

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

Кафедра № 31

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.Л. Ронжин

«27» мая 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория автоматического управления»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Электромеханика
Форма обучения	заочная

Санкт-Петербург – 2019

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ст.преп.
(должность, уч. степень, звание)

24.04.19
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 31
«24» апреля 2019 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)

24.04.19
(подпись, дата)

В.Ф. Шишлаков
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 13.03.02(01)

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

27.05.19
(подпись, дата)

С.В. Солёный
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института/ декана факультета № 3 по методической работе

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

27.05.19
(подпись, дата)

М.В. Бураков
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Теория автоматического управления» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Электромеханика». Дисциплина реализуется кафедрой «№31».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий»

ОПК-2 «Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач»

ОПК-3 «Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением теоретических основ и прикладных алгоритмов разработки и исследования систем автоматического управления, в том числе:

- основные положения теории управления, современные тенденции в развитии и применении систем автоматического управления.
- применение теоретических знаний к решению конкретных инженерных задач проектирования систем автоматического управления различными объектами;
- использование современных пакетов математического моделирования для решения задач анализа и синтеза систем автоматического управления.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Теория автоматического управления представляет собой научную дисциплину, имеющую важное фундаментальное и прикладное значение. Она занимает одно из центральных мест среди технических наук общего применения. Теория управления является базой для проектирования и исследования автоматических и автоматизированных систем во всех отраслях производства.

Целью преподавания дисциплины является изучение студентами основ теории автоматического управления, а также получение практических навыков, необходимых при создании, исследовании и эксплуатации систем и средств автоматизации и управления.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	ОПК-1.Д.1 алгоритмизирует решение задач и реализует алгоритмы с использованием программных средств
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-2.Д.5 демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и	ОПК-3.Д.4 демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств

	электрических машин	
--	---------------------	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Информатика»,
- «Математика. Математический анализ»,
- «Теоретическая механика».

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

- «Основы теории переходных процессов и устойчивости».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№6	№7
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	8/ 288	3/ 108	5/ 180
Аудиторные занятия, всего час.	32	16	16
в том числе:			
лекции (Л), (час)	8	4	4
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	8	4	4
лабораторные работы (ЛР), (час)	16	8	8
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
экзамен, (час)	18	9	9
Самостоятельная работа, всего (час)	238	83	155
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз., Экз.	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Основные понятия теории автоматического управления.	1	-	-	-	21
Раздел 2. Преобразование Лапласа и аппарат передаточных функций	1	2	4	-	21
Раздел 3. Корневые оценки устойчивости и качества систем управления	1	2	4	-	21

Раздел 4. Частотные методы анализа и синтеза систем управления	1	-	-	-	20
Итого в семестре:	4	4	8		83
Семестр 7					
Раздел 5. Модели в пространстве состояний	1	2	-	-	38
Раздел 6. Модальное управление и наблюдающие устройства	1	2	5	-	39
Раздел 7. Оптимальное и адаптивное управление в пространстве состояний	1	-	-	-	39
Раздел 8. Нелинейные системы.	1	-	3	-	39
Итого в семестре:	4	4	8		155
Итого	8	8	16	0	238

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Основные понятия теории автоматического управления (ТАУ). История развития ТАУ. классификация объектов и систем управления (СУ); этапы синтеза системы управления; примеры СУ техническими, экономическими и организационными объектами; задачи теории управления. Разомкнутые и замкнутые системы; компенсация возмущений; системы с компенсацией параметрических возмущений; идентификация, адаптивное управление. Классификации СУ: по типу сигналов; по типу алгоритма.
2	Преобразование Лапласа и аппарат передаточных функций. Линейные СУ и их свойства. Принципы и примеры линеаризации. Линеаризация системы со многими входами. Операторная форма записи уравнений СУ. Преобразование Лапласа. Передаточная функция. Нули и полюса. Типовые динамические звенья. Единичная ступенчатая функция и дельта-функция. Переходная функция и функция веса. Правила преобразования структурных схем систем автоматического управления. Использование графовой модели: формула Мейсона. Преимущества и недостатки введения обратной связи. Частные передаточные функции. Чувствительность систем управления. Точность в установившихся режимах. Инвариантные системы.
3	Корневые оценки устойчивости и качества систем управления. Показатели качества переходного процесса во временной области. Корневые оценки качества переходного процесса. Влияние нулей. Интегральные оценки качества переходного процесса. Установившаяся ошибка системы управления с обратной связью. Статические и астатические системы. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Алгебраический критерий устойчивости. Структурно неустойчивые системы. Корневые показатели качества переходного процесса. Корневой годограф. Прямой синтез параметров регулятора.
4	Частотные методы анализа и синтеза систем управления. Частотная характеристика динамического звена. Полоса пропускания и частота среза. Логарифмические частотные характеристики: ЛАЧХ и ЛФЧХ. Алгоритм построения ЛАЧХ разомкнутой системы. Критерий устойчивости Михайлова. Формулировка частотного критерия устойчивости Найквиста. Критерий Найквиста для систем с запаздыванием. Оценка запасов устойчивости по ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой системы. Частотные критерии качества. Запасы устойчивости. Точность при гармоническом воздействии. Оценка качества

