

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
 ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

УТВЕРЖДАЮ  
 Первый проректор,  
 проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

30.06.2020

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Б1. В.13</b>	Синтез и оптимизация в задачах проектирования систем управления
<i>(Индекс дисциплины)</i>	<i>(Наименование дисциплины)</i>
Кафедра: <input type="text" value="1"/>	Автоматизации производственных процессов
<i>Код</i>	<i>Наименование кафедры</i>
Направление подготовки:	15.03.04. Автоматизация технологических процессов и производств
Профиль подготовки:	Автоматизация технологических процессов и управления в многоотраслевых производственных комплексах
Уровень образования:	Бакалавриат

### 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>144</b>		<b>144</b>
	Аудиторные занятия	68		12
	Лекции	34		8
	Лабораторные занятия	-		-
	Практические занятия	34		4
	Самостоятельная работа	76		128
	Промежуточная аттестация	-		4
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	-		-
	Зачет	6		8
	Контрольная работа	-		8
	Курсовой проект (работа)	-		-
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>4</b>		<b>4</b>

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная						<b>4</b>						
Очно-заочная												
Заочная							<b>0.5</b>	<b>3.5</b>				

Санкт-Петербург  
 2020

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.04 автоматизация технологических процессов и производств

## 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1:	Базовая	<input type="checkbox"/>	Обязательная	<input checked="" type="checkbox"/>	Дополнительно является факультативом	<input type="checkbox"/>
	Вариативная	<input checked="" type="checkbox"/>	По выбору	<input type="checkbox"/>		

### 1.2. Цель дисциплины.

Сформировать компетенции обучающегося в области теории и практики проектирования систем управления с использованием прикладных методов параметрического синтеза и оптимизации:

- способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решений проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального решения;
- способности решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;
- способностью собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством;
- способностью участвовать в работах по расчету и проектированию средств и систем автоматизации с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования.

### 1.3. Задачи дисциплины:

- Рассмотреть основные направления профессиональной деятельности в области проектирования систем автоматизации технологических параметров с использованием современных информационных технологий и с учетом требований современного производства;
- Рассмотреть современные методы параметрического синтеза систем автоматизации технологических процессов с использованием компьютерных технологий
- Рассмотреть методы анализа качества синтезированных систем на основе численного моделирования технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.
- Разработать алгоритмическое и программное обеспечение для параметрической оптимизации с помощью метода случайно- направленного поиска оптимальных значений для управляющих параметров.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК - 4	Способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выбором на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения	Первый этап
<b>Планируемые результаты обучения</b> <b>Знать</b> прикладные методы синтеза и анализа качества проектируемых систем автоматизации. <b>Уметь</b> исследовать и рассчитывать системы управления технологическими объектами. <b>Владеть</b> навыками разработки математических моделей и программного обеспечения проектируемых систем автоматического регулирования.		
ПК- 7	Способность участвовать в разработке проектов по	Второй этап

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
	автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем	
<p><b>Планируемые результаты обучения</b></p> <p><b>Знать:</b> основные направления в разработке систем автоматизации; прикладные методы синтеза и анализа качества проектируемых систем автоматизации.</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять предпроектный анализ объектов автоматизации; исследовать и рассчитывать системы управления технологическими объектами.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками разработки математических моделей и программного обеспечения проектируемых систем автоматического регулирования.</p>		

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

ОПК-4, Технологические процессы автоматизированных производств.

- ПК-7 .Теория автоматического управления;
- Программирование и алгоритмизация;
- Средства автоматизации и управления

