование с преподавателем
			<i>Банк тестовых заданий</i>	31-48	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	60-75	Защита лабораторных работ
			<i>Кейс-задание</i>	56-58	Проверка преподавателем
2	Математическое моделирование систем управления в задачах анализа и синтеза систем управления	ОПК-3	<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	16-30	Собеседование с преподавателем
			<i>Банк тестовых заданий</i>	49-55	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	76-89	Защита лабораторных работ
			<i>Кейс-задание</i>	59	Проверка преподавателем

### 3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

#### 3.1 Вопросы к зачету

3.1.1 Компетенция ОПК-3 Способен использовать математические методы, необходимые для решения задач профессиональной деятельности

Номер задания	Формулировка вопроса
1.	Основные определения ТУ: автоматизация производства, САУ, АСУ, алгоритм управления, алгоритм функционирования. Классификация АСУ.
2.	Математическое описание АСУ. Уравнения динамики. Передаточная функция системы в операторной форме.
3.	Математическое описание объектов управления. Линеаризация уравнений.
4.	Прямое и обратное преобразования Лапласа. Свойства преобразования Лапласа.
5.	Преобразование Лапласа для уравнения динамики линейных систем. Передаточная функция системы в преобразованиях Лапласа.
6.	Частотные характеристики систем: АФЧХ, АЧХ, ФЧХ, ЛЧХ. Физический смысл АЧХ и ФЧХ. Моделирование ЧХ.
7.	Временные характеристики систем: переходная и весовая функции. Зависимость между временными характеристиками, между временными характеристиками и передаточной функцией. Моделирование временных характеристик.
8.	Передаточные функции при последовательном и параллельном соединении звеньев.
9.	Передаточная функция звена, охваченного обратной связью.
10.	Апериодическое звено первого порядка. Передаточная функция, импульсная характеристика, переходной процесс. Частотные характеристики
11.	Апериодическое звено второго порядка. Передаточная функция, импульсная характеристика, переходной процесс. АФЧХ. Моделирование характеристик.
12.	Реальное интегрирующее звено. Передаточная функция, импульсная характеристика, переходной процесс. АФЧХ. Моделирование характеристик.
13.	Реальное дифференцирующее звено. Передаточная функция, импульсная характеристика, переходной процесс. АФЧХ. Моделирование характеристик.
14.	Колебательное звено. Передаточная функция, импульсная характеристика, переходной процесс. АФЧХ. Моделирование характеристик.
15.	Колебательное звено. Передаточная функция, амплитудно-фазовая, амплитудная и фазовая частотные характеристики. Логарифмические характеристики.
16.	Устойчивость АСУ. Критерий устойчивости Ляпунова. Определение устойчивости системы по ее дифференциальному уравнению.
17.	Частотный критерий устойчивости Михайлова. Моделирование годографа Михайлова.
18.	Критерий устойчивости Найквиста. Моделирование комплексной ЧХ.
19.	Основные параметры переходных процессов. Моделирование переходных процессов..
20.	Оценка ошибок управления в установившемся состоянии при типовых воздействиях.
21.	Косвенные показатели качества (степени устойчивости и колебательности).
22.	Интегральные показатели качества. Моделирование показателей.
23.	Описание объектов управления в пространстве состояний
24.	Преобразование дифференциальных уравнений к нормальной форме Коши
25.	Проектирование САУ. Программное управление. Достижение инвариантности.
26.	Проектирование САУ. Программное управление. Компенсация возмущений.
27.	Системы управления с обратной связью. Обеспечение устойчивости.
28.	Управление по ошибке. Законы регулирования: пропорциональный, интегральный, пропорционально-интегральный, пропорционально-интегрально-дифференциальный.
29.	Расчет параметров регуляторов из условия минимума интегральной квадратичной ошибки с помощью пакета математических программ Mathcad.
30.	Проектирование замкнутой системы по корням характеристического уравнения



### 3.2 Тесты (тестовые задания)

3.2.1 ОПК-3 - Способен использовать математические методы, необходимые для решения задач профессиональной деятельности