	<p>следящей системы по виду ЛАЧХ разомкнутой системы. Коррекция с помощью дифференцирующего устройства и интегро-дифференцирующей цепи. Частотный синтез последовательного корректирующего устройства общего вида. Типовые аналоговые корректирующие звенья.</p>
5	<p>Модели в пространстве состояний. Метод пространства состояний. Общие понятия. Модели систем в переменных состояниях в виде сигнального графа. Временные характеристики и переходная матрица состояния. Линеаризация в пространстве состояний. Структурные преобразования в пространстве состояний. Переходная матрица состояния. Решение уравнений состояния. Матричные передаточные функции. Каноническая форма управляемости; наблюдаемости; идентифицируемости. Диагональная каноническая форма. Уравнения состояния и сигнальный граф. Преобразование подобия</p>
6	<p>Модальное управление и наблюдающие устройства. Критерий управляемости. Устойчивость линейной системы в пространстве состояний. Собственные значения и собственные векторы. Модальное управление. Синтез модального регулятора в канонической форме управляемости. Выбор полюсов желаемой замкнутой системы. Формула Аккермана. Устранение статической ошибки расширением вектора состояния. Критерий наблюдаемости. Наблюдатель полного порядка. Редуцированные наблюдающие устройства.</p>
7	<p>Оптимальное и адаптивное управление в пространстве состояний. Оптимальное управление в пространстве состояний. Критерии оптимальности. Линейные квадратичные регуляторы. Прямое и не прямое адаптивное управление. Принципы адаптивного управления с эталонной моделью. Адаптивный регулятор с эталонной моделью в пространстве состояний. Критерий идентифицируемости. Методы идентификации. Адаптивная система с идентификатором в пространстве состояний.</p>
8	<p>Нелинейные системы. Необходимость в нелинейных моделях. Безынерционные нелинейные элементы. Динамические нелинейные элементы. Расчетные формы нелинейных моделей. Метод фазовой плоскости. Анализ поведения СУ на фазовой плоскости. Особенности фазовых портретов нелинейных систем. Связь фазовых траекторий со временем. Системы с переменной структурой.</p>
9	<p>Устойчивость нелинейных систем. Анализ поведения СУ на фазовой плоскости; устойчивость положений равновесия: первый и второй методы Ляпунова, частотный метод исследования абсолютной устойчивости. Необходимое и достаточное условия абсолютной устойчивости. Круговой критерий. Исследование периодических режимов методом гармонического баланса. Основные положения метода гармонического баланса. Гармоническая линеаризация нелинейного элемента. Определение параметров периодических режимов.</p>
10	<p>Коррекция нелинейных систем. Линейная коррекция нелинейных систем. Постановка задачи синтеза нелинейной системы. Нормированный коэффициент гармонической линеаризации. Методика синтеза корректирующего устройства. Нелинейные корректирующие устройства. Отличительные особенности нелинейной коррекции. Система с нелинейной обратной связью. Псевдолинейная коррекция. Коррекция апериодического звена. Коррекция инерционности дифференцирующего контура. Нелинейный фильтр с фазовым опережением. Нелинейный фильтр с амплитудным ослаблением. Отличительные особенности систем с переменной структурой. Условия возникновения и уравнения скользящего режима.</p>

11	Случайные процессы в нелинейных системах. Линейные стохастические модели СУ: модели и характеристики случайных сигналов; прохождение случайных сигналов через линейные звенья; анализ и синтез линейных стохастических систем при стационарных случайных воздействиях. Постановка задач фильтрации. Вычисление дисперсии ошибки в СУ. Использование модели белого шума. Расчет дисперсии ошибки в СУ с типовыми логарифмическими частотными характеристиками. Решение интегрального уравнения Винера-Хопфа. Фильтр Калмана. Особенности расчета случайного процесса в нелинейной системе. Определение коэффициентов статистической линеаризации. Анализ нелинейных замкнутых систем методом статистической линеаризации
----	--