**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. Теория задачи параметрического синтеза САР</b>			
Тема 1. Основные сведения об информационной подготовке для постановки задачи проектирования системы регулирования параметров технологических процессов	20		22
Тема 2. Синтез САР на ЭВМ. Методы решения	16		16
<b>Текущий контроль 1. Опрос</b>	2		
<b>Учебный модуль 2. Практика решения задач синтеза</b>			
Тема 3. Применение корневых методов анализа для решения задач синтеза САР	24		24
Тема 4. Синтез САР на основе метода эффективных полюсов и нулей	20		20
Тема 5. Аналитическое проектирование системы регулирования давления газа в емкости	22		22
<b>Текущий контроль 2. Опрос</b>	2		
<b>Учебный модуль 3 . Параметрическая оптимизация</b>			
Тема 6. Параметрическая оптимизация в задачах проектирования САР	16		16
Тема 7. Разработка алгоритмов автоматизации решения задач проектирования систем регулирования технологических параметров.	16		20
<b>Текущий контроль 3. Опрос</b>	2		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Промежуточная аттестация: зачет</b>	4		4
<b>ВСЕГО:</b>	<b>144</b>		<b>144</b>

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	6	4			7	2
2	6	4			7	2
3	6	6			8	1
4	6	6			8	1
5	6	6			8	1
6	6	4			8	0.5
7	6	4			8	0.5
<b>ВСЕГО:</b>		<b>34</b>				<b>8</b>

#### 3.2. Практические и семинарские 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)
1, 2	Критерии и области устойчивости. Расчет границ на компьютерных стендах	6	8				
3	Применение диаграммы Вышнеградского для параметрического синтеза. Применение ЭВМ для построения вспомогательных линий в плоскости изменений управляющих параметров	6	6	-	-		
4	Алгоритмы для расчета показателей качества переходных процессов. Составление компьютерных программ для задачи параметрического синтеза	6	6	-	-	8	2
5	Получение математической модели объекта управления и системы регулирования.	6	6	-	-	8	2
6	Критерии, применяемые для параметрической оптимизации. Разработка фрагментов программы для оптимизации процесса поиска рабочей точки в задаче синтеза САП	6	4	-	-		
7	Уравнения состояния. Формирование алгоритмов	6	4	-	-		

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)
	и программ для расчета рабочей области и моделирования процессов, Анализ качества переходного процесса.						
<b>ВСЕГО:</b>			<b>34</b>				<b>4</b>

### 3.3. Лабораторные занятия

не предусмотрены

### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

не предусмотрено

### 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	Опрос	6	1	-	-	-	-
2	Опрос	6	1	-	-	-	-
3	Опрос	6	1	-	-	-	-
1-3	Контрольная работа					8	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	6	36	-	-	7 8	48 48
Подготовка к практическим занятиям	6	36	-	-	8	8
Выполнение контрольной работы	-	-			8	20
Подготовка к зачету	6	4			8	4
<b>ВСЕГО:</b>			<b>76</b>			<b>128</b>

### 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Лекция-диалог	34		8
Практические и семинарские занятия	Решения практических задач проектирования под руководством преподавателя	34		4

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>ВСЕГО:</b>		68		12

**7.2. Балльно - рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся**  
Не предусмотрена

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

#### а) Основная учебная литература

1. Энтин В.Я. Синтез и оптимизация в задачах проектирования систем управления (Линейные системы). Учебное пособие. [Электронный ресурс] - СПГУТД – СПб: 2021. 110с. (в печати)
2. Энтин В.Я. Теория автоматического управления . Линейные системы автоматического регулирования. Учебное пособие [Электронный ресурс]- СПГУТД- СПб: 2013. 6.5. п.л.  
[http://publish.sutd.ru/tp\\_ext\\_inf\\_publish.php?id=1996](http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1996). по паролю

#### б) дополнительная учебная литература

1. Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине Теория автоматического управления [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Московский технический университет связи и информатики, 2016.— 28с — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61554.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Автоматизация технологических процессов и производств. Курсовое проектирование [Электронный ресурс]: методические указания / Сост. Шурыгин Д. А. — СПб: СПГУТД, 2015.— 19 с.— Режим доступа: [http://publish.sutd.ru/tp\\_ext\\_inf\\_publish.php?id=2308](http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2308), по паролю.
3. Расчет динамики систем управления [Электронный ресурс]: методические указания для выполнения курсового проекта по теории автоматического регулирования студентами 3-го и 4-го курсов, обучающихся по специальности "Автоматизация технологических процессов производства" / СПГУТД.; сост.: В. Я. Энтин, А. А. Кикин. - СПб. 2009. - 23 с. – Режим доступа: [http://publish.sutd.ru/tp\\_ext\\_inf\\_publish.php?id=145](http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=145), по паролю.
4. Энтин В.Я. Теория автоматического управления. Синтез систем автоматического регулирования. Методические указания для курсовых работ [Электронный ресурс] - СПб СПГУПТД. 2018 г. -3.2п.л. Режим доступа [http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=2017702](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2017702) по паролю
5. Энтин В.Я. Теория автоматического управления, Упражнения, задачи, тесты. [электронный ресурс]-СПГУПТД-СПб -2016. 6.6.п.л. Режим доступа [http://publish.sutd.ru/tp\\_ext\\_inf\\_publish.php?id=1996](http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1996). по паролю

