

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

---

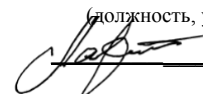
Кафедра №41

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

 В.П. Ларин

(подпись)

«15» мая 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы автоматического управления»

(Название дисциплины)

Код направления	12.03.01
Наименование направления/ специальности	Приборостроение
Наименование направленности	Авиационные приборы и измерительно- вычислительные комплексы
Форма обучения	заочная

Санкт-Петербург 2019 г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составила

ст. преподаватель

должность, уч. степень, звание

  
\_\_\_\_\_

подпись, дата

Н.Н. Григорьева

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 41

«13» мая 2019 г, протокол № 08/2019

Заведующий кафедрой № 41

д.т.н., проф.

должность, уч. степень, звание

«13» мая 2019 г

подпись, дата

  
\_\_\_\_\_

Г.А. Коржавин

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 12.03.01(01)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание

  
\_\_\_\_\_

подпись, дата

Ю.С. Бадаев

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 1 по методической работе

ст. преподаватель

должность, уч. степень, звание

  
\_\_\_\_\_

подпись, дата

В.Е. Таратун

инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Основы автоматического управления» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению «12.03.01 «Приборостроение» направленность «Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы». Дисциплина реализуется кафедрой №41.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

профессиональных компетенций:

ПК-1 «способность к анализу поставленной задачи исследований в области приборостроения»,

ПК-2 «готовность к математическому моделированию процессов и объектов приборостроения и их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов»,

ПК-5 «способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с приобретением студентами базовых знаний по теории систем автоматического управления, изучением аналитических методов анализа и синтеза линейных систем, базовых методов расчета корректирующих устройств, в том числе – с применением стандартных программных средств компьютерного моделирования элементов и систем автоматики.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, консультации, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины - в приобретении студентами базовых знаний по теории систем автоматического управления (САУ), овладении математическими методами анализа и синтеза линеаризованных САУ, основными методами расчета корректирующих устройств, в том числе – с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ПК-1 «способность к анализу поставленной задачи исследований в области приборостроения»:

знать - основные положения, законы и методы естественных наук, математики и информатики, используемые в современной теории автоматического управления,

уметь - представлять современное состояние исследований в области приборостроения и место теории САУ в этой картине,

владеть навыками - анализа состава системы автоматического управления, определения основных показателей качества задачи и расчета корректирующих устройств линейных САУ, иметь опыт деятельности - по использованию современных информационных технологий с целью актуализации получаемых знаний;

ПК-2 «готовность к математическому моделированию процессов и объектов приборостроения и их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов»:

знать - принципы построения систем автоматического управления различного функционального назначения и их классификацию,

уметь - строить простейшие математические модели схем, устройств и установок, входящих в состав САУ различного функционального назначения,

владеть навыками - проводить математическую формализацию компонентов САУ и происходящих в САУ процессов,

иметь опыт деятельности - по использованию стандартных программных средств компьютерного моделирования элементов и систем автоматики;

ПК-5 «способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях»:

знать - основные принципы расчета и проектирования элементов и систем автоматического управления различного функционального назначения,

уметь - производить расчет и анализ основных показателей качества автоматических систем и выбирать пути их коррекции,

владеть навыками - анализа технического задания и определения порядка его выполнения

иметь опыт деятельности - по проектированию и моделированию элементов и систем автоматики с использованием автоматизированных средств.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Компьютерные технологии в приборостроении
- Электроника

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Моделирование процессов и систем
- Методы анализа и синтеза информационно-измерительных систем
- Системы автоматического управления летательных аппаратов
- Системы стабилизации, ориентации и навигации
- Системы управления силовыми установками летательных аппаратов

### 3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	4/ 144	4/ 144
<i>Аудиторные занятия</i> , всего час., <i>В том числе</i>	20	20
лекции (Л), (час)	8	8
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	12	12
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	*	*
Экзамен, (час)	9	9
<i>Самостоятельная работа</i> , всего	115	115
<b>Вид промежуточного контроля:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