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6				
1	Сигнальные графы и формула Мейсона	Решение задач	2	2
2	Критерии устойчивости	Решение задач	2	3
Семестр 7				
3	Передаточная функция и уравнения состояния	Решение задач	2	5
4	Модальный синтез системы 2-го порядка	Решение задач	2	6
Всего			8	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6			
1	Динамические звенья и их характеристики во временной области	4	2
2	Исследование ПИД-регуляторов	4	3
Семестр 7			
3	Синтез модального регулятора с помощью формулы Аккермана	2	6
4	Синтез модального регулятора с наблюдающим устройством	3	6
5	Исследование нелинейностей и методов их компенсации	3	8
Всего		16	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час	Семестр 7, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	180	65	115
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	13	3	10
Контрольные работы заочников (КРЗ)	10	5	5
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	35	10	25
Всего:	238	83	155

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Теория автоматического управления : учебное пособие. Ч. 1 / М. В. Бураков ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2013. - 254 с.	
	Теория автоматического управления : учебное пособие. Ч. 2 / М. В. Бураков ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 143 с.	
	Теория автоматического управления. Нелинейные	

	системы : учебное пособие. Ч.3 / М. В. Бураков ; С.-Петербур. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2018. - 178 с.	
681.5 Е 78	Ерофеев, А. А. Теория автоматического управления [Текст] : учебник для вузов / А. А. Ерофеев. - 2-е изд., доп. и перераб. - СПб. : Политехника, 2005. - 302 с.	99
681.5 Б 53	Бесекерский, Виктор Антонович (проф., лауреат Гос. премии). Теория систем автоматического управления [Текст] / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Профессия, 2007. - 752 с.	10
https://new.znaniium.com/catalog/product/548433	Панкратов, В. В. Избранные разделы современной теории автоматического управления/ПанкратовВ.В., НосО.В., ЗимаЕ.А. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 223 с.: ISBN 978-5-7782-1810-9. - Текст : электронный.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Matlab

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, 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	Компьютерный класс	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
Семестр 6	
1.	Классификация систем управления и история развития ТАУ
2.	Этапы синтеза системы управления
3.	Способы математического описания объектов управления
4.	Линейные системы управления и их свойства. Принципы линеаризации.
5.	Линеаризация: системы со многими входами
6.	ПИД-регуляторы
7.	Операторная форма записи уравнений системы управления
8.	Преобразование Лапласа
9.	Передаточная функция. Нули и полюса
10.	Типовые динамические звенья
11.	Единичная ступенчатая функция и дельта-функция. Переходная функция и функция веса
12.	Передаточная функция системы с обратной связью
13.	Частные передаточные функции
14.	Правила преобразования структурных схем систем автоматического управления
15.	Сигнальные графы и метод Мейсона
16.	Чувствительность систем управления
17.	Инвариантные системы
18.	Показатели качества переходного процесса во временной области
19.	Корневые оценки качества переходного процесса. Влияние нулей

20.	Интегральные оценки качества переходного процесса
21.	Теорема о конечном значении и установившаяся ошибка систем управления с обратной связью
22.	Устойчивые и неустойчивые системы. Оценка устойчивости по полюсам передаточной функции
23.	Необходимое условие устойчивости систем управления
24.	Прямой синтез параметров регулятора
25.	Метод D -разбиения
26.	Критерий устойчивости Рауса-Гурвица
27.	Корневой годограф
28.	Анализ систем управления в частотной области. Получение частотных характеристик по передаточным функциям
29.	Частотная характеристика динамического звена. Полоса пропускания и частота среза
30.	Логарифмические частотные характеристики
31.	Частотные критерии качества
32.	Примеры ЛЧХ типовых звеньев
33.	Алгоритм построения ЛАЧХ разомкнутой системы. Пример
34.	Критерий устойчивости Михайлова
35.	Формулировка частотного критерия устойчивости Найквиста
36.	Физический смысл критерия устойчивости Найквиста
37.	Оценка запасов устойчивости по ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой системы
38.	Частотный синтез последовательного корректирующего устройства
39.	Коррекция с помощью дифференцирующих устройств
40.	Коррекция с помощью интегрирующих устройств
41.	Коррекция с помощью интегро-дифференцирующих устройств
42.	Корректирующие звенья на операционных усилителях
43.	Безынерционные и динамические нелинейные элементы
Семестр 7	
1.	Метод пространства состояний. Общие понятия. Примеры
2.	Матричная запись уравнений состояния
3.	Линеаризация в пространстве состояний
4.	Переход от передаточной функции к уравнениям состояния
5.	Структурные преобразования в пространстве состояний
6.	Фундаментальная (переходная) матрица системы в пространстве состояний
7.	Уравнения состояния и сигнальный граф
8.	Связь между передаточной функцией и уравнениями состояния
9.	Переход от уравнений состояния к передаточной функции для RLC-цепи
10.	Выбор переменных состояния. Запись уравнений состояния по дифференциальному уравнению системы
11.	Понятие управляемости системы
12.	Понятие наблюдаемости системы
13.	Понятие идентифицируемости системы
14.	Критерии управляемости и наблюдаемости
15.	Критерий идентифицируемости
16.	Каноническая форма управляемости
17.	Каноническая форма наблюдаемости
18.	Диагональная каноническая форма
19.	Преобразования подобия
20.	Модальные характеристики системы (собственные значения и собственные векторы)

