

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

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(подпись)



«24» марта 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория автоматического управления»

(Название дисциплины)

Код направления	15.03.06
Наименование направления/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности	Робототехника
Форма обучения	очная

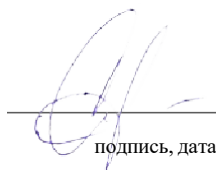
Санкт-Петербург 2022 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

ст.преп.

должность, уч. степень, звание


подпись, датаН.В. Решетникова

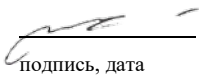
инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 31
«21» марта 2022 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н.,проф.

должность, уч. степень, звание


подпись, датаВ.Ф. Шишлаков

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 15.03.06(01)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание

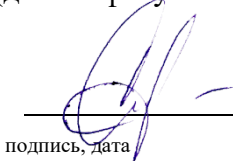

подпись, датаО.Я. Солёная

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

Ст. преп.

должность, уч. степень, звание


подпись, датаН.В. Решетникова

инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Теория автоматического управления» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленность «Робототехника». Дисциплина реализуется кафедрой №31.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника общепрофессиональных компетенций: ОПК-3 «владение современными информационными технологиями, готовность применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности»,

ОПК-4 «готовность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности»:

ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычисл»,

ПК-2 «способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования»,

ПК-5 «способность проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств».

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 дифференцированного зачета. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 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. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-3 «владение современными информационными технологиями, готовность применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности»:

знать современные информационные технологии, применяемые при разработке систем управления (СУ);

уметь применять современные средства автоматизированного проектирования СУ;

владеть навыками проектирования систем и отдельных модулей СУ с использованием машинной графики;

иметь опыт подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности.

ОПК-4 «готовность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности»:

знать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в области разработки СУ в робототехнике;

уметь систематизировать научно-техническую информацию по теории автоматического управления;

владеть навыками сбора и обработки информации по робототехническим СУ;

иметь опыт анализа научно-технических задач в области разработки СУ.

ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники»:

знать типовой аппаратный состав робототехнических систем, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники;

уметь составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем;

владеть навыками математического описания отдельных модулей мехатронных систем;

иметь опыт моделирования робототехнических систем и их модулей.

ПК-2 «способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования»:

знать возможности современных пакетов прикладных программ для обработки информации и управления в робототехнических системах;
 уметь составлять алгоритмы обработки управления в мехатронных системах;
 владеть навыками программирования типовых задач обработки информации;
 иметь опыт разработки программного обеспечения для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах.

ПК-5 «способность проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств»:

знать современные информационные технологии и технические средства, применяемые при разработке мехатронных и робототехнических систем;
 уметь проводить эксперименты по заданным методикам с моделями мехатронных систем;
 владеть навыками обработки результатов экспериментов с робототехническими системами;
 иметь опыт проведения и обработки экспериментов на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем.

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Информационные технологии;
- Математика. Математический анализ;
- Теоретическая механика;
- Электротехника.

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

- Управление роботами и робототехническими системами;
- Проектирование электроприводов.

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	№6	№7
1	2	3	4	5
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	10/ 360	4/ 144	3/ 108	3/ 108
<i>Из них часов практической подготовки</i>	70	30	20	20
<i>Аудиторные занятия, всего час., В том числе</i>	204	85	68	51
лекции (Л), (час)	85	34	34	17

Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	17	17	
лабораторные работы (ЛР), (час)	68	34	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17			17
Экзамен, (час)	72	36		36
Самостоятельная работа , всего	84	23	40	21
Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз., Дифф. Зач., Экз.	Экз.	Дифф. Зач.	Экз.

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 понятия теории автоматического управления.	4	-	-	-	6
Раздел 2. Преобразование Лапласа и аппарат передаточных функций	10	8	14	-	6
Раздел 3. Корневые оценки устойчивости и качества систем управления	8	6	6	-	5
Раздел 4. Частотные методы анализа и синтеза систем управления	12	3	14	-	6
Итого в семестре:	34	17	34		23
Семестр 6					
Раздел 5. Модели в пространстве состояний	10	8	-	-	15
Раздел 6. Модальное управление и наблюдающие устройства	12	9	9	-	15
Раздел 7. Оптимальное и адаптивное управление в пространстве состояний	12	-	8	-	10
Итого в семестре:	34	17	17		40
Семестр 7					
Раздел 8. Нелинейные системы.	3	-	11	-	5
Раздел 9. Устойчивость нелинейных систем.	4	-	3	-	5
Раздел 10. Коррекция нелинейных систем.	5	-	3	-	5
Раздел 11. Стохастические системы управления	5	-	-	-	6
Выполнение курсовой работы				17	
Итого в семестре:	17		17	17	21
Итого:	51	34	51	17	84