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

1. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. С. В. Спицкий. — СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа: [http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=2015811](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811), по паролю.
2. Организация самостоятельной работы обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступ [http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=2014550](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550), по паролю.

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

1. Информационные ресурсы сети «Интернет» <http://publish.sutd.ru/>

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

- Windows 10,  
Office Std 2016 RUS OLP NL

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

1. Учебная аудитория для проведения лекций и самостоятельной работы студентов оснащена компьютерной видеопроекционной системой, Позволяет демонстрировать на экран учебные материалы с любых электронных носителей. Оперативно входит в кафедральную электронную базу, при необходимости в электронный каталог университетской библиотеки.

2. Компьютерный учебный класс. Содержит 17 модулей, объединенных в единую, управляемую преподавателем сеть. Используется: для проведения практических занятий, выполнения студентами курсовых и дипломных работ, компьютерного тестирования студентов и др.

### 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Обеспечивают теоретическое изучение теории управления. Материалы лекции содержат классические постулаты теории управления и дополнения, обусловленные современными разработками в области автоматизации, технологии и современного оборудования отрасли. Для освоения материала необходимо выполнять следующее: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Присутствовать на занятиях;</li> <li>• Хорошо писать конспект (преподаватель при изложении материала должен способствовать этому);</li> <li>• При возникновении вопроса по лекционному материалу с разрешения лектора попросить дополнительных разъяснений;</li> <li>• Материалы лекции в этот же день проработать самостоятельно и записать возникшие вопросы для преподавателя. Задать преподавателю возникшие вопросы можно на консультациях или практических занятиях.</li> </ul>
Практические занятия	На практических занятиях расширяются и углубляются теоретические положения, данные студентам на лекциях. Кроме этого занятия должны научить студентов применять лекционные теоретические постулаты для решения практических задач из области автоматизации технологических процессов. Для этих целей в дисциплине применяются: решения практических задач по всем темам дисциплины. Для отдельных тем, требующих изучения динамических свойств элементов и систем применяются моделирование процессов на цифровых вычислительных стендах. Проверка теоретических знаний перед началом практических занятий предполагает применение компьютерного тестирования..
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа выполняется с целью: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Изучения материалов лекций;</li> <li>• Подготовки к практическим занятиям;</li> <li>• Выполнению курсовых работ;</li> <li>• Подготовке к зачетам и экзаменам;</li> <li>• Подготовки рефератов; докладов на студенческие конференции;</li> <li>• Выполнение студенческой научной работы.</li> </ul> В кафедральных графиках загрузки аудиторий указываются время и классы для самостоятельной работы студентов. При необходимости могут выделяться преподаватели для оказания помощи студентам.

### 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
ОПК-4/1	Формулирует методы исследования динамики САР. Решает задачи математического описания систем автоматизации	Вопросы для устного собеседования	Перечень вопросов для устного собеседования



ПК -7/2	<p>Демонстрирует возможные структуры систем автоматизации.</p> <p>Определяет задачу синтеза системы автоматизации.</p> <p>Готов применять современные методы и средства автоматизации, контроля и управления процессами.</p> <p>Излагает методы и алгоритмы, применяемые для решения задачи синтеза.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практические задания</p>	<p>Перечень вопросов для устного собеседования</p> <p>Практические задания</p>
---------	--	--	--

	<p>Содержание работ по автоматизации технологических процессов, их обеспечению средствами автоматизации и управления.</p> <p>Готовность использовать современные методы и средства автоматизации, контроля и управления процессами.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p>	<p>Перечень вопросов для устного собеседования</p>
--	---	--	--

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

#### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
Зачтено	При оценивании знаний семестрового материала по дисциплине студент продемонстрировал знание предмета, Вполне ориентируется по всем темам предмета и способен после непродолжительной подготовки продемонстрировать достаточные знания по теме. Учитываются пропуски занятий и состояние конспекта лекций.
Не зачтено	При оценивании знаний семестрового материала по дисциплине студент не ответил ни на один вопрос, характеризующий общее содержание предмета. Демонстрирует непонимание принципов и законов, на основе которых сформированы автоматизированные и автоматические системы

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

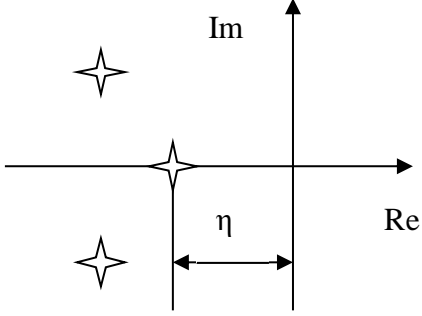
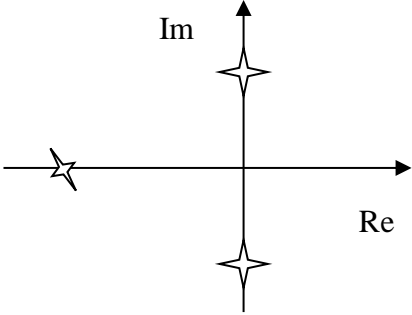
#### 10.2.1. Перечень вопросов разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

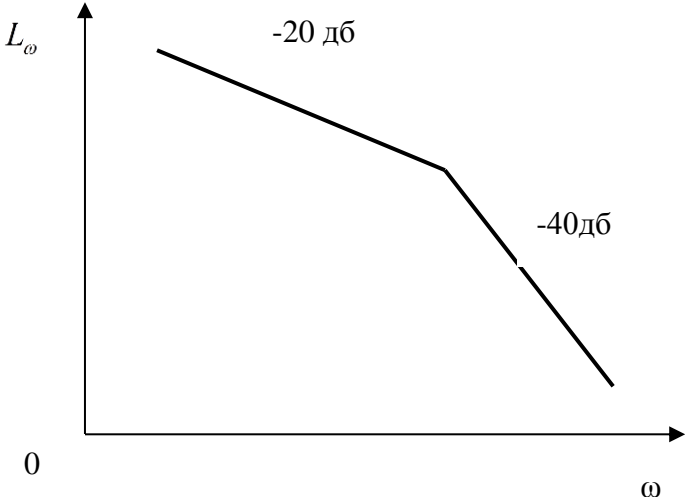
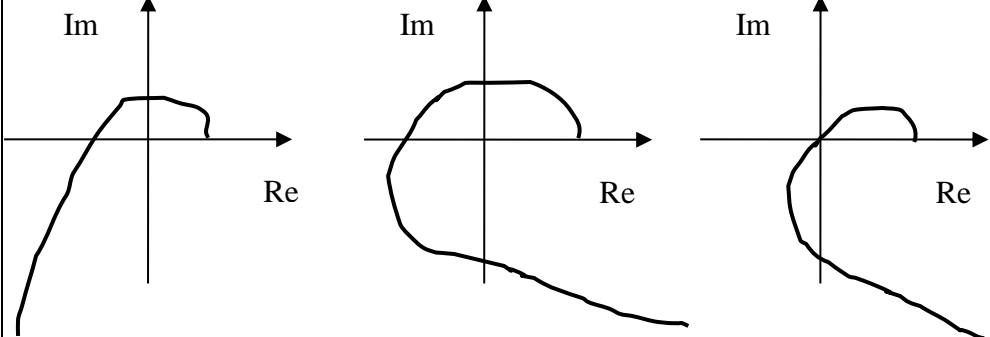
№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Принципы построения систем управления. Определение САР,	1
2	Основные элементы систем. Требования, предъявляемые к процессам и системам регулирования.	1
3	Классификация систем управления Программы и алгоритмы управления	5
4	Законы для составления описаний элементов САР. Уравнение емкости, как объекта управления.	5
5	Линеаризация нелинейного описания разложением в ряд Тейлора. Исходная предпосылка для линеаризации.	2
6	Передаточные функции САР. Преобразования структурных схем	2
7	Уравнения состояния.	4
8	Понятие об устойчивости САР. Связь устойчивости с корнями характеристического уравнения	3

9	Алгебраический и частотные критерии устойчивости	3
10	Корневые показатели качества. Быстродействия системы	3
11	Статическая точность САР, Режим : $g(t) = g_0, f(t) = f_0$	1
12	Синтез САР на ЭВМ. Задачи синтеза Метод эффективных полюсов и нулей.	4
13	Методика синтеза корректирующего устройства с помощью ЛАХ	2
14	Схема решения задачи синтеза на ЭВМ	6
15	Метод эффективных полюсов и нулей (исходная предпосылка метода.)	4
16	Параметрическая оптимизация методом случайно-направленного поиска	7

**Вариант практических заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Формулировка задания	Ответ
1	<p>Тема 8 Тест. Система управления описывается уравнениями</p> $\dot{x}_1 = x_2 + f;$ $\dot{x}_2 = u - 2x_1 - 3x_2, \quad u = g - x_3 - 3f$ <p>Где <math>f</math> – возмущение, <math>g</math> – управляющее воздействие, <math>x_1</math> – входной сигнал</p> <p>Указать к какому типу относится система:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полностью инвариантна;</li> <li>2. Не является инвариантной;</li> <li>3. Инвариантна к входным сигналам;</li> <li>4. Инвариантна к возмущениям</li> </ol>	Система относится к 4 типу
2	<p>Тема 7 Отметьте символом <math>\surd</math> передаточную функцию по ошибке:</p> $W_X(p) = \frac{W_p(p)}{1+W_p(p)}, \quad W_{oy}(p) = \frac{W_{oy}(p)}{1+W_p(p)}, \quad W_X(p) = \frac{1}{1+W_p(p)} ..$ <p>Тема 12 На рисунке представлена схема расположения на комплексной плоскости корней характеристического уравнения. Отметьте символом <math>\surd</math> правильное название характеристики <math>\sigma</math>:</p> <p>запас устойчивости системы; колебательность системы; коэффициент затухания; степень устойчивости.</p>	Третья формула  Степень устойчивости

		
3	<p>Тема 10</p> <p>. На рисунке изображена схема расположения на комплексной плоскости корней характеристического уравнения САУ. Отметьте символом <math>\surd</math> вид переходного процесса, соответствующего данному расположению корней:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) аperiodический затухающий;</li> <li>б) колебательный затухающий;</li> <li>в) колебательный с постоянной амплитудой;</li> <li>г) расходящийся;</li> </ul> 	Апериодический затухающий

4	<p>Тема 13  . Отметьте символом <math>\checkmark</math> одну из следующих передаточных функций :</p> $W(P) = \frac{K}{T_2^2 P^2 + T_1 P + 1}, \quad W(P) = \frac{KP}{TP + 1}, \quad W(P) = \frac{K}{(TP + 1)P},$ <p>если соответствующая ей ЛАХ имеет вид:</p> 	Крайняя правая формула									
5	<p>Тема 18  Годографы кривой Михайлова, соответствующие полиному <math>D(P) = A_0 P^4 + A_1 P^3 + A_2 P^2 + A_3 P + A_4</math> могут иметь варианты, представленные на рисунке .Отметьте символом <math>\checkmark</math> годограф, соответствующий устойчивой системе.</p> 	Средний годограф									
6	<p>Тема 14  Расставьте индексы при коэффициентах в определителе Гурвица, составлено по характеристическому полиному <math>D(p) = a_0 p^3 + a_1 p^2 + a_2 p + a_3</math></p> <table border="1" data-bbox="703 1760 922 1872"> <tr> <td>a</td> <td>a</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td>a</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>a</td> <td>a</td> </tr> </table>	a	a	0	a	a	0	0	a	a	$a_1 \ a_3 \ 0$ $a_0 \ a_2 \ 0$ $0 \ a_1 \ a_3$
a	a	0									
a	a	0									
0	a	a									
7	<p>Тема 9  . Отметьте символом <math>\checkmark</math> передаточную функцию звена с запаздыванием</p>	$W(p) = e^{-\tau p}$									

	$W(p) = K(\tau - \lambda)$ $W(p) = e^{-\tau k}$ $W(p) = e^{-\tau P}$ $W(p) = D^{\tau-t}$	
8	<p>Тема 16  Определить какой характеристический многочлен</p> $p^2 - p - 1 = 0$ $p^2 + p - 1 = 0$ $p^2 + 2p + 1 = 0$ $p^2 + p + 1 = 0$ <p>соответствует описанию системы: <math>\frac{dx}{dt} = y, \quad \frac{dy}{dt} = -x - y.</math></p>	$p^2 + p + 1 = 0$

**10.2.2. Перечень тем докладов (рефератов, эссе, пр.), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

**Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Условия типовых задач (практических заданий)	Ответ															
1	<p>Уравнение САР имеет вид</p> $D(p) = a_0 p^4 + a_1 p^3 + a_2 p^2 + a_3 p + a_4$ $a_0 = 1; a_1 = 2; a_2 = 3; a_3 = 4; a_4 = 5.$ <p>Построить годографы кривой Михайлова и определить устойчивость системы</p>	$D(j\omega) = (j\omega)^4 + 2(j\omega)^3 + 3(j\omega)^2 + 4(j\omega) + 5$ <p><i>Действ. часть:</i> <math>U(\omega) = 5 - 3\omega^2 + \omega^4;</math>  <i>Мнимая часть:</i> <math>V_j(\omega) = 4\omega - 2\omega^3.</math></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><math>\omega</math></th> <th>0</th> <th>10</th> <th>20</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>U(\omega)</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>V(\omega)</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	$\omega$	0	10	20		$U(\omega)$					$V(\omega)$				
$\omega$	0	10	20														
$U(\omega)$																	
$V(\omega)$																	

2	<p>По виду логарифмической амплитудно-частотной характеристики рассчитать постоянные времени <math>T_1, T_2, T_3</math> и коэффициент передачи <math>k</math></p> $W(p) = \frac{k(T_3 p + 1)}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}$ <p>ЛАХ имеет структуру 0 – 20 – 0 – 20</p>	<p>20</p>
3	<p>Рассчитать показатель колебательности САР <math>\mu</math>, если известна кривая переходного процесса:</p> $h_1 = 5, \quad h_2 = 0.6,$ $\mu = \frac{2\pi}{\ln(1-\zeta)}, \quad \xi - \text{затухание за период}$	
4	<p>Передаточная функция разомкнутой САР имеет вид</p> $W(p) = \frac{k(T_1 p + 1)}{(T_2 p + 1)(T_3 p + 1)p}$ <p>. Получить уравнение движения САР. Подготовить уравнение к моделированию на ПК</p>	$y = y_1;$ $y_1 = y_2;$ $y_2 = F(T_1, \dots).$

### 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, зачета и / или защите курсовой работы) и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013г., протокол № 1)

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

устная

письменная

компьютерное тестирование

иная\*

*\*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение*

### **10.3.3. Особенности проведения зачета.**

Предварительно, за 10 дней до зачета студентам выдается перечень вопросов, по которым будут сформированы билеты для проведения зачета. Для получения зачета аттестации студент должен иметь конспект лекций, который им лично написан в процессе прослушивания лекций. При проведении зачета преподаватель, перелистывая конспект оценивает степень понимания студентом учебных тем. При этом студент допускается к просмотру материалов конспекта. При положительном результате (когда студент показал что материал лекций ему достаточно знаком и что он подготовлен к аттестации) студент получает зачет.

Студенты не сдавшие зачет сдают его повторно, но уже с применением билетов и в специально назначенное время.

Условием допуска к зачету студентов заочного обучения является выполнение контрольной работы.