21.	Модальное управление. Основная теорема
22.	Синтез модального регулятора с использованием канонической формы управляемости
23.	Формула Аккермана
24.	Использование внутренней модели эталонного сигнала
25.	Пример синтеза модального регулятора
26.	Выбор полюсов желаемой замкнутой системы
27.	Наблюдающие устройства. Основные понятия
28.	Принцип работы наблюдающего устройства
29.	Редуцированные наблюдающие устройства
30.	Оптимальное управление в пространстве состояний
31.	Линейные квадратичные регуляторы
32.	Прямое и не прямое адаптивное управление
33.	Адаптивный регулятор с эталонной моделью в пространстве состояний
34.	Критерий идентифицируемости. Методы идентификации
35.	Адаптивная система с идентификатором в пространстве состояний
36.	Анализ поведения СУ на фазовой плоскости
37.	Особенности фазовых портретов нелинейных систем
38.	Системы с переменной структурой
39.	Первый и второй методы Ляпунова
40.	Частотный метод исследования абсолютной устойчивости
41.	Необходимое и достаточное условия абсолютной устойчивости
42.	Основные положения метода гармонического баланса
43.	Гармоническая линеаризация нелинейного элемента
44.	Постановка задачи синтеза нелинейной системы
45.	Нелинейные корректирующие устройства
46.	Система с нелинейной обратной связью
47.	Нелинейный фильтр с фазовым опережением
48.	Нелинейный фильтр с амплитудным ослаблением
49.	Отличительные особенности систем с переменной структурой
50.	Условия возникновения и уравнения скользящего режима
51.	Линейные стохастические модели СУ
52.	Анализ и синтез линейных стохастических систем при стационарных случайных воздействиях
53.	Фильтр Калмана
54.	Особенности расчета случайного процесса в нелинейной системе
55.	Определение коэффициентов статистической линеаризации
56.	Анализ нелинейных замкнутых систем методом статистической линеаризации

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

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

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

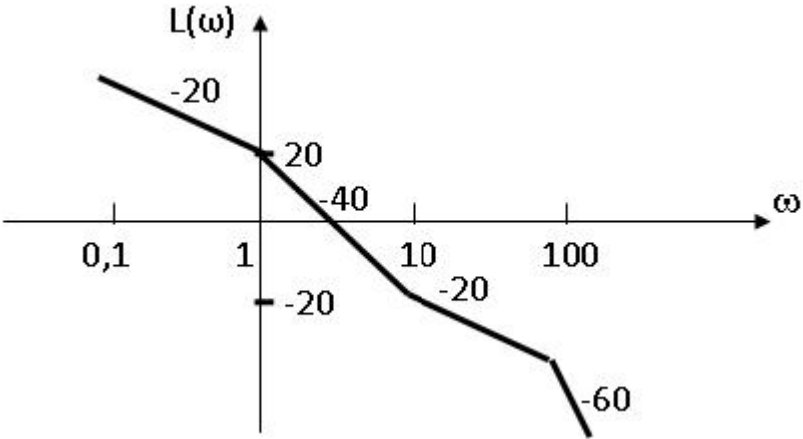
Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
1.	Алгебраический критерий устойчивости Рауса-Гурвица позволяет: <ol style="list-style-type: none"> 1) Судить об абсолютной устойчивости по коэффициентам характеристического уравнения 2) Судить об устойчивости по полюсам системы 3) Судить об устойчивости по корням характеристического уравнения 4) Судить о запасах устойчивости по коэффициентам характеристического уравнения
2.	Амплитудной частотной характеристикой является: <ol style="list-style-type: none"> 1) модуль частотной передаточной функции 2) аргумент частотной передаточной функции 3) вещественная часть частотной передаточной функции 4) мнимая часть частотной передаточной функции
3.	В каком бытовом приборе используется принцип управления с обратной связью? <ol style="list-style-type: none"> 1) Холодильник 2) Вентилятор 3) Микроволновая печь 4) Кофеварка
4.	В каком случае замкнутая система будет устойчива при единственном достижении ЛФЧХ значения $-\pi$? <ol style="list-style-type: none"> 1) при достижении ЛФЧХ значения $-\pi$ ЛАЧХ будет отрицательной 2) при достижении ЛФЧХ значения $+\pi$ ЛАЧХ будет отрицательной 3) при достижении ЛФЧХ значения $-\pi$ ЛАЧХ будет положительной 4) при достижении ЛФЧХ значения $+\pi$ ЛАЧХ будет положительной
5.	В каком случае система имеет склонность к колебаниям? <ol style="list-style-type: none"> 1) Характеристическое уравнение содержит комплексные корни 2) Характеристическое уравнение содержит только вещественные корни 3) Система неустойчива 4) Характеристическое уравнение содержит только комплексные корни
6.	В устойчивой системе самое большое отношение мнимой части характеристического корня к его действительной части характеризует: <ol style="list-style-type: none"> 1) колебательность 2) статическую точность 3) запас устойчивости по фазе 4) быстродействие
7.	Выходной сигнал будет монотонно возрастать, если ступенчатый входной сигнал подать на звено с передаточной функцией: <ol style="list-style-type: none"> 1) $W = \frac{k}{s}$ 2) $W = \frac{k}{s^2 + 0,02s + 1}$ 3) $W = \frac{k}{s^2 + 1}$ 4) $W = ks$
8.	Дано дифференциальное уравнение $\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{3dy}{dt} + y = \frac{10dx}{dt}$, какая передаточная функция ему соответствует?