№ задания	Тест (тестовое задание)
31.	Замена труда человека в операциях <u>управления</u> называется автоматизацией
32.	Если реакция объекта на несколько одновременно действующих входных воздействий равна сумме реакций на каждое воздействие в отдельности, то для такого объекта справедлив принцип <b>суперпозиции</b>
33.	Принцип суперпозиции справедлив <b>1) только для линейных уравнений</b> 2) только для нелинейных уравнений 3) для уравнений любого типа 4) только для уравнений статики
34.	Дифференциальное уравнение объекта: $T \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} + y(t) = k_1 u(t) + k_2 \frac{dz}{dt} + z(t)$ Передаточная функция объекта по управлению в операторной форме +1) $\frac{k_1}{Tp^2 + p + 1}$ 2) $\frac{k_2}{Tp^2 + p + 1}$ 3) $\frac{k_2 p}{Tp^2 + p + 1}$ 4) $\frac{k_2 p + 1}{Tp^2 + p + 1}$ 5) $\frac{k_1 p}{Tp^2 + p + 1}$
35.	Реакция объекта на ступенчатое единичное воздействие при нулевых начальных условиях 1) импульсный переходный процесс    2) передаточная функция +3) переходный процесс    4) весовая функция
36.	Описание реакции объекта на импульсное воздействие при нулевых начальных условиях 1) импульсный переходный процесс    2) передаточная функция 3) переходный процесс    +4) весовая функция
37.	Переходная и весовая функции связаны соотношением + 1) $h(t) = \int_0^t w(\tau) d\tau$ 2) $h(t) = \int_0^t w(t - \tau) y(\tau) d\tau$ 3) $h(t) = \frac{dw}{dt}$ 4) $h(t) = \int_0^t w(\tau) e^{-s\tau} d\tau$
38.	Передаточная функция аperiодического звена второго порядка 1) $W(s) = \frac{k}{Ts + 1}$ 2) $W(s) = \frac{k}{Ts}$ 3) $W(s) = \frac{k}{(Ts + 1)s}$ +4) $W(s) = \frac{k}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}$
39.	Передаточная функция реального интегрирующего звена 1) $W(s) = \frac{k}{Ts + 1}$ 2) $W(s) = \frac{k}{Ts}$ +3) $W(s) = \frac{k}{(Ts + 1)s}$ 4) $W(s) = \frac{k}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}$
40.	Установите соответствие между значением параметра $\xi$ и типом звена с передаточной