\* - часы , не входящие в аудиторную нагрузку

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					

Раздел 1. Основные сведения о системах автоматического управления	1				10
Раздел 2. Математические методы теории автоматического управления	2	4			25
Раздел 3. Анализ показателей качества работы систем автоматического управления	2	2			20
Раздел 4. Методы синтеза линейных систем автоматического управления	2	4			20
Раздел 5. Нелинейные и импульсные системы автоматического управления	1	2			20
Выполнение курсовой работы				0	20
Итого в семестре:	8	12			115
Итого:	8	12	0	0	115

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Основные сведения о системах управления в радиоавтоматике. Задачи и принципы управления. Построение и алгоритмы функционирования систем автоматического управления (САУ) Классификация САУ: линейные и нелинейные САУ; непрерывные, дискретные и цифровые САУ. Типовая функциональная схема САУ. Структуры импульсных и цифровых автоматических систем (ЦАС).
2	Математические методы теории автоматического управления Динамические звенья и их описание с помощью модели «вход-выход». Дифференциальное уравнение и передаточная функция линейного динамического звена. Правила преобразования структурных схем САУ. Временные и частотные характеристики САУ. Описание САУ в переменных состояния. Модель «вход-состояние-выход». Типовые динамические звенья. Основные элементы автоматики и их модели. Типовая функциональная схема САУ. Измерительные и измерительно-преобразовательные элементы, усилительные элементы, исполнительные устройства. Разновидности объектов управления.
3	Анализ показателей качества работы систем автоматического управления Устойчивость САУ. Необходимое условие устойчивости линейной САУ, алгебраические и частотные критерии устойчивости. Устойчивость систем, заданных в переменных состояния Наблюдаемость и управляемость САУ; критерии наблюдаемости и управляемости. Инвариантность и чувствительность САУ. Основные показатели качества САУ (быстродействие, точность, запас устойчивости), способы их аналитической и экспериментальной оценки. Особенности анализа системы при случайных входных воздействиях.
4	Законы управления. Методы синтеза линейных систем автоматического управления Основные методы повышения точности линейных САУ.

	Основные типы корректирующих устройств. Демпфирование линейных САУ. Алгоритмы частотного и модального синтеза линейной САУ.
5	Нелинейные системы автоматического управления Разновидности нелинейных систем и способы их описания Методы исследования устойчивости нелинейных систем. Понятие об оптимизации нелинейных систем. Особенности математических моделей дискретных САУ. Типовые элементы импульсных САУ и их характеристики. Устойчивость импульсных САУ. Особенности анализа и синтеза цифровых САУ

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
1	Определение временных и частотных характеристик динамических звеньев. Эквивалентные преобразования структурных схем	Решение практических задач в интерактивной форме	2	2
2	Представление динамических звеньев и систем в векторно-матричной форме		2	2
3	Определение точности, запаса устойчивости и быстродействия систем		2	3
4	Исследование линейных законов управления		2	4
5	Расчет корректирующих устройств линейных САУ методом частотного синтеза		2	4
6	Моделирование нелинейных систем в Matlab		2	5
Всего:			12	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено			
Всего:			

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Цель курсовой работы: анализ поставленной задачи и синтез системы автоматического управления с заданными качественными характеристиками на основе исходных данных с применением инструментальных программных средств MATLAB-Simulink.

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	115	115
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	60	60
курсовое проектирование (КП, КР)	20	20
подготовка отчетов по лабораторным работам (ЛР)	0	0
подготовка к текущему контролю (ТК)	15	15
контрольные работы заочников (КРЗ)	20	20

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

### 6. Перечень основной и дополнительной литературы

#### 6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
681.5.01(075)/Б53	Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. СПб.: Профессия, 2007, 752 с.	20
681.511.2/Л59	Линейные системы автоматического управления. Учеб.пособие. / Под ред. А.Н.Герасимова. ГУАП, СПб, 2009, 231 с.	183
681.5.01(075)/К40	Ким Д.П. Теория автоматического управления. Линейные системы: учебник. М.: Физматлит, 2007, 312 с.	50



681.5.01(075)/ М 34	Математические основы теории автоматического управления: учебное пособие. Т. 3/ В. А. Иванов и др.; ред. Б.К.Чемоданов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. - 349 с..	20
------------------------	--	----

