

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Б1.В.ДВ.02.02</b> <small>(индекс дисциплины)</small>	<b>Синтез нелинейных систем автоматизации</b> <small>(Наименование дисциплины)</small>
--	---

Кафедра: **1** Информационно-измерительных технологий и систем управления  
Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: **15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Профиль подготовки: **Системы автоматизации и управления технологическими процессами**

Уровень образования : **магистратура**

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>180</b>		<b>180</b>
	Аудиторные занятия	<b>36</b>		<b>10</b>
	Лекции			
	Лабораторные занятия	18		4
	Практические занятия	18		6
	Самостоятельная работа	108		161
	Промежуточная аттестация	<b>36</b>		<b>9</b>
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	3		3
	Зачет			
	Курсовая работа	3		3
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>5</b>		<b>5</b>

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная			<b>5</b>							
Очно-заочная										
Заочная			<b>5</b>							

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным  
государственным образовательным стандартом высшего образования  
по направлению подготовки 150404

На основании учебных планов № m150404  
zm150404

Кафедра-разработчик: Информационно-измерительных технологий и систем управления

Заведующий кафедрой: Сидельников В.И.

### **СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра: Информационно-измерительных технологий и систем управления

Заведующий кафедрой: Сидельников В.И.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области организации и проведении исследований нелинейных систем автоматического управления производственными процессами с использованием стандартных программных средств; участие в разработке и внедрении нелинейных систем автоматического регулирования на предприятиях.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Изучение методов расчета и проектирования нелинейных систем автоматического управления производственными процессами и области их применения

- оптимального и адаптивного управления.

Формирование у студентов практических навыков расчета и проектирования нелинейных систем автоматического управления производственными процессами.

- Приобретение теоретических знаний и практических навыков по эксплуатации нелинейных систем автоматического управления производственными процессами.

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК- 1	способностью разрабатывать технические задания на модернизацию и автоматизацию действующих производственных и технологических процессов и производств, технических средств и систем автоматизации, управления, контроля, диагностики и испытаний, новые виды продукции, автоматизированные и автоматические технологии ее производства, средства и системы автоматизации, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством;	2
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) новые виды и средства автоматизированных и автоматических систем, систем управления процессами жизненным циклом продукции и ее качества; 2) современную технику автоматизации и управления; новые технические и технологические возможности создания САУ. Уметь: 1) разрабатывать ТЗ по модернизации автоматизированных и автоматических систем управления производством, процессами, жизненным циклом продукции; 2) ставить задачи модернизации систем автоматизации и управления; 3) совершенствовать средства и системы автоматизации и управления. Владеть: 1) способами использования технических средств автоматизации и управления; 2) практическими навыками настройки, наладки и работы с системами и средствами автоматизации и управления.		
ПК- 4	способностью разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты автоматизированных и автоматических производств различного технологического и отраслевого назначения, технических средств и систем автоматизации	2

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
	управления, контроля, диагностики и испытаний, систем управления жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизации проектирования, отечественного и зарубежного опыта разработки конкурентоспособной продукции, проводить технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостной анализ эффективности проектов, оценивать их инновационный потенциал и риски;	
<p><b>Планируемые результаты обучения</b></p> <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) иметь способность разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, предложения и мероприятия по реализации разработанных проектов;</li> <li>2) технические средства и системы автоматизации управления, контроля, диагностики и испытаний.</li> </ol> <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты, техническую документацию, предложения и мероприятия по реализации разработанных проектов;</li> <li>2) проводить технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостной анализ эффективности проектов.</li> </ol> <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) практическими навыками разработки методических и нормативных документов, предложений и мероприятий по реализации разработанных проектов;</li> <li>2) оценкой инновационного потенциала и рисков эскизных, технических и рабочих проектов.</li> </ol>		
ПК- 5	способностью разрабатывать функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств, их элементов, технического, алгоритмического и программного обеспечения на базе современных методов, средств и технологий проектирования;	2
<p><b>Планируемые результаты обучения</b></p> <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств;</li> <li>2) техническое, алгоритмическое и программное обеспечение автоматизированных и автоматических производств.</li> </ol> <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) формулировать критерии для оценки технического, алгоритмического и программного обеспечения автоматизированных и автоматических производств;</li> <li>2) разрабатывать функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств, их элементов.</li> </ol> <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) методами и навыками определения инноваций при проектировании эскизного, технического и рабочего проектов;</li> <li>2) навыками экономической оценки организации автоматизированных и автоматических производств, их элементов.</li> </ol>		
ПК- 6	способностью осуществлять модернизацию и автоматизацию действующих и проектирование новых автоматизированных и автоматических производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных средств и систем технологической подготовки производства, разрабатывать и практически реализовывать средства и системы автоматизации и управления различного назначения	2