	<p>1) $W = \frac{10s}{s^2 + 3s + 1}$</p> <p>2) $W = \frac{10s^2}{s^2 + 3s + 1}$</p> <p>3) $W = \frac{10}{s^2 + 3s + 1}$</p> <p>4) $W = \frac{10}{3s^2 + s + 1}$</p>
9.	<p>Дано дифференциальное уравнение $\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{3dy}{dt} + y = 10x$, какая передаточная функция ему соответствует?</p> <p>1) $W = \frac{10s}{s^2 + 3s + 1}$</p> <p>2) $W = \frac{10s^2}{s^2 + 3s + 1}$</p> <p>3) $W = \frac{10}{s^2 + 3s + 1}$</p> <p>4) $W = \frac{10}{3s^2 + s + 1}$</p>
10.	<p>Для какого устройства были созданы первые автоматические регуляторы?</p> <p>1) Паровая машина</p> <p>2) Аэроплан</p> <p>3) Дирижабль</p> <p>4) Паровоз</p>
11.	<p>Для параллельного соединения N динамических звеньев справедлива формула:</p> <p>1) $W(s) = \sum_{i=1}^N W_i(s)$</p> <p>2) $W(s) = \prod_{i=1}^N W_i(s)$</p> <p>3) $W(s) = \frac{1}{N} \prod_{i=1}^N W_i(s)$</p> <p>4) $W(s) = N \sum_{i=1}^N W_i(s)$</p>
12.	<p>Для последовательного соединения N динамических звеньев справедлива формула:</p> <p>1) $W(s) = \sum_{i=1}^N W_i(s)$</p> <p>2) $W(s) = \prod_{i=1}^N W_i(s)$</p> <p>3) $W(s) = \frac{1}{N} \prod_{i=1}^N W_i(s)$</p> <p>4) $W(s) = N \sum_{i=1}^N W_i(s)$</p>
13.	<p>Единицы измерения функции $L(\omega)$ по оси ординат ЛАЧХ?</p> <p>1) децибелы</p> <p>2) ангстремы</p> <p>3) октавы</p> <p>4) градусы</p> <p>5) декады</p>
14.	<p>Единичная импульсная функция описывается формулой:</p>