	<p>функцией <math>W(s) = \frac{k}{(T^2 s^2 + 2T\xi s + 1)}</math></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Значение параметра <math>\xi</math></th> <th>Тип звена</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. <math>\xi = 0</math> - В</td> <td rowspan="3">А. Колебательное  Б. Апериодическое  В. Консервативное</td> </tr> <tr> <td>2. <math>0 &lt; \xi &lt; 1</math> -А</td> </tr> <tr> <td>3. <math>\xi \geq 1</math> -Б</td> </tr> </tbody> </table>	Значение параметра $\xi$	Тип звена	1. $\xi = 0$ - В	А. Колебательное  Б. Апериодическое  В. Консервативное	2. $0 < \xi < 1$ -А	3. $\xi \geq 1$ -Б
Значение параметра $\xi$	Тип звена						
1. $\xi = 0$ - В	А. Колебательное  Б. Апериодическое  В. Консервативное						
2. $0 < \xi < 1$ -А							
3. $\xi \geq 1$ -Б							
41.	<p>*Выберите передаточные функции дифференцирующих звеньев</p> <p>+1) <math>W(s) = \frac{ks}{Ts + 1}</math>    +2) <math>W(s) = ks</math>    3) <math>W(s) = e^{-\tau s}</math>    4) <math>W(s) = \frac{ke^{-\tau s}}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}</math></p>						
42.	<p>Изображение по Лапласу единичного ступенчатого воздействия <math>1(t)</math></p> <p>1) <math>s</math>    +2) <math>\frac{1}{s}</math>    3) <math>1</math>    4) <math>0</math></p>						
43.	<p>Импульсное воздействие</p> <p>+1) <math>\delta(t)</math>    2) <math>1(t)</math>    3) <math>\sin t</math>    4) <math>t^2</math></p>						
44.	<p>Зависимость отношения амплитуд гармонических сигналов на выходе и входе линейного звена от частоты сигнала называется _____ частотной характеристикой <b>амплитудной</b></p>						
45.	<p>Зависимость смещения по фазе гармонического сигнала на выходе линейного звена по отношению ко входному от частоты сигнала называется _____ частотной характеристикой <b>фазовой</b></p>						
46.	<p>Амплитудная частотная характеристика звена с частотной передаточной функцией <math>W(j\omega)</math></p> <p>+1) <math>\sqrt{Re(W(j\omega))^2 + Im(W(j\omega))^2}</math>    2) <math>20 \lg(A(\omega))</math></p> <p>3) <math>\arctg\left(\frac{Im(W(j\omega))}{Re(W(j\omega))}\right)</math>    4) <math>Re(W(j\omega)) + Im(W(j\omega))</math></p>						
47.	<p>Комплексная частотная характеристика реального интегрирующего звена</p> <p>1) <math>\frac{k}{T \cdot j \cdot \omega + 1}</math>    2) <math>k(T \cdot j \cdot \omega + 1)</math>    +3) <math>\frac{k}{(T \cdot j \cdot \omega + 1) \cdot j \cdot \omega}</math></p> <p>4) <math>\frac{k}{(T_1 \cdot j \cdot \omega + 1)(T_2 \cdot j \cdot \omega + 1)}</math></p>						
48.	<p>Передаточная функция последовательного соединения звеньев с передаточными функциями <math>W_1(s)</math> и <math>W_2(s)</math></p> <p>+1) <math>W_1(s)W_2(s)</math>    2) <math>W_1(s) + W_2(s)</math>    3) <math>\frac{W_1(s)}{1 + W_1(s)W_2(s)}</math>    4) <math>\frac{1}{1 + W_1(s)W_2(s)}</math></p>						
49.	<p>Система устойчива, если действительные части корней характеристического уравнения</p> <p>1) положительные    +2) отрицательные    3) разных знаков    4) нулевые</p>						
50.	<p>Функцией Михайлова называют</p> <p>1)АФЧХ системы    2)числитель АФЧХ    +3)знаменатель АФЧХ    4)АЧХ системы</p>						
51.	<p>Время регулирования это интервал, в течение которого переходный процесс</p>						

	1) достигнет установившегося значения 2) достигнет заданного значения 3) достигнет установившегося значения с заданной точностью в первый раз +4) достигнет установившегося значения с заданной точностью и больше не отклонится от установившегося значения
52.	Для оценки качества регулирования в системах с колебательными переходными процессами используют интегральный показатель $1) \int_0^T y dt \quad 2) \int_0^T y^2 dt \quad 3) \int_0^T \varepsilon dt \quad + 4) \int_0^T \varepsilon^2 dt$
53.	Для достижения устойчивости системы при неустойчивом объекте управления применяют коррекцию 1) последовательную 2) параллельную +3) встречно-параллельную (отрицательную обратную связь) 4) встречно-параллельную (положительную обратную связь)
54.	Выберите передаточную функцию ПИ-регулятора $1) W(s) = k_n + k_o s + \frac{k_u}{s} \quad 2) W(s) = k_n + k_o s \quad +3) W(s) = k_n + \frac{k_u}{s}$ $4) W(s) = k_n$
55.	Передаточная функция объекта по управлению равна $W_{yu}(s) = \frac{k_u}{Ts + 1},$ пропорционально – интегрального регулятора - $W_{ue}(s) = k_n + \frac{k_i}{s}.$ Передаточная функция по заданию замкнутой системы с единичной отрицательной обратной связью равна $+1) \Phi_{yg}(s) = \frac{k_u \cdot (k_n \cdot s + k_i)}{(Ts + 1)s + k_u \cdot (k_n \cdot s + k_i)}$ $2) \Phi_{yg}(s) = \frac{k_u \cdot (k_n \cdot s + k_i)}{(Ts + 1)s - k_u \cdot (k_n \cdot s + k_i)}$ $3) \Phi_{yg}(s) = \frac{1}{(Ts + 1)s + k_u \cdot (k_n \cdot s + k_i)}$ $4) \Phi_{yg}(s) = \frac{k_u}{(Ts + 1)s - k_u \cdot (k_n \cdot s + k_i)}$