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
<b>Планируемые результаты обучения</b>		
Знать:		
1) действующие автоматизированные и автоматические производственные и технологические процессы, системы технологической подготовки производства;		
2) средства и системы автоматизации и управления различного назначения.		
Уметь:		
1) осуществлять модернизацию и автоматизацию действующих и проектирование новых автоматизированных и автоматических производственных и технологических процессов;		
2) использовать автоматизированные средства и системы технологической подготовки производства;		
3) разрабатывать и практически реализовывать средства и системы автоматизации и управления различного назначения.		
Владеть:		
1) навыками разработки и реализации средств и систем автоматизации и управления;		
2) методами использования автоматизированных средств и систем технологической подготовки производства.		

**1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:**

- Современные технические средства автоматизации и управления (ПК-1), (ПК-6)
- Производственная практика(практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) (ПК-1), (ПК-4), (ПК-5), (ПК-6)
- Проектирование систем автоматизации и управления (ПК-4), (ПК-6)
- Метрологическое обеспечение систем автоматизации и управления (ПК-4), (ПК-6)
- Информационные измерительные системы в составе АСУТП (ПК-4), (ПК-6)
- Компьютерные технологии в области автоматизации (ПК-6)

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Обзор методов исследования нелинейных систем автоматического управления</b>			
Тема 1. Методы исследования нелинейных систем автоматического управления. Исследование устойчивости нелинейных систем управления Синтез нелинейных систем автоматического управления. Методы исследования нелинейных систем автоматического управления.	17		26
Тема 2. Общая схема решения задачи параметрического синтеза систем автоматического управления обобщенным методом Галеркина. Математические модели нелинейных элементов Постановка задачи синтеза и общая схема ее решения Построение математической модели желаемого программного движения произвольно высокого порядка Аппроксимация программного движения высокого порядка основными составляющими и выбор системы координатных функций Синтез САУ с несколькими нелинейными элементами	17		26
<b>Текущий контроль 1. Коллоквиум</b>	2		2
<b>Учебный модуль 2. Синтез параметров систем управления различных классов. Часть первая</b>			
Тема 3. Синтез кусочно-линейных систем управления с амплитудно-импульсной модуляцией Синтез систем управления с однозначными кусочно-линейными характеристиками произвольного вида. Синтез САУ с неоднозначными нелинейными элементами. Синтез кусочно-линейных САУ при программных	17		26

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
движениях произвольного вида. Синтез систем управления с АИМ при не стационарности параметров объекта управления.			
Тема 4. Синтез нелинейных САУ с широтно- и частотно-импульсной модуляцией Системы автоматического управления с широтно-импульсной модуляцией. Системы автоматического управления с частотно-импульсной модуляцией. Исследование и синтез.	17		26
<b>Текущий контроль 2.</b> Коллоквиум	2		
<b>Учебный модуль 3.</b> Синтез параметров систем управления различных классов. Часть вторая			
Тема 5. Синтез параметров систем автоматического управления с алгебраическими нелинейными характеристиками Методы аппроксимации нелинейных характеристик. Синтез параметров систем управления при алгебраической (степенной) аппроксимации характеристик нелинейных элементов. Синтез параметров систем управления, содержащих нелинейные элементы с несимметричными характеристиками.	17		26
Тема 6. Параметрический синтез систем, содержащих объекты управления с экстремальными характеристиками САУ со стационарной экстремальной характеристикой объекта управления. Системы экстремального регулирования с запоминанием экстремума. Синтез параметров экстремальной системы автоматического управления.	17		26
<b>Текущий контроль 3.</b> Коллоквиум	2		
<b>Курсовая работа</b>	<b>36</b>		<b>13</b>
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине Экзамен</b>	<b>36</b>		<b>9</b>
<b>ВСЕГО:</b>	<b>180</b>		<b>180</b>

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Не предусмотрено.