	<p>1) $x(t) = \begin{cases} 0, & t \neq 0 \\ \infty, & t = 0 \end{cases}$</p> <p>2) $x(t) = \begin{cases} \infty, & t \neq 0 \\ 1, & t = 0 \end{cases}$</p> <p>3) $x(t) = \begin{cases} 0, & t \leq 0 \\ 1, & t > 0 \end{cases}$</p> <p>4) $x(t) = \begin{cases} 1, & t \leq 0 \\ 0, & t > 0 \end{cases}$</p>
15.	<p>Единичная ступенчатая функция описывается формулой:</p> <p>1) $x(t) = \begin{cases} 0, & t \leq 0 \\ 1, & t > 0 \end{cases}$</p> <p>2) $x(t) = \begin{cases} \infty, & t \leq 0 \\ 0, & t > 0 \end{cases}$</p> <p>3) $x(t) = \begin{cases} 0, & t \leq 0 \\ \infty, & t > 0 \end{cases}$</p> <p>4) $x(t) = \begin{cases} 1, & t \leq 0 \\ 0, & t > 0 \end{cases}$</p>
16.	<p>Если η – степень устойчивости системы, то время переходного процесса можно оценить по формуле:</p> <p>1) $t \approx \frac{3}{\eta}$</p> <p>2) $t \approx \frac{1}{\eta}$</p> <p>3) $t \approx 2\eta$</p> <p>4) $t \approx 5\eta$</p>
17.	<p>Если динамика системы описывается дифференциальными уравнениями, коэффициенты которых меняются со временем, то такую систему называют:</p> <p>1) нестационарной</p> <p>2) цифровой</p> <p>3) нелинейной</p> <p>4) дискретной</p>
18.	<p>Если ЛАЧХ и ЛФЧХ звена представляют собой горизонтальные прямые, то это звено:</p> <p>1) пропорциональное</p> <p>2) интегрирующее</p> <p>3) дифференцирующее</p> <p>4) апериодическое первого порядка</p>
19.	<p>Если на вход линейной динамической системы подать гармоническое воздействие, то выходной сигнал будет представлять собой:</p> <p>1) гармоническую функцию той же частоты, но с измененной амплитудой и фазой</p> <p>2) гармоническую функцию, но с измененной частотой, амплитудой и фазой</p> <p>3) гармоническую функцию с той же амплитудой, но с измененной частотой и фазой</p> <p>4) гармоническую функцию с той же фазой, но с измененной амплитудой и частотой</p>

20.	<p>Если у инерционного звена уменьшить постоянную времени T до нуля, звено преобразуется в:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) пропорциональное 2) интегрирующее 3) дифференцирующее 4) апериодическое первого порядка 5) консервативное
21.	<p>Имеется график асимптотической ЛАХ.</p>  <p>Какая передаточная функция ему соответствует?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $W(s) = \frac{0,1s + 1}{s(s + 1)(0,01s + 1)^2}$ 2) $W(s) = 10 \cdot \frac{0,1s + 1}{s^2(s + 1)(0,01s + 1)^2}$ 3) $W(s) = 10 \cdot \frac{0,01s + 1}{s^2(s + 1)(0,01s + 1)}$ 4) $W(s) = 100 \cdot \frac{0,1s + 1}{s(s + 1)(0,01s + 1)}$
22.	<p>К каким последствиям приводит введение отрицательной обратной связи?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Уменьшаются коэффициент усиления и чувствительность системы 2) Увеличиваются коэффициент усиления и чувствительность системы 3) Коэффициент усиления увеличивается, а чувствительность уменьшается 4) Коэффициент усиления уменьшается, а чувствительность увеличивается
23.	<p>Как называется переходный процесс без перерегулирования?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) апериодический 2) колебательный 3) неустойчивый 4) астатический
24.	<p>Какие эффекты вызывает увеличение дифференциального коэффициента в ПИД-регуляторе?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Уменьшение перерегулирования 2) Рост времени нарастания и статической ошибки, уменьшение перерегулирования 3) Уменьшение времени нарастания и статической ошибки, рост перерегулирования 4) Уменьшение времени нарастания, рост статической ошибки и перерегулирования
25.	<p>Метод пространства состояния подразумевает, что состояние системы это:</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 1) Совокупность таких переменных, знание которых позволяет, при известном выходе и известных уравнениях динамики, описать прошлое состояние системы и значение ее входа 2) Совокупность таких переменных, знание которых позволяет описать характеристики переходного процесса в системе 3) Совокупность таких переменных, знание которых позволяет, при известном входе и известных уравнениях динамики, описать будущее состояние системы и значение ее выхода 4) Совокупность таких переменных, знание которых позволяет описать расположение корней замкнутой системы
26.	<p>Каким должно быть количество переменных состояния?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Должно быть равно количеству входов объекта. 2) Должно быть равно количеству выходов объекта 3) Количество переменных состояния должно быть равно порядку системы 4) Количество зависит от критериев качества управления
27.	<p>Какая матрица при описании объекта в пространстве состояний может быть нулевой?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) A 2) C 3) D 4) B
28.	<p>Какая матрица называется матрицей коэффициентов объекта для линейной стационарной системы, уравнения состояний которой имеют следующий общий вид</p> $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases} ?$ <ol style="list-style-type: none"> 1) A 2) C 3) D 4) B
29.	<p>Какая матрица называется матрицей входа для линейной стационарной системы, уравнения состояний которой имеют следующий общий вид</p> $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases} ?$ <ol style="list-style-type: none"> 1) A 2) C 3) D 4) B
30.	<p>Какая матрица называется матрицей выхода для линейной стационарной системы, уравнения состояний которой имеют следующий общий вид</p> $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases} ?$ <ol style="list-style-type: none"> 1) A 2) C 3) D 4) B
31.	<p>Какая матрица описывает непосредственное влияние входа на выход системы для линейной стационарной системы, уравнения состояний которой имеют</p>