### 3.3 Кейс - задания

**3.3.1 ОПК-3 - Способен использовать математические методы, необходимые для решения задач профессиональной деятельности**

56. Для реального интегрирующего звена с параметрами  $T=4$  и  $k=2$  записать передаточную функцию и изображение по Лапласу переходной функции. Получить в среде Mathcad выражения для переходной и весовой функций, построить их графики. Записать выражение для комплексной частотной характеристики и построить её график в интервале частот от 0 до 4 с шагом 0.01.

**Ответ.**

Передаточная функция

$$T1=4 \quad k=2$$

$$W(s) = \frac{k}{(T1 \cdot s + 1) \cdot s}$$

Изображение по Лапласу переходной функции

$$H(s) = \frac{W(s)}{s}$$

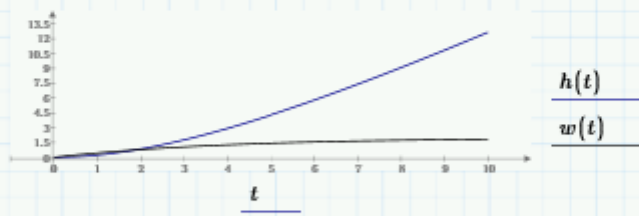
Переходная функция

$$h1(t) = H(s) \xrightarrow{\text{invlaplace}} 8 \cdot e^{-t/4} + (2 \cdot t - 8)$$

$$h(t) = h1(t) \cdot \Phi(t)$$

Весовая функция

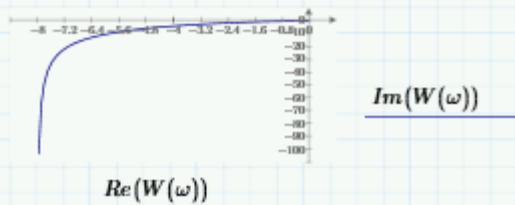
$$w(t) = \frac{d}{dt} h1(t) \cdot \Phi(t)$$



Комплексная частотная характеристика

$$j = \sqrt{-1} \quad W(\omega) = \frac{k}{(T1 \cdot j \cdot \omega + 1) \cdot j \cdot \omega}$$

$$\omega = 0, 0.01 \dots 4$$



57. Для апериодического звена второго порядка с параметрами  $T=4$ ,  $\xi=2$  и  $k=2$  записать передаточную функцию и изображение по Лапласу переходной функции. Получить в среде Mathcad выражения для переходной и весовой функций, построить их графики. Записать выражение для комплексной частотной характеристики и построить её график в интервале частот от 0 до 10 с шагом 0.01.

**Ответ.**

Передаточная функция

$$T:=4 \quad \xi:=2 \quad k:=2$$

$$W(s) := \frac{k}{T^2 \cdot s^2 + 2 \cdot \xi \cdot T \cdot s + 1}$$

Изображение по Лапласу переходной функции

$$H(s) := \frac{W(s)}{s}$$

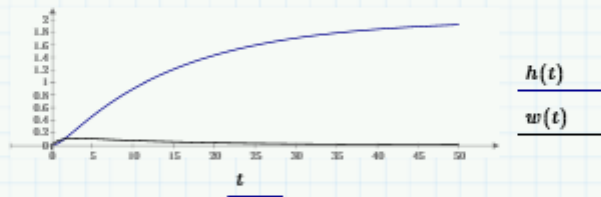
Переходная функция

$$h_1(t) := H(s) \xrightarrow{\text{invlaplace}} \frac{-\left(4 \cdot \sqrt{3} \cdot e^{-\frac{t}{2}} \cdot \sinh\left(\frac{t \cdot \sqrt{3}}{4}\right)\right) + \left(6 - 6 \cdot \cosh\left(\frac{t \cdot \sqrt{3}}{4}\right) \cdot e^{-\frac{t}{2}}\right)}{3}$$

$$h(t) = h_1(t) \cdot \Phi(t)$$

Весовая функция

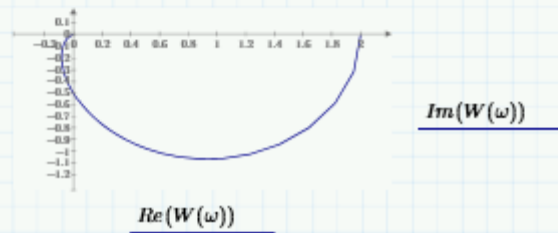
$$w(t) := \frac{d}{dt} h_1(t) \cdot \Phi(t)$$