#### 3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	Использование математических методов для исследования нелинейных систем. Решение задач.	3	6			3	3
3	Синтез кусочно-линейных систем управления с амплитудно-импульсной модуляцией. Решение задач. Коллоквиум.	3	3				
4	Синтез нелинейных сау с широтно- и частотно-импульсной модуляцией. Решение задач.	3	3				
5	Синтез параметров систем автоматического управления с алгебраическими нелинейными характеристиками. Решение задач.	3	3				
6	Параметрический синтез	3	3			3	3

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	систем, содержащих объекты управления с экстремальными характеристиками. Решение задач. Коллоквиум.						
<b>ВСЕГО:</b>			<b>18</b>				<b>6</b>

### 3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	Использование MATLAB для исследования нелинейных систем.	3	6			3	2
3	Синтез кусочно-линейных систем управления с амплитудно-импульсной модуляцией.	3	3				
4	Синтез нелинейных САУ с широтно- и частотно-импульсной модуляцией.	3	3				
5	Синтез параметров систем автоматического управления с алгебраическими нелинейными характеристиками.	3	3			3	2
6	Параметрический синтез систем, содержащих объекты управления с экстремальными характеристиками.	3	3				
<b>ВСЕГО:</b>			<b>18</b>				<b>4</b>

## 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

### 4.1. Цели и задачи курсовой работы

Углубление и закрепление знаний по дисциплине «Синтез нелинейных систем автоматизации», полученных при изучении лекционного материала.

В рамках выполнения курсовой работы произведен синтез управления с использованием линейной агрегированной макропеременной и нелинейной агрегированной макропеременной, произведено графическое построение реакции данной системы на синтезированное управление, произведено сравнение полученных результатов.

### 4.2. Тематика курсовой работы

Синтез управления методом аналитического конструирования оптимальных регуляторов по передаточной функции объекта.

Объект управления выбирается по согласованию с преподавателем.

### 4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Работа выполняется индивидуально, с использованием специализированного программного средства описания алгоритмов решения инженерных задач РТС Mathcad.

Результаты представляются в виде пояснительной записки объемом около 1 п.л., содержащей следующие обязательные элементы:

- Содержание
- Введение
- Задание на курсовой проект
- Синтез управления выбранным методом

- Разработка цифровой модели системы в среде Mathcad
- Разработка цифровой модели системы в среде Mathcad с учетом ограничений на определенную фазовую координату
- Заключение
- Список использованных источников.

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1, 2, 3	Коллоквиум	3	3				
1	Коллоквиум					3	1

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	3	30			3	58
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	3	42			3	90
Выполнение курсовой работы	3	36			3	13
Подготовка к экзамену	3	36			3	9
	<b>ВСЕГО: 108+36</b>					<b>161+9</b>

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрено.

### 7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

#### а) основная учебная литература

1. Гаврилов А.Н. Теория автоматического управления технологическими объектами (линейные системы) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гаврилов А.Н., Барметов Ю.П., Хвостов А.А.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016.— 244 с («IPR books»: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/50645>).

2. Ким, Д.П. Алгебраические методы синтеза систем автоматического управления [Электрон. ресурс]/ Д.П.Ким.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 164с. («КнигаФонд»: Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/174556>).

#### б) дополнительная учебная литература

3. Машунин, Ю.К. Теория управления. Математический аппарат управления в экономике [Электрон. ресурс]: учебное пособие./ Ю.К.Машунин. - М.: Логос, 2013. - 442с. («КнигаФонд»: Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/172154>).

4. Математические методы теории управления. Проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости [Электрон. ресурс]/ А.В.Ильин [и др.]. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 198 с. («КнигаФонд»: Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/174593>).

### 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Петраков, Ю. В. Теория автоматического управления технологическими системами [Текст] : учеб. пособие / Ю.В.Петраков; О.М.Драчев. Рек УМО по университет. политехн. образ. для студ. вузов, обуч. по напр. подгот.220100. –Старый Оскол: ТНТ,2013. - 352с.



### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/>
2. Сайт кафедры математики Университета Мэдисон, Висконсин [Электронный ресурс]. URL: <http://www.math.wisc.edu/undergraduate/mathlab>
3. Мультимедийный портал . PTC Mathcad предназначенный для поддержки программного обеспечения для инженерных вычислений [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.ptc.com/product/mathcad>
4. Научная библиотека. Энциклопедия кибернетики. Нелинейные системы управления [Электронный ресурс]. URL: [http://edu.sernam.ru/book\\_kiber2.php?id=93](http://edu.sernam.ru/book_kiber2.php?id=93)

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013
3. PTC Mathcad 15

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

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом.
2. Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и выходом в Интернет.