## 6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
681.5.01(075)/К40	Ким Д.П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. М.: Физматлит, 2007, 440 с.	10
681.511(075)/М64	Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб.: Питер, 2006, 334 с.	5
681.5.01(075)/В78	Востриков А.С., Французова Г.А. Теория автоматического регулирования. М.: Высшая школа, 2004, 366 с.	7
681.5.01(075)/М54	Методы классической и современной теории автоматического управления. В 5-ти томах. / Под ред. К.А.Пупкова и Н.Д.Егупова. М.: МВТУ им. Н.Э.Баумана, 2004.	2
004.932(075)/М64	Мироновский Л.А., Петрова К.Ю. Введение в Matlab. Учеб.пособие. ГУАП. СПб, 2006, 163 с.	200
681.511.01(075)/М64	Мироновский Л.А. Моделирование линейных систем. Учеб.пособие. ГУАП. СПб, 2009, 248 с.	88
681.5.01(075)/Л86	Лурье Б.Я., Энрайт П.Дж. Классические методы автоматического управления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004, 640 с.	11
681.5.01(075)/Р15	Радиоавтоматика: Учеб.пособие. / Под ред. В.А.Бесекерского. М.: Высшая школа. 1985, 271 с.	120
	Автоматическое управление: Учебное пособие / А.М. Петрова. - М.: Форум, 2010. Режим доступа: <a href="http://www.znaniium.com/bookread.php?book=195454">http://www.znaniium.com/bookread.php?book=195454</a>	
	Никулин Е.А. Основы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза систем: Учебное пособие для вузов - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 631 с. Режим доступа: <a href="http://www.znaniium.com/bookread.php?book=356672">http://www.znaniium.com/bookread.php?book=356672</a>	
	Автоматическое регулирование: Учебник для учащихся средних строительных специальных учебных заведений / А.А. Рутьков, И.И. Горюнов, К.Ю. Евстафьев. - М.: ИНФРА-М, 2005. - 219 с. Режим доступа: <a href="http://znaniium.com/bookread.php?book=96097">http://znaniium.com/bookread.php?book=96097</a>	
	Иглин С.П. Математические расчеты на базе MATLAB. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 634 с. Режим доступа: <a href="http://znaniium.com/bookread.php?book=356624">http://znaniium.com/bookread.php?book=356624</a>	

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
	не предусмотрено

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

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Matlab

### 8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Учебная лаборатория автоматического управления имени профессора В.А. Бесекерского	22-15
3	Вычислительная лаборатория кафедры	

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

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ПК-1 «способность к анализу поставленной задачи исследований в области приборостроения»	
1	Введение в направление
2	Учебная практика
5	Прикладная механика
5	Основы автоматического управления
6	Основы конструирования приборов
6	Моделирование процессов и систем
7	Математическое моделирование сигналов и помех приборных систем
7	Основы проектирования измерительно-вычислительных комплексов
7	Марковские модели сигналов и систем
8	Методы анализа и синтеза информационно-измерительных систем
8	Информационно-статистическая теория измерений
9	Системы автоматического управления летательных аппаратов
9	Системы управления силовыми установками летательных аппаратов
9	Бортовые вычислительные комплексы навигации и самолетовождения
10	Контроль и диагностика измерительно-вычислительных комплексов
10	Системы управления силовыми установками летательных аппаратов
10	Алгоритмическое и программное обеспечение
10	Системы автоматического управления летательных аппаратов
10	Производственная преддипломная практика
ПК-2 «готовность к математическому моделированию процессов и объектов приборостроения и их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов»	
2	Компьютерные технологии в приборостроении
3	Электротехника
3	Компьютерные технологии в приборостроении
4	Производственная (конструкторско-технологическая) практика
5	Прикладная механика
5	Основы автоматического управления
6	Цифровые вычислительные устройства и микропроцессоры