Комплексная частотная характеристика

$$j = \sqrt{-1} \quad W(\omega) = \frac{k}{T^2 \cdot (j \cdot \omega)^2 + 2 \cdot \xi \cdot T \cdot j \cdot \omega + 1}$$

$\omega = 0, 0.01 \dots 10$



58. Для колебательного звена второго порядка с параметрами  $T=4$ ,  $\xi=0.2$  и  $k=2$  записать передаточную функцию и изображение по Лапласу переходной функции. Получить в среде Mathcad выражения для переходной и весовой функций, построить их графики. Записать выражение для комплексной частотной характеристики и построить её график в интервале частот от 0 до 10 с шагом 0.01.

Передаточная функция  
 $T:=4 \quad \xi:=0.2 \quad k:=2$

$$W(s) := \frac{k}{T^2 \cdot s^2 + 2 \cdot \xi \cdot T \cdot s + 1}$$

Изображение по Лапласу переходной функции

$$H(s) := \frac{W(s)}{s}$$

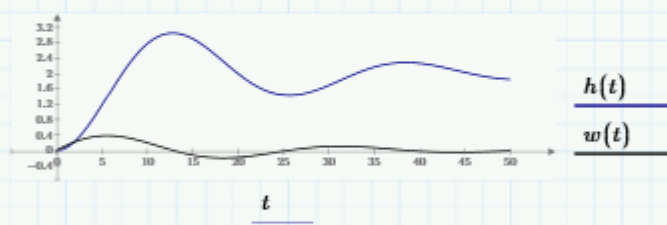
Переходная функция

$$h_1(t) := H(s) \xrightarrow[\text{float, 3}]{\text{invlaplace}} -0.408 \cdot e^{-0.05 \cdot t} \cdot \sin(0.245 \cdot t) + (2.0 - 2.0 \cdot \cos(0.245 \cdot t)) \cdot e^{-0.05 \cdot t}$$

$$h(t) := h_1(t) \cdot \Phi(t)$$

Весовая функция

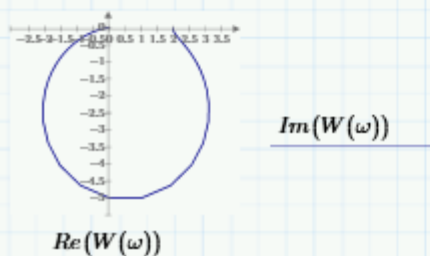
$$w(t) := \frac{d}{dt} h_1(t) \cdot \Phi(t)$$



Комплексная частотная характеристика

$$j := \sqrt{-1} \quad W(\omega) := \frac{k}{T^2 \cdot (j \cdot \omega)^2 + 2 \cdot \xi \cdot T \cdot j \cdot \omega + 1}$$

$\omega := 0, 0.01 \dots 10$



59. Для ПИ-регулятора и колебательного звена с параметрами  $T=4$ ,  $\xi=0.2$  и  $k=2$ , соединенных последовательно, провести по критерию Михайлова исследование влияния параметров регулятора на устойчивость замкнутой системы, полученной охватом последовательно соединенных регулятора и звена единичной отрицательной обратной связью. При решении записать передаточные функции разомкнутой и замкнутой систем, функцию Михайлова и построить 4-8 годографов, выбирая значения  $k_p$  из интервалов  $[1, 5]$ ,  $(0.1, 0.5]$ . Провести анализ и сделать вывод.