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	<p>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.</p>
2	<p>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.</p>
3	<p>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.</p>
4	<p>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 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 состояния 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.</p>

	<p>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	<p>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</p>

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)	Практическая подготовка, час	№ раздела дисциплины
Семестр 5					
1	Линеаризация статических и динамических систем	Решение задач	2	2	2
2	Преобразование структурных схем СУ и формула Мейсона	Решение задач	3	2	2
3	Преобразование Лапласа	Решение задач	3	2	2
4	Алгебраический критерий устойчивости	Решение задач	3	3	3
5	Прямой синтез регулятора	Решение задач	3	3	3
6	Частотные критерии устойчивости	Решение задач	3	3	4
Семестр 6					
7	Передаточная функция и уравнения состояния	Решение задач	2	2	5
8	Линеаризация в пространстве состояний	Решение задач	3	2	5
9	Матричная экспонента и матричная передаточная функция	Решение задач	3	2	5
10	Преобразования подобия и канонические формы	Решение задач	3	3	6
11	Диагональная каноническая форма	Решение задач	3	3	6
12	Модальный синтез системы 2го порядка	Решение задач	3	3	6
			34	30	

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)	Практическая подготовка, час	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
1	Типовые динамические звенья	3	3	2
2	Структурные преобразования	4	3	2
3	Синтез ПИД-регуляторов	3	3	3
4	Частотный синтез корректирующего звена	4	2	4
5	Синтез регулятора двигателя постоянного тока	3	2	4
Семестр 6				

6	Синтез модального регулятора	3	3	6
7	Синтез модального регулятора с наблюдающим устройством	3	3	6
8	Синтез модального регулятора с расширенным вектором состояния	3	3	6
9	Синтез линейного квадратичного регулятора	4	2	7
10	Адаптивная система управления с эталонной моделью	4	2	7
Семестр 7				
11	Исследование статических нелинейностей и методов их компенсации	3	3	8
12	Исследование динамических нелинейностей	4	4	8
13	Метод фазовой плоскости	4	4	8
14	Исследование автоколебаний	3	3	9
15	Исследование скользящего режима управления	3	3	10
Всего		51	40	

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Цель курсовой работы: Проектирование системы автоматического управления ДПТ

Часов практической подготовки: 10

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	Семестр 6, час	Семестр 7, час
1	2	3	4	5
Самостоятельная работа, всего	84	23	40	21
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	37	15	20	3
Курсовое проектирование	10			10
Оформление отчетов	19	4	10	5
Подготовка к текущему контролю (ТК)	17	4	10	3

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)
	Теория автоматического управления : учебное пособие. Ч. 1 / М. В. Бураков ; С.-Петербург. 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.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2018. - 178 с.	

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 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
	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. https://new.znaniium.com/catalog/product/548433	

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	Компьютерный класс	

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; Тесты.
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты.
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
	ОПК-3 «владение современными информационными технологиями, готовность применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической док»
1	Инженерная и компьютерная графика
2	Информационные технологии
2	Компьютерная графика в профессиональной сфере
4	Электроника
5	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем
5	Теория автоматического управления
5	Электроника
6	Теория автоматического управления
7	Автоматизация расчета и проектирования технических систем

7	Теория автоматического управления
ОПК-4 «готовность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности»	
2	Компьютерная графика в профессиональной сфере
2	Информационные технологии
3	Электротехника
4	Электротехника
4	Метрология
4	Электроника
5	Теория автоматического управления
5	Экология
5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств
5	Защита интеллектуальной собственности
5	Электроника
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
6	Электроприводы аэрокосмических робототехнических систем
6	Теория автоматического управления
7	Менеджмент в мехатронике и робототехнике
7	Основы информационной безопасности
7	Теория автоматического управления
7	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
7	Управление роботами и робототехническими системами
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
8	Управление роботами и робототехническими системами
ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычисл»	
1	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
2	Компьютерная графика в профессиональной сфере
3	Электротехника
4	Электротехника
4	Электроника
4	Метрология
5	Силовая электроника
5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств
5	Электрические машины