### 8.6. Иные материалы

Раздаточные материалы по темам курса.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Практические занятия	Работа с текстами из списка основной учебной литературы, решение задач по различным тематикам, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Изучение теоретического материала дисциплины на занятиях с использованием компьютерных технологий.
Лабораторные занятия	Методические указания для проведения лабораторных работ в электронном виде. Защита лабораторных работ.
Самостоятельная работа	Изучение научной, учебной и др. литературы. Отбор необходимого материала; проведение практических исследований по теме, формулирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по достижению поставленной цели и задач. Требования к оформлению курсовой работы находятся в методических материалах по дисциплине. Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в теме коллоквиумов. Подготовить презентацию доклада на коллоквиуме по выбранной теме. При подготовке к экзамену необходимо проработать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, Проанализировать результаты выполнения курсовой работы, лабораторных и практических занятий.

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК- 1(2)	1. Ориентируется в классификации и методах нелинейных систем автоматического управления. 2. Определяет необходимость модернизации систем автоматизации и управления действующих производственных и технологических процессов и производств; 3. Осуществляет синтез параметров систем управления различных классов.	1. Устное собеседование 2. Практическое задание 3. Курсовая работа	1. Перечень вопросов к экзамену (28 вопросов) 2. Практические задания (10 заданий) 3. Перечень тем КР (10 тем)
ПК- 4(2)	1. Излагает методы синтеза систем автоматического управления 2. Демонстрирует умение применения изученных методов управления системами автоматизации управления и контроля. 3. Использует теоретические знания по методам исследования нелинейных систем автоматического управления для решения практических задач.	1. Устное собеседование 2. Практическое задание 3. Курсовая работа	1. Перечень вопросов к экзамену (28 вопросов) 2. Практические задания (10 заданий) 3. Перечень тем КР (10 тем)
ПК- 5(2)	1. Понимает особенности подхода к решению задачи синтеза параметров систем управления. 2. Использует необходимое алгоритмическое и программное обеспечение для моделирования и изучения систем автоматического управления. 3. Разрабатывает функциональную и логическую организацию систем автоматического управления и их элементов.	1. Устное собеседование 2. Практическое задание 3. Курсовая работа	1. Перечень вопросов к экзамену (28 вопросов) 2. Практические задания (10 заданий) 3. Перечень тем КР (10 тем)
ПК- 6(2)	1. Ориентируется в назначении, требованиях и возможностях задачи параметрического синтеза систем автоматического управления. 2. Выполняет исследование свойств систем управления и автоматизации для дальнейшей их модернизации. 3. Обладает навыками разработки систем автоматического управления, в которых параметры объекта изменяются неизвестным образом.	1. Устное собеседование 2. Практическое задание 3. Курсовая работа	1. Перечень вопросов к экзамену (28 вопросов) 2. Практические задания (10 заданий) 3. Перечень тем КР (10 тем)

### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

#### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Практическое задание
отлично	<p>Ответ студента содержит:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>глубокое знание программного материала, а также основного содержания и новаций лекционного курса, по сравнению с учебной литературой;</li> <li>знание концептуально-понятийного аппарата всего курса;</li> <li>знание монографической литературы</li> </ul>	<p>Практическое задание выполнено в полном объеме с соблюдением требуемой последовательности действий, самостоятельно. Правильно выбраны параметры и оборудование. Выполнены условия и режимы, обеспечивающие получение</p>

	по курсу, а также свидетельствует о способности: самостоятельно критически оценивать основные положения курса; увязывать теорию с практикой. Оценка «отлично» не ставится в случаях систематических пропусков студентом занятий по неуважительным причинам, а также неправильных ответов на дополнительные вопросы преподавателя.	правильных результатов и выводов.
хорошо	Ответ студента свидетельствует: о полном знании материала по программе; о знании рекомендованной литературы, а также содержит в целом правильное, но не всегда точное и аргументированное изложение материала. Оценка «хорошо» не ставится в случаях пропусков студентом семинарских и лекционных занятий по неуважительным причинам.	Выполнены требования к оценке «отлично», но было допущено два-три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочета.
удовлетворительно	Ответ студента содержит: поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии курса; стремление логически четко построить ответ, а также свидетельствует о возможности последующего обучения.	Работа выполнена не полностью но объём выполненной части таков, что позволяет получить правильный результат и вывод; если в ходе выполнения приема были допущены ошибки.
неудовлетворительно	Ставится студенту, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала.	Работа выполнена не полностью и объём выполненной части работ не позволяет сделать правильных выводов; если приемы выполнялись неправильно.