**Возможное решение**

$$T=4 \quad \xi=0.2 \quad k=2$$

Передаточная функция разомкнутой системы

$$W_{\text{раз}}(s) = \frac{k}{T^2 \cdot s^2 + 2 \cdot \xi \cdot T \cdot s + 1} \cdot \left( kp + \frac{ki}{s} \right) +$$

Передаточная функция замкнутой системы

$$W_{\text{зам}}(s) = \frac{k \cdot (kp \cdot s + ki)}{(T^2 \cdot s^2 + 2 \cdot \xi \cdot T \cdot s + 1) \cdot s + k \cdot (kp \cdot s + ki)}$$

$$j = \sqrt{-1}$$

Функция Михайлова

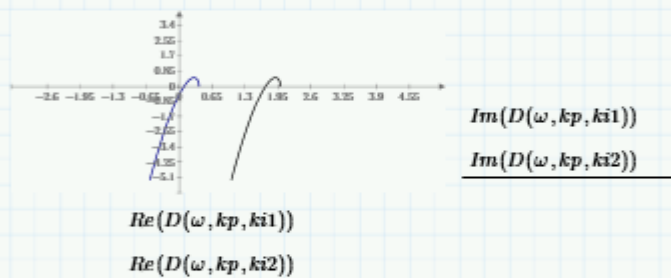
$$D(\omega, kp, ki) = (T^2 \cdot (j \cdot \omega)^2 + 2 \cdot \xi \cdot T \cdot j \cdot \omega + 1) \cdot (j \cdot \omega) + k \cdot (kp \cdot (j \cdot \omega) + ki)$$

$$kp=1$$

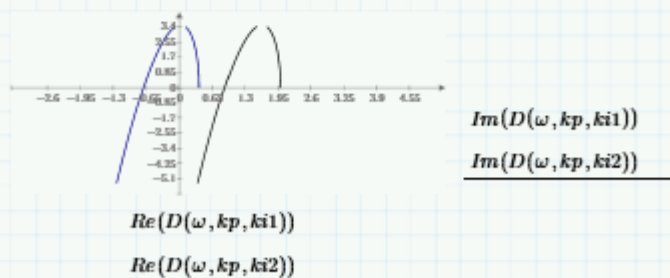
$$ki1=0.2$$

$$ki2=1$$

$$\omega = 0, 0.01 \dots 10$$



$$kp=5$$



Чтобы система была устойчива, годограф функции Михайлова должен начинаться на правой действительной полуоси при  $\omega$  равном 0 и пройти последовательно три четверти против часовой стрелки с увеличением  $\omega$ . Таким образом для  $kp=5$  и  $ki=0,2$  система будет устойчива, а с уменьшением  $kp$  и увеличением  $ki$  устойчивость теряется.

## 3.4 Вопросы к лабораторным работам

### 3.4.1 Компетенция ОПК-3

60. Как записать характеристическое уравнение для дифференциального уравнения?
61. Как записать общее решение однородного дифференциального уравнения для действительных различных и повторяющихся корней характеристического уравнения?
62. Как записать общее решение однородного дифференциального уравнения для комплексных корней характеристического уравнения?
63. Как получить решение дифференциального уравнения с помощью преобразований Лапласа (на примере конкретного уравнения) в среде Mathcad?
64. Как получить приближенное решение дифференциального уравнения второго порядка одним из численных методов в среде Mathcad?
65. Что такое переходной процесс, импульсная характеристика, передаточная функция?
66. Что такое «единичная функция» и «дельта-функция»?
67. Как перейти от дифференциального уравнения к передаточной функции и наоборот?
68. Как связаны передаточная функция, переходная и весовая функции?
69. Как получить переходную функцию в среде Mathcad, имея математическую модель объекта?