	<p>следующий общий вид $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases}$?</p> <p>1) A 2) C 3) D 4) B</p>
32.	<p>Какая матрица влияет на устойчивость системы?</p> <p>1) A 2) B 3) C 4) D</p>
33.	<p>Дано описание нелинейной системы $\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 = f_1 \\ \dot{x}_2 = -x_1x_2 - x_2 + u = f_2 \end{cases}$</p> <p>Какой будет матрица A при линеаризации в рабочей точке $X(0)=[-1 \ 1]$?</p> <p>1) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$ 2) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ 3) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$</p>
34.	<p>Дано описание нелинейной системы $\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 + u = f_1 \\ \dot{x}_2 = -x_1x_2 - x_2 + 2u = f_2 \end{cases}$</p> <p>Какой будет матрица B при линеаризации в рабочей точке $X(0)=[-2 \ 1]$?</p> <p>1) $B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ 2) $B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ 3) $B = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$ 4) $B = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix}$</p>
35.	<p>По какой формуле можно вычислить матрицу $\Phi(s)$?</p> <p>1) $\Phi(s) = (sI - A)^{-n}$ 2) $\Phi(s) = (sA - B)^{-1}$ 3) $\Phi(s) = (sI - 1)^{-1}$ 4) $\Phi(s) = (sI - A)^{-1}$</p>
36.	<p>Управляемость системы описывается условием:</p> <p>1) $\text{rank} \begin{bmatrix} A & BA & B^2A & \dots & B^{n-1}A \end{bmatrix} = n$ 2) $\text{rank} \begin{bmatrix} B & AB & A^2B & \dots & A^{n-1}B \end{bmatrix} = n$ 3) $\text{rank} \begin{bmatrix} A & CA & CA^2 & \dots & CA^{n-1} \end{bmatrix}^T = n$</p>

	4) $\text{rank} \begin{bmatrix} A; AC; AC^2; \dots; AC^{n-1} \end{bmatrix}^T = n$
37.	Наблюдаемость системы описывается условием: 1) $\text{rank} \begin{bmatrix} A & BA & B^2A & \dots & B^{n-1}A \end{bmatrix} = n$ 2) $\text{rank} \begin{bmatrix} B & AB & A^2B & \dots & A^{n-1}B \end{bmatrix} = n$ 3) $\text{rank} \begin{bmatrix} A; CA; CA^2; \dots; CA^{n-1} \end{bmatrix}^T = n$ 4) $\text{rank} \begin{bmatrix} A; AC; AC^2; \dots; AC^{n-1} \end{bmatrix}^T = n$
38.	Идентифицируемость системы описывается условием: 1) $\text{rank} \begin{bmatrix} A & BA & B^2A & \dots & B^{n-1}A \end{bmatrix} = n$ 2) $\text{rank} \begin{bmatrix} X_0; AX_0; A^2X_0; \dots; A^{n-1}X_0 \end{bmatrix} = n$ 3) $\text{rank} \begin{bmatrix} A; CA; CA^2; \dots; CA^{n-1} \end{bmatrix}^T = n$ 4) $\text{rank} \begin{bmatrix} A; AC; AC^2; \dots; AC^{n-1} \end{bmatrix}^T = n$
39.	Какая из следующих систем не является управляемой? 1) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix}; C = [1 \ 1].$ 2) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}; C = [1 \ 0].$ 3) $A = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}; C = [0 \ 1].$ 4) $A = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 2 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}; C = [1 \ 1].$
40.	Какая из следующих систем не является наблюдаемой? 1) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix}; C = [1 \ 1].$ 2) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}; C = [1 \ 0].$ 3) $A = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}; C = [0 \ 1].$ 4) $A = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 2 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}; C = [1 \ 1].$
41.	Укажите верное утверждение: 1) Разным передаточным функциям может соответствовать одна и та же модель в пространстве состояний. 2) Разным моделям в пространстве состояний может соответствовать одна и та же передаточная функция. 3) Одной передаточной функции может соответствовать только одна модель в пространстве состояний. 4) Одной модели в пространстве состояний может соответствовать несколько вариантов передаточной функции.
42.	Какие матричные преобразования называют преобразованиями подобия? 1) Такие преобразования, которые не изменяют модель состояния, но изменяют соотношение между входом и выходом.