5	Теория автоматического управления
5	Электроника
5	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Силовая электроника
6	Теория автоматического управления
6	Математические методы исследования в электромеханике
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Проектирование вторичных источников питания
6	Электромеханические и полупроводниковые преобразователи электрической энергии
6	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
6	Электроприводы аэрокосмических робототехнических систем
6	Контроль качества технологических операций
7	Моделирование в электромеханике
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
7	Оптимальные системы
7	Методы нечеткого управления в робототехнических системах и комплексах
7	Проектирование электроприводов
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Теория автоматического управления
7	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
7	Управление роботами и робототехническими системами
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств
8	Проблемы разработки и внедрения современных робототехнических систем
8	Проектирование роботов и робототехнических систем
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Системы с искусственным интеллектом
8	Контроль и диагностика робототехнических систем и комплексов
8	Теория подобия и моделирования
8	Надежность робототехнических систем
8	Управление роботами и робототехническими системами
ПК-2 «способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования»	
3	Электротехника
4	Электротехника
5	Теория автоматического управления
5	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем

	систем
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Теория автоматического управления
6	Производственная практика научно-исследовательская работа
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Теория автоматического управления
7	Методы нечеткого управления в робототехнических системах и комплексах
7	Управление роботами и робототехническими системами
7	Оптимальные системы
7	Проектирование электроприводов
7	Моделирование в электромеханике
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
8	Управление роботами и робототехническими системами
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
ПК-5 «способность проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств»	
3	Электротехника
4	Электротехника
5	Теория автоматического управления
6	Теория автоматического управления
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Производственная практика научно-исследовательская работа
7	Теория автоматического управления
7	Оптимальные системы
7	Идентификация и диагностика систем
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Экспериментальные методы исследования
8	Производственная преддипломная практика

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	

$85 \leq K \leq 100$	«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.
$70 \leq K \leq 84$	«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.
$55 \leq K \leq 69$	«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.
$K \leq 54$	«неудовлетворительно» «незачтено»	<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.

10.4. 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
Семестр 5	
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 6	
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

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета
Семестр 7	
1.	Анализ поведения СУ на фазовой плоскости
2.	Особенности фазовых портретов нелинейных систем
3.	Системы с переменной структурой
4.	Первый и второй методы Ляпунова
5.	Частотный метод исследования абсолютной устойчивости
6.	Необходимое и достаточное условия абсолютной устойчивости
7.	Основные положения метода гармонического баланса
8.	Гармоническая линеаризация нелинейного элемента
9.	Постановка задачи синтеза нелинейной системы
10.	Нелинейные корректирующие устройства
11.	Система с нелинейной обратной связью
12.	Нелинейный фильтр с фазовым опережением
13.	Нелинейный фильтр с амплитудным ослаблением
14.	Отличительные особенности систем с переменной структурой
15.	Условия возникновения и уравнения скользящего режима
16.	Линейные стохастические модели СУ
17.	Анализ и синтез линейных стохастических систем при стационарных случайных воздействиях
18.	Фильтр Калмана
19.	Особенности расчета случайного процесса в нелинейной системе
20.	Определение коэффициентов статистической линеаризации
21.	Анализ нелинейных замкнутых систем методом статистической линеаризации

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
	Синтез модального регулятора с наблюдающим устройством для заданного по варианту динамического объекта
	Синтез систем автоматического управления ДПТ
	Синтез систем автоматического управления ГПТ
	Синтез систем автоматического управления Асинхронного двигателя
	Синтез систем автоматического управления Синхронного генератора

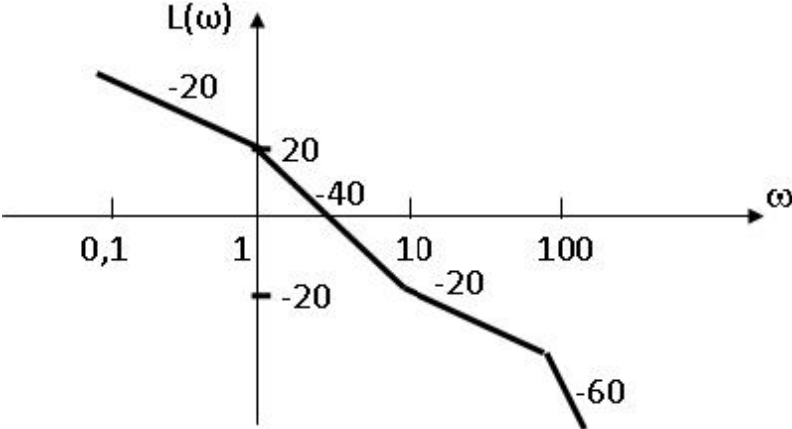
4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
Семестр 5	
1.	Алгебраический критерий устойчивости Рауса-Гурвица позволяет: 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: 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? 1) Холодильник 2) Вентилятор 3) Микроволновая печь 4) Кофеварка
4.	В каком случае замкнутая система будет устойчива при единственном достижении ЛФЧХ значения $-\pi$? 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? 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: 1) колебательность 2) статическую точность 3) запас устойчивости по фазе 4) быстродействие