70. Как по переходному процессу восстановить передаточную функцию объекта?
71. Что такое амплитудная, фазовая частотные характеристики, ЛАХ, АФЧХ?
72. Что такое частота среза и полоса пропускания ЛАХ?
73. Как построить частотные характеристики для апериодического звена первого порядка, звеньев второго порядка, реальных интегрирующего и дифференцирующего звеньев в среде Mathcad?
74. Как получить амплитудную и фазовую частотные характеристики при последовательном и параллельном соединении звеньев?
75. Как построить асимптотическую ЛАХ по передаточной функции в среде Mathcad?
76. Как формулируется общее определение устойчивости системы (движения) по Ляпунову?
77. Как оценить устойчивость по коэффициентам и корням характеристического уравнения системы?
78. Как определить устойчивость системы с помощью алгебраических критериев?
79. Что такое годограф Михайлова и как определяется устойчивость по критерию Михайлова в среде Mathcad?
80. Как определить устойчивость замкнутой системы по АФЧХ разомкнутой по критерию Найквиста?
81. Что такое замкнутая система автоматического регулирования (САР)? Как записать ее передаточную функцию?
82. Какие элементы образуют типовую замкнутую САР?
83. Какую функцию в системе выполняет регулирующее устройство?
84. Какие законы регулирования реализуются регуляторами?
85. Какие показатели качества регулирования вы знаете?
86. Как определить значение установившейся ошибки при постоянном входном воздействии?
87. Как получить нулевую установившуюся ошибку при постоянном входном воздействии?
88. Как влияет частота среза ЛАХ на время регулирования?
89. Как сформулировать и записать условие выбора параметров регулирующего устройства?

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

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 – Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 – Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине **«Основы теории управления»** применяется балльно-рейтинговая система.

**Рейтинговая система** оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий, показателем ФОС является текущий опрос в виде собеседования, сдачи тестов, кейс-заданий, задач и сдачи разделов курсового проекта по предложенной преподавателем теме, за каждый правильный ответ студент получает 5 баллов (зачтено - 5, незачтено - 0). Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре 50.

**Балльная система** служит для получения экзамена и/или зачета по дисциплине.

Максимальное число баллов за семестр – 100.

Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре – 50.

Максимальное число баллов на экзамене и/или зачете – 50.

Минимальное число баллов за текущую работу в семестре – 30.



Студент, набравший в семестре менее 30 баллов, может заработать дополнительные баллы, отработав соответствующие разделы дисциплины или выполнив обязательные задания, для того, чтобы быть допущенным до экзамена и/или зачета.

Студент, набравший за текущую работу менее 30 баллов, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до экзамена и/или зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на экзамен и/или зачет.

В случае неудовлетворительной сдачи экзамена и/или зачета студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче экзамена и/или зачета количество набранных студентом баллов на предыдущем экзамене и/или зачете не учитывается.

Экзамен и/или зачет может проводиться в виде тестового задания и кейс-задач или собеседования и кейс-заданий и/или задач.

Для получения оценки «отлично» суммарная балльно-рейтинговая оценка обучающегося по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять 85 и выше баллов;

- оценки «хорошо» суммарная балльно-рейтинговая оценка обучающегося по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять от 75 до 84 баллов;

- оценки «удовлетворительно» суммарная балльно-рейтинговая оценка обучающегося по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять от 60 до 74 баллов;

- оценки «неудовлетворительно» суммарная балльно-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять менее 60 баллов.

Для получения оценки «зачтено» суммарная балльно-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на зачете должна быть не менее 60 баллов.

## 5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки или (продукт процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
<b>Компетенция ОПК-3:</b> <i>Способен использовать математические методы, необходимые для решения задач профессиональной деятельности</i>					
<i>ИД<sub>2опк-3</sub> - обладает навыками работы с современными математическими программными пакетами для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем</i>					
<b>Знает:</b> современные математические программные пакеты	Собеседование (зачет)	Знание методов анализа объектов и систем управления во временной и частотной областях с применением пакетов математических программ	обучающийся ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Тест	Результат тестирования	60% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 60% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Умеет:</b> получать временные и частотные характеристики объектов и систем управления, проводить анализ устойчивости систем качества управления с помощью	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение получать переходные процессы и частотные характеристики объектов и систем управления, проводить анализ устойчивости систем и качества управления с помощью пакетов математических программ	обучающийся активно участвовал в выполнении работы, получил и обработал результаты эксперимента, проанализировал их, допустил не более 5 ошибок в ответах на вопросы при защите лабораторной работы	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся выполнял роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклада в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)

пакетов математических программ					
<b>Владеет:</b> навыками работы с современными математическими программными пакетами для решения прикладных задач теории управления автоматизированных систем	Кейс-задание	Содержание решения	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	не зачтено	Не освоена (недостаточный)