6	Производственная практика(научно-исследовательская работа)
6	Проектирование цифровых измерительно-вычислительных комплексов
6	Моделирование процессов и систем
6	Основы конструирования приборов
7	Системы стабилизации, ориентации и навигации
7	Цифровые вычислительные устройства и микропроцессоры
7	Марковские модели сигналов и систем
7	Основы проектирования измерительно-вычислительных комплексов
7	Математическое моделирование сигналов и помех приборных систем
7	Проектирование цифровых измерительно-вычислительных комплексов
8	Схемотехника
8	Организация обмена информацией
8	Информационно-статистическая теория измерений
8	Методы анализа и синтеза информационно-измерительных систем
9	Системы отображения
9	Бортовые вычислительные комплексы навигации и самолетовождения
9	Комплексирование информационно-измерительных устройств
10	Контроль и диагностика измерительно-вычислительных комплексов
10	Комплексирование информационно-измерительных устройств
10	Алгоритмическое и программное обеспечение
ПК-5 «способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях»	
2	Компьютерные технологии в приборостроении
3	Компьютерные технологии в приборостроении
4	Электроника
4	Производственная (конструкторско-технологическая) практика
5	Электроника
5	Основы автоматического управления
6	Цифровые вычислительные устройства и микропроцессоры
6	Основы конструирования приборов
6	Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы
6	Проектирование цифровых измерительно-вычислительных

	комплексов
7	Цифровые вычислительные устройства и микропроцессоры
7	Основы проектирования измерительно-вычислительных комплексов
7	Проектирование цифровых измерительно-вычислительных комплексов
7	Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы
8	Надежность авиационных приборов и ИВК
8	Организация обмена информацией
9	Системы автоматического управления летательных аппаратов
9	Системы отображения
9	Методы цифровой обработки измерительной информации
9	Системы управления силовыми установками летательных аппаратов
9	Комплексирование информационно-измерительных устройств
9	Бортовые вычислительные комплексы навигации и самолетовождения
10	Системы автоматического управления летательных аппаратов
10	Системы управления силовыми установками летательных аппаратов
10	Контроль и диагностика измерительно-вычислительных комплексов
10	Комплексирование информационно-измерительных устройств

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
<b>Ошибка!</b> Объект не может быть создан из кодов полей редактирования. <b>К</b> <b>Ошибка!</b> Объект	«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

<p><b>не может быть создан из кодов полей редактирования.</b></p>		
<p><b>Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования. К</b> <b>Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.</b></p>	<p>«хорошо» «зачтено»</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>- не допускает существенных неточностей;</li> <li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>- аргументирует научные положения;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
<p><b>Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования. К</b> <b>Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.</b></p>	<p>«удовлетворительно» «зачтено»</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>- частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
<p><b>К</b> <b>Ошибка!</b> <b>Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.</b></p>	<p>«неудовлетворительно» «не зачтено»</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

#### 10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

##### 1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	Назначение и принцип действия замкнутых автоматических систем (ЗАС)
2	Классификация систем автоматического управления (САУ)
3	Составные части ЗАС и их характеристики
4	Дифференциальное уравнение линейной САУ и ее передаточная функция
5	Соединение звеньев в САУ
6	Основные передаточные функции ЗАС
7	Временные характеристики САУ
8	Частотные характеристики САУ
9	Порядок определения частотных характеристик по передаточной функции
10	Асимптотическая ЛАХ и ее построение
11	Задание САУ в пространстве состояний
12	Описание САУ в векторно-матричной форме
13	Позиционные звенья нулевого и первого порядка и их характеристики
14	Позиционные звенья второго порядка и их характеристики
15	Дифференцирующие звенья и их характеристики
16	Интегрирующие звенья и их характеристики
17	Понятие об устойчивости линейной САУ
18	Необходимое условие устойчивости для коэффициентов характеристического уравнения
19	Критерий устойчивости Гурвица
20	Критерий устойчивости Михайлова
21	Критерий устойчивости Найквиста
22	Определение устойчивости по логарифмическим характеристикам
23	Оценка точности в установившемся режиме
24	Коэффициенты ошибок и их использование при анализе точности в типовых режимах
25	Оценка точности при гармоническом входном воздействии
26	Оценка запаса устойчивости и быстродействия по переходной характеристике
27	Частотные критерии качества
28	Интегральная оценка качества регулирования
29	Основные положения модальных (корневых) методов анализа САУ
30	Наблюдаемость и управляемость САУ. Критерии Калмана
31	Анализ линейной САУ при случайных входных воздействиях
32	Назначение и виды коррекции САУ
33	Повышение точности линейных САУ методами увеличения добротности и повышения порядка астатизма
34	Повышение точности линейных САУ путем масштабирования и введения неединичных обратных связей
35	Методы демпфирования линейных САУ
36	Основные типы последовательных корректирующих звеньев
37	Законы управления
38	Алгоритм частотного синтеза
39	Алгоритм модального синтеза
40	Методы исследования устойчивости нелинейных систем
41	Основные сведения о дискретных автоматических системах
42	Характеристики дискретных САУ
43	Переходные процессы в типовых дискретных звеньях первого порядка и понятие об устойчивости дискретных САУ