## 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

### 10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Какие системы относят к нелинейным? Как квалифицируют нелинейные системы?	1
2	Что отличает поведение нелинейных систем от линейных?	1
3	Какие предельные циклы существуют и о чем позволяют судить?	1
4	Что представляет собой метод фазовой плоскости? На какие вопросы при исследовании поведения нелинейных систем он позволяет ответить?	1
5	Какие задачи решаются с помощью метода изоклин и как?	1
6	Какова причина возникновения автоколебаний в нелинейных системах?	1
7	Каковы предпосылки и обоснования возможности применения частотных методов исследования нелинейных систем?	1
8	Что представляет собой эквивалентная передаточная функция нелинейного элемента? Из каких соображений она получается?	1
9	Как определяются параметры предельных циклов с использованием понятия эквивалентной передаточной функции нелинейного элемента?	1
10	Рассмотрите пример гармонической линеаризации какой-либо нелинейности.	1
11	Как определяется устойчивость предельных циклов с помощью критерия Михайлова?	1
12	В чем заключается цель исследования связи параметров системы с параметрами автоколебаний?	1

13	Какие задачи и как позволяет решать метод Гольдфарба?	1
14	Какие задача и как решаются с помощью метода Попова?	1
15	Как формулируется задача синтеза нелинейной системы и общая схема ее решения ?	2
16	Как осуществляется построение математической модели желаемого программного движения произвольно высокого порядка ?	2
17	В чем заключается аппроксимация программного движения высокого порядка основными составляющими и выбор системы координатных функций	2
18	Что понимается под синтезом САУ с несколькими нелинейными элементами ?	2
19	Как осуществляется синтез систем управления с однозначными кусочно-линейными характеристиками произвольного вида ?	3
20	Как осуществляется синтез САУ с неоднозначными нелинейными элементами ?	3
21	В чем заключается синтез кусочно-линейных САУ при программных движениях произвольного вида?	3
22	Как осуществляется синтез систем управления с АИМ при не стационарности параметров объекта управления	3
23	Что представляют собой САУ с широтно-импульсной модуляцией ?	4
24	Что представляют собой САУ с частотно-импульсной модуляцией ?	4
25	В чем заключаются методы аппроксимации нелинейных характеристик?	5
26	Как осуществляется синтез параметров систем управления при алгебраической (степенной) аппроксимации характеристик нелинейных элементов ?	5
27	Как осуществляется синтез параметров систем управления, содержащих нелинейные элементы с несимметричными характеристиками	6
28	В чем заключается параметрический синтез систем, содержащих объекты управления с экстремальными характеристиками ?	6

**10.2.2. Вариант примерных типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ
1	<p>Дано описание автономной системы в пространстве состояний:</p> $\dot{x} = Ax, \quad A = \begin{vmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}$ <p>Требуется проверить устойчивость системы вторым методом Ляпунова, решив матричное уравнение:</p> $A^T B + BA = (-C).$ $A^T = \begin{vmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}.$ <p>Определить знак матрицы C критерием Сильвестра.</p> $C = \begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{vmatrix}.$ $B = \begin{vmatrix} 5 & 2 \\ 2 & 3 \end{vmatrix}.$ <p>Значения матрицы B:</p>	исходная система не устойчива
2	<p>Передаточная функция системы имеет вид:</p> $W = \frac{2p}{(p+3)(p+7)(p+1)}$ <p>Проверить систему на устойчивость. Исследовать устойчивость системы с помощью критерия Гурвица.</p>	система устойчива

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

**10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и защите курсовой работы и порядок ликвидации академической задолженности**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

**10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная

**10.3.3. Особенности проведения экзамена и защиты курсовой работы**

При проведении экзамена время, отводимое на подготовку к ответу, составляет не более 40 мин.

Время, отводимое на защиту курсовой работы, не должно превышать 15 мин, включая краткий доклад по результатам курсовой работы и ответы на вопросы.