	<ul style="list-style-type: none"> 2) Такие преобразования, которые не изменяют порядок системы 3) Такие преобразования, которые изменяют модель состояния, но не изменяют соотношение между входом и выходом 4) Такие преобразования, которые не изменяют матрицу выхода C.
43.	<p>В чем заключается цель модального синтеза системы управления?</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) В обеспечении заданного расположения полюсов разомкнутой системы. 2) В обеспечении заданного расположения полюсов замкнутой системы. 3) В обеспечении заданного состояния системы. 4) В поиске оптимального управления для перемещения системы в заданное состояние
44.	<p>В чем заключается достоинство изображения фазовых траекторий на плоскости?</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) В виде единого фазового портрета представляется вся совокупность возможных движений в системе управления. 2) При помощи фазового портрета можно наблюдать за движением системы в рабочей точке $(0,0)$. 3) При помощи фазового портрета можно наблюдать за движением системы в одной рабочей точке системы.
45.	<p>Выберите определение особой точки "седло"</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Точка, которую окружают замкнутые фазовые траектории (предельные циклы). 2) Особая точка, соответствующая неустойчивому состоянию равновесия. 3) Особая точка, через которую проходят фазовые траектории. 4) Особая точка, которая является асимптотической для фазовых траекторий.
46.	<p>Выберите определение особой точки "узел"</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Особая точка, которая является асимптотической для фазовых траекторий. 2) Точка, которую окружают замкнутые фазовые траектории (предельные циклы). 3) Особая точка, через которую проходят фазовые траектории. 4) Особая точка, соответствующая неустойчивому состоянию равновесия.
47.	<p>Выберите определение особой точки "фокус (спираль)"</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Точка, которую окружают замкнутые фазовые траектории (предельные циклы). 2) Особая точка, соответствующая неустойчивому состоянию равновесия. 3) Особая точка, которая является асимптотической для фазовых траекторий. 4) Особая точка, через которую проходят фазовые траектории.
48.	<p>Выберите определение особой точки "центр"</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Точка, которую окружают замкнутые фазовые траектории (предельные циклы). 2) Особая точка, которая является асимптотической для фазовых траекторий. 3) Особая точка, соответствующая неустойчивому состоянию равновесия. 4) Особая точка, через которую проходят фазовые траектории.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
1	Синтез линейных систем управления
2	Синтез систем управления в пространстве состояний
3	Синтез нелинейных систем управления

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. 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 обучающимися 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:

- Методы и средства ТАУ, связь с задачами реального мира;
- Разделы ТАУ, классификация решаемых задач и соответствующих им моделей;
- Классическая ТАУ, использование аппарата передаточных функций;
- Современная ТАУ, методы линейной алгебры;
- Нелинейные системы, особенности описания, методы анализа и синтеза.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся 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 обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися 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.

Требования к проведению практических занятий

Методические указания и требования к проведению практических занятий приведены в следующих источниках:

1. Теория автоматического управления : практикум. ч. 1 / М. В. Бураков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 76 с.

Теория автоматического управления : практикум. ч. 2 / М. В. Бураков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2017. - 67 с.

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задания и требования к проведению лабораторных работ приведены в следующих источниках:

1. Теория автоматического управления : методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-9 / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: М. В. Бураков, Т. Г. Полякова, А. В. Подзорова. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2006. - 62 с.

2. Теория автоматического управления : методические указания по выполнению лабораторных работ № 1 - 4 / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. М. В. Бураков. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 26 с.

3. Теория автоматического управления. Нелинейные системы : методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. М. В. Бураков. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2018. - 48 с.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе имеет форму гипертекстового документа, содержащего задание на лабораторную работу, краткие теоретические сведения по теме работы, описание схем и алгоритмов, использованных при выполнении работы, результаты вычислительных экспериментов в виде графиков (диаграмм), а также выводы по итогам проделанной работы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать титульный лист, а его содержание должно быть оформлено согласно ГОСТ 7.32 – 2017.

Нормативная документация, необходимая для оформления, приведена на электронном ресурсе ГУАП: <https://guap.ru/standart/doc>

11.4. 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 может включать 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 являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится путем мониторинга результатов выполнения лабораторных работ, контрольным вопросам на защите практических и лабораторных работ, путем получения обратной связи во время проведения лекций.

Своевременная сдача отчетов по лабораторным и практическим заданиям и положительный результат на защите этих работ может учитываться при проведении промежуточной аттестации.

11.6. 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».

Промежуточная аттестация проводится по ФОС, приведенному в п.10.3 данной рабочей программы дисциплины.

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