7.	<p>Выходной сигнал будет монотонно возрастать, если ступенчатый входной сигнал подать на звено с передаточной функцией:</p> <p>1) $W = k$</p> <p>2) $W = \frac{s}{s^2 + 0,02s + 1} k$</p> <p>3) $W = \frac{k}{s^2 + 1}$</p> <p>4) $W = ks$</p>
8.	<p>Дано дифференциальное уравнение $\frac{d^2y}{dt^2} + 3\frac{dy}{dt} + y = \frac{10dx}{dt}$, 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>
9.	<p>Дано дифференциальное уравнение $\frac{d^2y}{dt^2} + 3\frac{dy}{dt} + y = 10x$, 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) $W(s) = \frac{1}{\prod_{i=1}^N W_i(s)}$</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> <ol style="list-style-type: none"> 1) $W(s) = \sum_{i=1}^N W_i(s)$ 2) $W(s) = \prod_{i=1}^N W_i(s)$ 3) $W(s) = \frac{1}{\prod_{i=1}^N W_i(s)}$ 4) $W(s) = N \sum_{i=1}^N W_i(s)$
13.	<p>Единицы измерения функции $L(\omega)$ по оси ординат ЛАЧХ?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) децибелы 2) ангстремы 3) октавы
	<ol style="list-style-type: none"> 4) градусы 5) декады
14.	<p>Единичная импульсная функция описывается формулой:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $x(t) = \begin{cases} 0, & t \neq 0 \\ \infty, & t = 0 \end{cases}$ 2) $x(t) = \begin{cases} 1, & t \leq 0 \\ 0, & t > 0 \end{cases}$ 3) $x(t) = \begin{cases} 1, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases}$ 4) $x(t) = \begin{cases} 0, & t > 0 \\ 1, & t \leq 0 \end{cases}$
15.	<p>Единичная ступенчатая функция описывается формулой:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $x(t) = \begin{cases} 0, & t \leq 0 \\ 1, & t > 0 \end{cases}$ 2) $x(t) = \begin{cases} 0, & t > 0 \\ 1, & t \leq 0 \end{cases}$ 3) $x(t) = \begin{cases} 1, & t > 0 \\ 0, & t \leq 0 \end{cases}$ 4) $x(t) = \begin{cases} 1, & t \leq 0 \\ 0, & t > 0 \end{cases}$
16.	<p>Если η – степень устойчивости системы, то время переходного процесса можно оценить по формуле:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $t \approx \frac{1}{\eta}$ 2) $t \approx \frac{1}{3\eta}$ 3) $t \approx 2\eta$ 4) $t \approx 5\eta$
17.	<p>Если динамика системы описывается дифференциальными уравнениями, коэффициенты которых меняются со временем, то такую систему называют:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) нестационарной 2) цифровой 3) нелинейной 4) дискретной

18.	<p>Если ЛАЧХ и ЛФЧХ звена представляют собой горизонтальные прямые, то это звено:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) пропорциональное 2) интегрирующее 3) дифференцирующее 4) апериодическое первого порядка
19.	<p>Если на вход линейной динамической системы подать гармоническое воздействие, то выходной сигнал будет представлять собой:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) гармоническую функцию той же частоты, но с измененной амплитудой и фазой 2) гармоническую функцию, но с измененной частотой, амплитудой и фазой 3) гармоническую функцию с той же амплитудой, но с измененной частотой и фазой
	<ol style="list-style-type: none"> 4) гармоническую функцию с той же фазой, но с измененной амплитудой и частотой
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) $W(s) = 10 \cdot \frac{s^2(s+1)(0,01s+1)^2}{0,1s+1}$ 3) $W(s) = 10 \cdot \frac{s^2(s+1)(0,01s+1)}{0,01s+1}$ 4) $W(s) = 100 \cdot \frac{s^2(s+1)(0,01s+1)}{0,1s+1}$
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
Семестр 6	
1.	<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
2.	<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
3.	<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
4.	<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
5.	<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

6.	<p>Какая матрица называется матрицей выхода для линейной стационарной системы, уравнения состояний которой имеют следующий общий вид</p> $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases} ?$ <p>1) A 2) C 3) D 4) B</p>
7.	<p>Какая матрица описывает непосредственное влияние входа на выход системы для линейной стационарной системы, уравнения состояний которой имеют</p>
	<p>следующий общий вид</p> $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases} ?$ <p>1) A 2) C 3) D 4) B</p>
8.	<p>Какая матрица влияет на устойчивость системы?</p> <p>1) A 2) B 3) C 4) D</p>
9.	<p>Дано описание нелинейной системы</p> $\begin{cases} \dot{x}_1 = -x_1 x_2 - x_1 + u = f \\ \dot{x}_2 = x_1 x_2 + x_2 \end{cases}$ <p>Какой будет матрица A при линеаризации в рабочей точке $X^2(0) = [-1 \ 1]^T$?</p> <p>1) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ 2) $A = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ 3) $A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ 4) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix}$</p>
10.	<p>Дано описание нелинейной системы</p> $\begin{cases} \dot{x}_1 = -x_1 x_2 - x_1 + 2u = f \\ \dot{x}_2 = x_1 x_2 + x_2 \end{cases}$ <p>Какой будет матрица B при линеаризации в рабочей точке $X^2(0) = [-2 \ 1]^T$?</p> <p>1) $B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ 2) $B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ 3) $B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ 4) $B = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix}$</p>
11.	<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>

12.	<p>Управляемость системы описывается условием:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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) $\text{rank} \begin{bmatrix} A & CA & CA^2 & \dots & CA^{n-1} \end{bmatrix} = n$ 4) $\text{rank} \begin{bmatrix} A & AC & AC^2 & \dots & AC^{n-1} \end{bmatrix} = n$
13.	<p>Наблюдаемость системы описывается условием:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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) $\text{rank} \begin{bmatrix} A & CA & CA^2 & \dots & CA^{n-1} \end{bmatrix} = n$ 4) $\text{rank} \begin{bmatrix} A & AC & AC^2 & \dots & AC^{n-1} \end{bmatrix} = n$
14.	<p>Идентифицируемость системы описывается условием:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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) $\text{rank} \begin{bmatrix} A & CA & CA^2 & \dots & CA^{n-1} \end{bmatrix} = n$ 4) $\text{rank} \begin{bmatrix} A & AC & AC^2 & \dots & AC^{n-1} \end{bmatrix} = n$
15.	<p>Какая из следующих систем не является управляемой?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $A = \begin{bmatrix} 0 & -2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \end{bmatrix}; C = [1 \ 1].$ 2) $A = \begin{bmatrix} 0 & -2 \\ 1 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}; C = [1 \ 0].$ 3) $A = \begin{bmatrix} 0 & -2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}; C = [0 \ 1].$ 4) $A = \begin{bmatrix} 2 & -2 \\ 2 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}; C = [1 \ 1].$
16.	<p>Какая из следующих систем не является наблюдаемой?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $A = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \end{bmatrix}; C = [1 \ 1].$ 2) $A = \begin{bmatrix} 0 & -2 \\ 1 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}; C = [1 \ 0].$ 3) $A = \begin{bmatrix} 0 & -2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}; C = [0 \ 1].$ 4) $A = \begin{bmatrix} 2 & -2 \\ 2 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}; C = [1 \ 1].$
17.	<p>Укажите верное утверждение:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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.

18.	Какие матричные преобразования называют преобразованиями подобия? 1) Такие преобразования, которые не изменяют модель состояния, но изменяют соотношение между входом и выходом. 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 .
19.	В чем заключается цель модального синтеза системы управления? 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
Семестр 7	
1.	В чем заключается достоинство изображения фазовых траекторий на плоскости? 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.
2.	Выберите определение особой точки "седло" 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.
3.	Выберите определение особой точки "узел" 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.
4.	Выберите определение особой точки "фокус (спираль)" 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.
5.	Выберите определение особой точки "центр" 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.

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
	Не предусмотрено

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

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.

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:

- 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.

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, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, 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

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.
2. 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.

Методические указания для обучающихся по прохождению 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 у 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.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

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

1. Теория автоматического управления : методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-9 / С.-Петерб. 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.-Петерб. 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.-Петерб. 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>

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).

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».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с 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