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	Учебным планом не предусмотрено

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	<p>Студенты могут выполнять курсовые работы, задание на которые сформулированы их научными руководителями. Наряду с этим студентам предлагается типовые задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. анализ и синтез корректирующих цепей линейных автоматических систем частотными методами;</li> <li>2. анализ и синтез линейных САУ в пространстве состояний;</li> <li>3. анализ и синтез линейных САУ с использованием модальных методов;</li> <li>4. моделирование и анализ нелинейных САУ;</li> <li>5. моделирование и анализ САУ, в контур которых включен человек-оператор,;</li> <li>6. сравнительный анализ способов синтеза линейных САУ с использованием последовательной, параллельной и встречно-параллельной коррекцией;</li> </ol> <p>Параметры конкретных проектируемых систем и требования к их параметрам определяются индивидуальным заданием, формируемым преподавателем.</p>

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	не предусмотрено

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Известно дифференциальное уравнение, описывающее динамическое звено: <math>\frac{d^2 y}{dt^2} + 3 \frac{dy}{dt} + 4y = \frac{du}{dt} + 2u</math>. Найти передаточную функцию звена <math>W(p)</math>.</li> <li>2. Имеется интегрирующее звено с передаточной функцией <math>W(p) = \frac{1}{2p}</math>. На вход звена поступает сигнал вида <math>x(t) = 4t</math>. Найти вид сигнала на выходе звена. Задача должна быть решена сначала аналитически, с использованием таблицы прямых и обратных преобразований Лапласа, а затем решение должно быть промоделировано в Simulink</li> </ol>



3. Известна передаточная функция динамического звена:  $W(p) = \frac{5}{p^2(1+0,1p)}$ .

Найти комплексную частотную передаточную функцию, амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики звена. Выражения для частотных характеристик находятся аналитически, графики строятся с помощью Matlab.

4. Известна передаточная функция динамического звена:

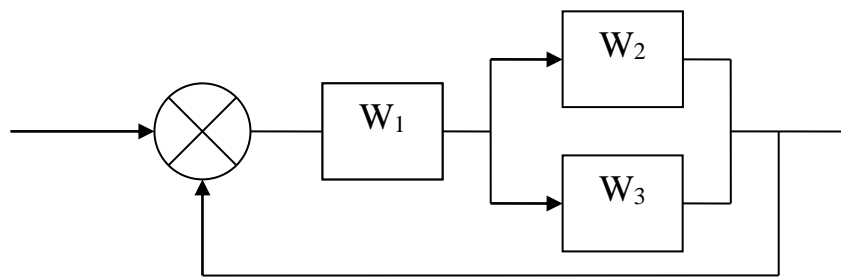
$$W(p) = \frac{8(1+0,1p)}{p(1+0,3p)(1+p)}$$

Построить асимптотическую ЛАХ.

5. Известна передаточная функция динамического звена:  $W(p) = \frac{5}{p^2(1+0,1p)}$ .

Получить описание звена в пространстве состояний (в канонической форме и в векторно-матричной форме).

6. Дана структурная схема САУ.



Требуется найти передаточные функции: разомкнутого контура системы  $W(p)$ , замкнутого контура системы  $H(p)$  и передаточную функцию системы для ошибки по задающему воздействию  $H_c(p)$ , если  $W_1(p) = \frac{5p}{1+0,1p}$ ,  $W_2(p) = \frac{4}{p}$ ,  $W_3 = \frac{1}{1+p}$ .

7. Известна передаточная функция разомкнутого контура:

$$W(p) = \frac{10p}{p(1+0,2p)(1+0,5p)}$$

Определить, устойчива ли замкнутая система.

Анализ устойчивости системы осуществляется с помощью любого известного вам алгебраического или частотного критерия. Проверку расчетов следует провести с помощью моделирования в Simulink.

8. Известна передаточная функция разомкнутого контура:  $W(p) = \frac{3}{p(1+0,2p)^2}$ .

Определить установившуюся ошибку системы, если на ее вход подается задающее воздействие вида  $g(t) = t + 0,5$ . Расчет установившейся ошибки системы производится аналитически. Проверка расчетов проводится с помощью моделирования в Simulink.

9. Известна передаточная функция разомкнутого контура:

$$W(p) = \frac{1,8}{p(1+0,3p)(1+p)}$$

Определить запасы устойчивости системы по фазе и по

амплитуде. В первую очередь следует определить частоты среза и резонанса системы, после чего рассчитать запас устойчивости по фазе и запас устойчивости по амплитуде.

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Цель преподавания дисциплины - в приобретении студентами базовых знаний по теории систем автоматического управления (САУ), овладении математическими методами анализа и синтеза линеаризованных САУ, основными методами расчета корректирующих устройств, в том числе – с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

### Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### Структура предоставления лекционного материала:

- Изложение материала по рассматриваемой теме;
- Демонстрация примеров решения конкретных задач;
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

### Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающейся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;

- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

### **Требования к проведению практических занятий**

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Практическое занятие состоит из следующих элементов: вводная часть, основная и заключительная. Вводная часть предусматривает в первую очередь обсуждение и закрепление теоретического материала, изложенного во время лекционных занятий, и обеспечивает подготовку студентов к выполнению практических заданий на занятии. В нее входят: формулировка темы, цели и задач занятия, обоснование его значимости в профессиональной подготовке студентов; изложение теоретических основ работы; характеристика состава и особенностей заданий работы и объяснение методов (способов, приемов) их выполнения; характеристика требований к результату работы; проверка готовности студентов выполнять задания. Основная часть предполагает самостоятельное выполнение заданий студентами. Она может сопровождаться разъяснениями по ходу работы, устранением трудностей при выполнении работы, текущим контролем и оценкой результатов отдельных студентов, ответами на вопросы студентов. Возможно пробное выполнение задания(ий) под руководством преподавателя. Заключительная часть содержит: подведение общих итогов занятия; оценку результатов работы отдельных студентов; ответы на вопросы студентов; выдачу рекомендаций по устранению пробелов в системе знаний и умений студентов, по улучшению результатов работы; изложение сведений о подготовке к выполнению следующей работы.

При подготовке к прохождению практических занятий могут быть, в частности, использовано учебное пособие

- Мироновский Л.А., Петрова К.Ю. Введение в Matlab. Учеб.пособие. ГУАП. СПб, 2006, 163 с., шифр 004.932(075)/М64;

и методические указания:

- Теория автоматического управления : методические указания к выполнению лабораторных работ №9 В-16В в средах пакетов MatLab 6.5 и Excel 2003 / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: А. Н. Герасимов, Ю. П. Покровский. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2009. - 59 с., шифр 681.5 /Т33.

### **Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/ работы**

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

- систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;
- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;
- углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;
- сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;
- приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;
- сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;
- сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;
- развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;
- развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;
- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

Типовой порядок выполнения курсовой работы следующий:

- расчет корректирующей цепи для следящей системы, заданной структурной схемой; схема, параметры и тип корректирующей цепи определяются индивидуальным заданием.
- расчет параметров переходного процесса и установившейся ошибки следящей системы по условиям первого задания.
- построение модели исследуемой системы и моделирование системы без коррекции и с коррекцией
- сравнение результатов аналитических расчетов с результатами моделирования.

### **Структура пояснительной записки курсовой работы / проекта**

Пояснительная записка курсовой работы должна включать в себя:

- титульный лист,
- формулировку задания,
- схемы проектируемой системы до и после коррекции,
- используемые математические модели,
- результаты расчетов,

необходимые графики (временные и частотные характеристики проектируемой системы), результаты моделирования системы до и после коррекции выводы по проделанной работе.

### **Требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы / проекта**

Объем пояснительной записки типовой курсовой работы – 20 страниц. Объем пояснительной записки и графического материала курсовых проектов, выполняемых по индивидуальным заданиям, определяет руководитель КР, но объем должен быть не меньше, чем для типового КР.

Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими стандартами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации».

### **Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы**

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа включает в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся является учебно-методический материал по дисциплине.

### **Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой