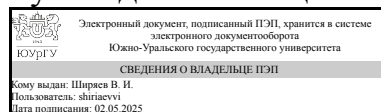


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель специальности



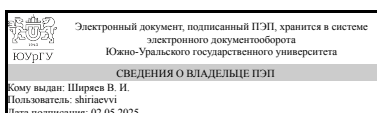
В. И. Ширяев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.24 Теория автоматического управления
для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
уровень Специалитет
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системы автоматического управления

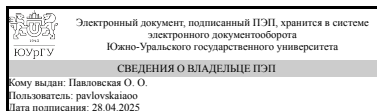
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым приказом Минобрнауки от 04.08.2020 № 874

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



В. И. Ширяев

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



О. О. Павловская

1. Цели и задачи дисциплины

Цель – формирование у будущих специалистов профессиональных знаний и практических навыков по проектированию, исследованию систем и средств управления в промышленности и оборонной отрасли. Задачи курса: научить студентов разбираться в: – принципах работы систем автоматического управления (далее СУ) летательными и подвижными аппаратами различного назначения; – общих законах построения СУ летательными и подвижными аппаратами различного назначения как объектов ориентации, стабилизации и навигации; – методах создания математических моделей движения подвижного объекта, разработки алгоритмов, необходимых для функционирования бортового вычислительного комплекса; – методах анализа непрерывных стационарных линейных и нелинейных СУ; – методах проектирования СУ движением летательных аппаратов с использованием компьютерных технологий.

Краткое содержание дисциплины

основные понятия ТАУ; математические модели непрерывных линейных объектов и систем; дифференциальные и разностные кусочно-линейные модели нелинейных объектов и систем; анализ установившихся и переходных режимов; методы анализа устойчивости линейных и нелинейных систем (корневые, частотные, алгебраические методы; метод фазовой плоскости, метод гармонической линеаризации, критерий абсолютной устойчивости); методы синтеза линейных детерминированных систем.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности	Знает: положения теории автоматического управления, методы проектирования систем управления Умеет: формулировать цели и задачи проектирования, определять критерии и показатели проектирования; определять компромиссные решения в условиях многокритериальности Имеет практический опыт: проектирования систем управления летательными и подвижными аппаратами различного назначения как объектов ориентации, стабилизации и навигации с использованием компьютерных технологий
ОПК-6 Способен осуществлять критический анализ научных достижений, а также использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области систем управления летательными аппаратами	Знает: суть системного подхода Умеет: анализировать работу систем управления подвижных аппаратов различного назначения Имеет практический опыт: создания математических моделей движения подвижных аппаратов различного назначения

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин,	Перечень последующих дисциплин,
------------------------------------	---------------------------------

видов работ учебного плана	видов работ
1.О.18 Техническая механика, 1.О.17 Теоретическая механика, 1.О.08 Физика, 1.О.21 Теоретические основы электротехники, 1.О.10 Специальные главы физики, 1.О.33 Математические основы теории управления, 1.О.07.02 Математический анализ, 1.О.20 Теория вероятностей и математическая статистика, 1.О.09 Специальные главы математики, 1.О.16 Начертательная геометрия и инженерная графика, 1.О.07.01 Алгебра и геометрия, 1.О.15 Химия, Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)	1.О.40 Радиотехнические системы летательных аппаратов, 1.О.41 Высокоточные системы навигации летательных аппаратов

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.18 Техническая механика	Знает: методы механического и математического моделирования типовых элементов машин и конструкций; общие принципы и методы инженерных расчетов типовых элементов машин и конструкций на прочность, основные понятия и определения, теоремы и законы механики, область их применения для основных применяемых при изучении механики моделей, основные принципы сопротивления материалов, классификацию видов нагружения стержня, механические характеристики материалов Умеет: выполнять расчеты на прочность типовых элементов, моделируемых с помощью стержня при простых видах нагружения, разрабатывать расчетные модели типовых элементов конструкций Имеет практический опыт: навыками решения практических задач расчета на прочность типовых элементов машин и конструкций, разработки расчетных моделей типовых элементов конструкций
1.О.07.02 Математический анализ	Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа Умеет: самостоятельно работать с учебной, справочной и учебно-методической литературой; доказывать теоремы, вычислять определенные интегралы по фигуре; характеризовать векторные поля; находить циркуляцию и поток векторного поля; применять интегралы к решению простых прикладных задач; составлять математические модели

	простых задач реальных процессов и проводить их анализ Имеет практический опыт: владения навыками работы с учебной и учебно-методической литературой; навыками употребления математической символики для выражения количественных и качественных отношений объектов; навыками символьных преобразований математических выражений
1.О.20 Теория вероятностей и математическая статистика	Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплины "Теория вероятностей и математической статистики": комбинаторику; теоремы сложения и умножения вероятностей; формулу полной вероятности и формула Байеса; формула Бернулли; локальную и интегральную теоремы Муавра-Лапласа; формулу Пуассона; числовые характеристики дискретных случайных величин и их свойства; функцию распределения; биномиальный, геометрический и гипергеометрический законы распределения дискретных случайных величин; непрерывные случайные величины; функции распределения и плотности распределения; равномерное и показательное распределения; нормальное распределение; центральную предельную теорему; основные понятия статистики; оценки теоретических параметров; доверительный интервал; проверка статистических гипотез Умеет: профессионально решать классические (типовые) задачи по данной дисциплине, применять математические методы для решения типовых профессиональных задач, ориентироваться в справочной математической литературе, приобретать новые математические знания, используя современные образовательные и информационные технологии Имеет практический опыт: владения методами теории вероятностей и математической статистики, необходимые для формирования данной компетенции
1.О.17 Теоретическая механика	Знает: постановки классических задач теоретической механики; основные понятия и аксиомы законы, принципы теоретической механики фундаментальные понятия кинематики и кинетики, основные законы равновесия и движения материальных объектов Умеет: оценивать корректность поставленной задачи; применять основные законы теоретической механики Имеет практический опыт: владения методами математического моделирования статического, кинематического и динамического состояния механических систем
1.О.33 Математические основы теории управления	Знает: теорию матричного исчисления, линейные пространства и линейные преобразования, евклидовы пространства и квадратичные формы, алгоритмы построения функций матриц и их

	свойства; теорему существования и единственности решения для нормальной системы дифференциальных уравнений, методы решения систем линейных дифференциальных уравнений; теорему об управляемости объекта, методики составления дифференциальных уравнений подвижных объектов, метод пространства состояний в теории систем, понятие устойчивости движения, методику исследования устойчивости систем по первому приближению и вторым методом Ляпунова; критерии управляемости и наблюдаемости линейных систем, теорему о необходимых условиях оптимальности; принцип максимума Понтрягина Умеет: выполнять различные операции с множествами (арифметические операции, нахождение расстояния между множествами, нахождение образа множества); находить опорные функции различных множеств и их пересечений, находить положения равновесия, определять их характер и изображать фазовые траектории линеаризованных систем в окрестности положений равновесия для автономных систем; исследовать устойчивость положений равновесия с помощью системы первого приближения и вторым методом Ляпунова Имеет практический опыт: применения методик исследования движения управляемых объектов, применения принципа максимума Понтрягина, применения методики синтеза оптимального управления для линейной задачи быстрогодействия
1.О.07.01 Алгебра и геометрия	Знает: основные термины и понятия линейной алгебры и аналитической геометрии; наиболее важные приложения линейной алгебры и аналитической геометрии в различных областях других естественно-научных и профессиональных дисциплин Умеет: производить основные операции над матрицами, вычислять определители, исследовать и решать системы линейных уравнений, проводить основные операции над векторами в координатах, применять формулы для вычисления расстояний, углов, площадей и объемов различных фигур, составлять уравнения фигур 1-го и 2-го порядка на плоскости и в пространстве Имеет практический опыт: использования основных положений линейной алгебры и аналитической геометрии в профессиональной деятельности
1.О.15 Химия	Знает: о строении вещества и природе химической связи; о периодичности свойств элементов и их соединений; об основных химических системах и процессах; о реакционной способности веществ, обусловленной термодинамическими и

	кинетическими параметрами систем; о фундаментальных константах, о методах химической идентификации и определения веществ; об электрохимических процессах и их применении на практике; о свойствах важнейших материалов, в том числе, металлов и сплавов Умеет: использовать основные понятия химии; использовать периодический закон для характеристики строения и свойств элементов и их соединений; использовать законы, управляющие химическими системами и процессами в них, в том числе, для расчета составов и приготовления реакционных смесей; определять физико-химические свойства материалов; обрабатывать результаты эксперимента; осуществлять на базе требуемых физико-химических характеристик выбор материала Имеет практический опыт: владения навыками по составлению уравнений химических реакций; обращению с реактивами, приборами и оборудованием и использовать их для проведения экспериментов; соблюдению техники безопасности; по обработке результатов опыта и оформлению отчетов
1.О.16 Начертательная геометрия и инженерная графика	Знает: основы построения чертежа, закономерности получения изображений; правила выполнения чертежей деталей, сборочных единиц и элементов конструкций; требования стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системы технической документации (ЕСТД) к оформлению и составлению чертежей, методы решения инженерно-геометрических задач на чертеже Умеет: решать геометрические задачи посредством чертежа; анализировать форму предметов по их чертежам, строить и читать чертежи; решать инженерно-геометрические задачи на чертеже; применять нормативные документы и государственные стандарты, необходимые для оформления чертежей и другой конструкторско-технологической документации; уметь применять ручные (карандаш и бумага) для построения чертежей и изучения пространственных свойств геометрических объектов Имеет практический опыт: построения и чтения чертежа; выполнения проекционных чертежей и оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД
1.О.09 Специальные главы математики	Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин "Ряды", "Уравнения математической физики", "Теория функций комплексного переменного", "Преобразование Лапласа": Степенные ряды; ряды Тейлора и Маклорена; разложение функций в степенной

	ряд; тригонометрические ряды Фурье; канонические формы и классификация линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка; решение задачи о колебаниях струны методом Фурье; решение уравнения теплопроводности методом Фурье; решение краевых задач для уравнения Лапласа в круге и полуплоскости; элементарные функции комплексной переменной; дифференцирование функций комплексной переменной; условия Коши-Римана; интеграл от функции комплексной переменной; теорема Коши; интегральная формула Коши; ряды Тейлора и Лорана; изолированные особые точки функции; вычеты и их применение к вычислению интегралов; определение функции-оригинала и её изображения по Лапласу; таблицу стандартных изображений; обращение преобразования Лапласа; приложения операционного исчисления к решению линейных дифференциальных уравнений и их систем Умеет: профессионально решать классические (типовые) задачи по данным дисциплинам, применять математические методы для решения типовых профессиональных задач, ориентироваться в справочной математической литературе, приобретать новые математические знания, используя современные образовательные и информационные технологии Имеет практический опыт: решения задач математической физики; методами теории функций комплексного переменного и операционного исчисления, которые необходимы для формирования соответствующих компетенций
1.О.10 Специальные главы физики	Знает: методы математического описания физических процессов для решения задач профессиональной деятельности Умеет: выделять физические процессы в состоянии объекта исследования и применять методы их моделирования для решения задач профессиональной деятельности Имеет практический опыт: применения законов физики для решения задач профессиональной деятельности
1.О.08 Физика	Знает: законы окружающего мира и их взаимосвязи; основы естественнонаучной картины мира; основные физические теории и пределы их применимости для описания явлений природы и решения современных и перспективных профессиональных задач; историю и логику развития физики и основных ее открытий Умеет: применять положения фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми придется сталкиваться при создании, развитии

	или использовании новой техники и новых технологий; выделять физическое содержание в прикладных задачах, строить модели с использованием физических законов Имеет практический опыт: владения методами решения физических задач, теоретического и экспериментального исследования; использования базовых знаний в области физики для интерпретации результатов в сфере профессиональной деятельности
1.О.21 Теоретические основы электротехники	Знает: основные методы расчетов электрических цепей при стационарных режимах постоянного тока, синусоидального тока, при периодических несинусоидальных токах; критерии оптимальных условий передачи мощностей и энергии между различными частями электрической цепи; способы исследования нестационарных режимов электрических цепей и способы оптимизации их с точки зрения аварийных значений параметров состояния, возможности применения электротехнических устройств в большинстве промышленных производственных процессов в качестве наиболее гибких из известных способов поставки энергоносителя к технологическому процессу; допустимые пределы поставок электроэнергии при ограничении по пробивному напряжению и по напряженности магнитного поля; возможности преобразования энергии электромагнитного поля в высокотемпературные поля, в механическую энергию, в электрохимические процессы Умеет: выполнять расчет параметров состояния электрической цепи в стационарном режиме постоянного тока, синусоидального тока и при периодических несинусоидальных воздействиях; анализировать и получать количественные характеристики нестационарных режимов электрических цепей, их возможные аварийные характеристики; уклонять электрическую цепь от крайних и экстремальных параметров состояния, применять теоретические знания свойств электромагнитного поля и электрических цепей в проектировании сложных промышленных электротехнических устройств; оценивать уровень реализации практического электротехнического устройства и возможности его совершенствования на основе самых современных представлений о способах использования электроэнергии Имеет практический опыт: применения методов дискуссионного отстаивания своих вариантов решения технической задачи в электротехнике; обоснования технической и экономической целесообразности собственных технических решений, применения методов теоретического анализа сложных электротехнических устройств

	и цепей; приемов оптимизации имеющихся практических устройств электротехники: приемов конкурентного сравнения различных вариантов использования электроэнергии и приемов количественного представления всех свойств проектируемых электротехнических устройств
Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)	Знает: виды объектов профессиональной деятельности и методы их исследования, методы сбора, систематизации и анализа научно-технической информации в области систем управления летательными аппаратами Умеет: применять программные средства для решения исследовательских задач, подготавливать и оформлять научно-технические отчеты Имеет практический опыт: исследования объектов профессиональной деятельности с использованием математических моделей, сбора, систематизации, анализа и оформления научно-технической информации в форме отчета в соответствии с действующими стандартами

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 з.е., 360 ч., 184 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	6
Общая трудоёмкость дисциплины	360	180	180
<i>Аудиторные занятия:</i>	160	80	80
Лекции (Л)	80	40	40
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	48	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	32	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	176	89,5	86,5
оформление отчетов по лабораторным работам	30	30	0
подготовка к практическим занятиям и к выполнению контрольных работ	39,5	39.5	0
подготовка к практическим занятиям	20	0	20
подготовка к экзамену	21,5	0	21.5
выполнение курсовой работы	25	0	25
подготовка к дифф. зачету	20	20	0
подготовка к конференции	20	0	20
Консультации и промежуточная аттестация	24	10,5	13,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	экзамен, КР

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Раздел 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. Введение. Понятия автоматизированного и автоматического управления. Основные понятия и определения линейной ТАУ. Принципы управления. Примеры СУ. Классификация систем управления (СУ).	6	6	0	0
2	Раздел 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НЕПРЕРЫВНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ И СИСТЕМ	28	18	6	4
3	Раздел 3. МЕТОДЫ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ И СИСТЕМ	24	10	12	2
4	Раздел 4. КАЧЕСТВО САУ	14	6	6	2
5	Раздел 5. МЕТОД ПЕРЕМЕННЫХ СОСТОЯНИЯ	20	6	6	8
6	Раздел 6. СИНТЕЗ НЕПРЕРЫВНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ	8	6	2	0
7	Раздел 7. НЕЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ. Введение. Статика. Гармоническая линеаризация. Анализ устойчивости. Нелинейные корректирующие устройства. Качество.	60	28	16	16

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол- во часов
1	1	Введение. Основные понятия и определения линейной ТАУ.	2
2	1	Классификация СУ	2
3	1	Принципы управления. Примеры СУ	2
4	2	Формы представления моделей элементов и систем.	2
5	2	Линеаризация математических моделей	2
6	2	Типовые и особые звенья СУ: дифференциальные уравнения, передаточные функции и временные характеристики.	2
7	2	Типовые соединения линейных ДЗ	2
8	2	Преобразование структурных схем	2
9	2	Виды передаточных функций системы. Получение временных характеристик СУ	2
10	2	Частотные характеристики звеньев и систем: общие сведения	2
11	2	Частотные характеристики типовых звеньев	2
12	2	Построение ЧХ разомкнутых СУ	2
13	3	Анализ устойчивости СУ: общие сведения. Прямой (корневой) метод анализа устойчивости системы управления	2
14	3	Алгебраические критерии устойчивости	2
15	3	Частотные критерии устойчивости	2
16	3	Построение области устойчивости СУ	2
17	3	Качество СУ: общие сведения. Прямые показатели качества переходного процесса и методы их определения	2
18	4	Косвенные показатели качества СУ	2
19	4	Оценка точности СУ в установившемся режиме	2
20	4	Методы повышения точности САУ	2
21	5	Метод переменных состояния	6
22	6	Синтез непрерывных СУ	6
23	7	Введение в теорию нелинейных СУ	2

24	7	Статика нелинейных систем	2
25	7	Метод гармонической линеаризации: общие сведения	2
26	7	Получение ЭККУ типовых нелинейных элементов	6
27	7	Метод фазового пространства и фазовой плоскости	4
28	7	Анализ симметричных автоколебаний	4
29	7	Критерии Ляпунова и Попова	4
30	7	Нелинейные корректирующие устройства	2
31	7	Качество нелинейных систем	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Получение математических моделей объектов и СУ. Линеаризация математических моделей	2
2	2	Преобразование структурных схем. Запись передаточных функций замкнутой системы.	4
3	3	Получение временных характеристик СУ. Анализ устойчивости СУ по временным характеристикам	2
4	3	Анализ устойчивости СУ по алгебраическому критерию. построение области устойчивости СУ	2
5	3	Построение частотных характеристик СУ	4
6	3	Анализ устойчивости СУ по частотному критерию устойчивости	4
7	4	Оценка качества СУ в установившемся и переходном режимах	6
8	5	Получение векторно-матричных моделей систем.	4
9	5	Анализ управляемости и наблюдаемости систем	2
10	6	Синтез САУ с заданными показателями качества	2
11	7	Статика нелинейных систем. Соединения нелинейных звеньев.	2
12	7	Метод фазового пространства. Метод фазовой плоскости	2
13	7	Метод гармонической линеаризации. ЭККУ: общие сведения. Получение ЭККУ нелинейных элементов	4
14	7	Анализ условий возникновения в нелинейной системе симметричных автоколебаний	2
15	7	Критерий Ляпунова	2
16	7	Критерий абсолютной устойчивости положения равновесия (критерий Попова)	2
17	7	Анализ влияния нелинейностей модели системы на качество ее функционирования	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Получение математической модели СУ. Линеаризация математической модели.	4
2	3	Анализ устойчивости СУ	2
3	4	Анализ качества СУ	2
4	5	Выбор настроечных параметров регулятора	4
5	5	Оценка качества СУ с регулятором	4

6	7	Анализ устойчивости СУ методом фазового пространства	4
7	7	Анализ возможности возникновения в СУ симметричных автоколебаний	6
8	7	Анализ влияния нелинейности на качество управления	6

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
оформление отчетов по лабораторным работам	методическое пособие для СРС 1 (с. 19-90), методическое пособие для СРС 3 (С. 4-57)	5	30
подготовка к практическим занятиям и к выполнению контрольных работ	учебно-методические материалы в электронном виде 1 (С. 12-129), учебно-методические материалы в электронном виде 2 (С. 5-149), учебно-методические материалы в электронном виде 2 (С. 5-149), методическое пособие 4 (С.3-238), учебно-методические материалы в электронном виде 2 (С. 5-149), учебно-методические материалы в электронном виде 5 (С. 5-100)	5	39,5
подготовка к практическим занятиям	метод. пособие для СРС 2 (С. 3-86); учебно-методич. материалы в электронном виде 6 (С.12-110), учебно-методич. материалы в электронном виде 7(С.8-50), учебно-методич. материалы в электронном виде 8 (С.15-185)	6	20
подготовка к экзамену	осн. печ 3 (С.5-503); доп. печ. 2 (С.10-386); доп. печ. 1 (С.6-456)	6	21,5
выполнение курсовой работы	методич. пособие для СРС 1 (С.2-58); методич. пособие для СРС 3 (С.3-86)	6	25
подготовка к дифф. зачету	осн. печ. литература 1 (Глава 2), осн. печ. литература 2 (С. 5-224.), осн. печ. литература 4 (С. 7-410), доп. печ. литература 3 (С. 5-330)	5	20
подготовка к конференции	все источники	6	20

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	5	Текущий контроль	контрольная работа №1 (5	0,1	5	Студенту задаются 10 вопросов. Правильный	дифференцированный зачет

			семестр)			ответ на вопрос соответствует 0,5 баллам. Частично правильный ответ соответствует 0,2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	
2	5	Текущий контроль	контрольная работа №2 (5 семестр)	0,1	5	Студенту задаются 5 вопросов Правильный ответ на каждый вопрос оценивается 1 баллом, частично-правильный ответ - 0,5 балла; неправильный ответ - 0 баллов.	дифференцированный зачет
3	5	Текущий контроль	контрольная работа №3 (5 семестр)	0,1	5	Студенту даются 3 задания. Правильный ответ на 1-й вопрос соответствует 2 баллам; частично правильный ответ на 1-й вопрос соответствует 1 баллу; неправильный ответ на 1-й вопрос соответствует 0 баллов. Правильный ответ на 2-й вопрос соответствует 1 баллу; неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Правильный ответ на 3-й вопрос соответствует 2 баллам; частично правильный ответ на 3-й вопрос соответствует 1 баллу; неправильный ответ на 3-й вопрос соответствует 0 баллов.	дифференцированный зачет
4	5	Текущий контроль	контрольная работа №4 (5 семестр)	0,1	5	Студенту даются 3 задания. Правильный ответ на 1-й вопрос соответствует 2 баллам; частично правильный ответ на 1-й вопрос соответствует 1 баллу; неправильный ответ на 1-й вопрос соответствует 0 баллов. Правильный ответ на 2-й вопрос соответствует 2 баллам; частично правильный ответ на 2-й вопрос соответствует 1 баллу; неправильный ответ на 2-й вопрос	дифференцированный зачет

						соответствует 0 баллов. Правильный ответ на 3-й вопрос соответствует 1 баллу; неправильный ответ на 3-й вопрос соответствует 0 баллов.	
5	5	Текущий контроль	контрольная работа №5 (5 семестр)	0,1	5	Студент письменно отвечает на 2 вопроса. Правильный ответ на 1-й вопрос соответствует 2 баллам; частично правильный ответ соответствует 1 баллу; неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Правильный ответ на 2-й вопрос соответствует 3 баллам; частично правильный ответ соответствует 1 баллу; неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	дифференцированный зачет
6	5	Лабораторная работа	лабораторная работа	0,2	5	Лабораторная работа выполняется бригадой по 2 человека, отчет по лабораторной работе оформляется один на бригаду. Оформленный отчет бригада сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл - правильный ответ на каждый из 3-х вопросов	дифференцированный зачет

						– по 1 баллу; частично правильный ответ на каждый вопрос соответствует 0,5 баллам; неправильный ответ на каждый вопрос соответствует 0 баллов.	
7	5	Текущий контроль	расчетная работа	0,3	5	Задание на курсовую работу выдается в первую неделю после смены расписания. В указанный в задании срок студент сдает преподавателю на проверку пояснительную записку к курсовой работе на 15-30 страницах в отпечатанном виде, содержащую: техническое задание, описание разработки и соответствующие иллюстрации. В процессе проверки пояснительной записки проверяется: соответствие работы заданию; качество материала пояснительной записки; соответствие работы требованиям к оформлению. Работа, не соответствующая заданию не оценивается. Показатели оценивания качества пояснительной записки: 2 балла – пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями; 1 балл – пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической	дифференцированный зачет

					деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями; 0,5 балла – пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения; 0 балл – пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры; в работе нет выводов либо они носят декларативный характер. Защита курсовой работы: 3 балла – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы 2 балла – при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы 1 балл – при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие	
--	--	--	--	--	---	--

						аргументированные ответы на заданные вопросы 0 баллов – при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки	
8	5	Промежуточная аттестация	зачетная работа	-	5	Студенту выдается тестовая работа, состоящая из 5-ти заданий, позволяющих оценить сформированность компетенций. Максимальная оценка правильного ответа на каждый вопрос указывается в тестовом задании. Частично правильный ответ на вопрос соответствует половине указанных баллов. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. На ответы отводится 2 часа. По истечении этого времени преподаватель проверяет ответы, задает при необходимости уточняющие вопросы и выставляет оценку.	дифференцированный зачет
9	6	Текущий контроль	контрольная работа №1 (6 семестр)	0,15	5	Студенту задаются 2 вопроса. Правильный ответ на 1-й вопрос соответствует 2 баллам; частично правильный ответ - 1 балл; неправильный ответ - 0 баллов.. Правильный ответ на 2-й вопрос соответствует 3 баллам; частично правильный ответ - 1,5 балла; неправильный ответ - 0 баллов.	экзамен
10	6	Текущий контроль	контрольная работа №2 (6 семестр)	0,15	5	Студенту выдается 1 задание расчетного характера. Правильное получение математической модели	экзамен

						системы соответствует 1 баллу; неправильное - 0 баллов. Правильное выделение на ФП областей с разными типами ФТ с правильными уравнениями изоклин для каждой области соответствует 2 баллам; частично правильный ответ - 1 балл; неправильный ответ - 0 баллов. Правильное построение фазового портрета системы - соответствует 2 баллам; частично правильный ответ - 1 балл; неправильный ответ - 0 баллов. Правильный вывод об устойчивости СУ соответствует 1 баллу; неправильный - 0 баллов.	
11	6	Текущий контроль	контрольная работа №3 (6 семестр)	0,15	5	Студенту выдается 1 задание расчетного характера. Правильное построение графика выходного сигнала НЭ соответствует 1 баллу; неправильное - 0 баллов. Правильное формирование расчетного выражения для ЭККУ соответствует 2 баллам; частично правильный ответ - 1 балл; неправильный ответ - 0 баллов. Правильное выражение ЭККУ соответствует 2 баллам; частично правильный ответ - 1 балл; неправильный ответ - 0 баллов.	экзамен
12	6	Текущий контроль	контрольная работа №4 (6 семестр)	0,15	5	Студенту выдается 2 задания расчетного характера. Правильный ответ на 1-е задание соответствует 3 баллам; частично правильный ответ - 2 балла; неправильный ответ - 0 баллов. Правильный	экзамен

						ответ на 2-е задание соответствует 2 баллам; частично правильный ответ - 1 баллу; неправильный ответ - 0 баллов.	
13	6	Текущий контроль	доклад	0,2	5	Критерии оценивания доклада: полнота изложения – 2 балла; \- свобода владения материалом (свободный доклад) - 2 балла; \- качество ответов на вопросы слушателей – 1 балл.	экзамен
14	6	Курсовая работа/проект	курсовая работа	-	5	Техническое задание выдается в первую неделю после смены расписания, в указанный в техническом задании срок студент сдает преподавателю на проверку пояснительную записку к курсовой работе на 15-30 страницах в отпечатанном виде, содержащую: техническое задание, описание разработки и соответствующие иллюстрации. В процессе проверки пояснительной записки проверяется: соответствие работы техническому заданию; правильность проведенных расчетов и выводов; соответствие работы требованиям к оформлению. Преподаватель выставляет предварительную оценку и допускает студента к защите. В указанный в задании к курсовой работе срок проводится защита КР. На защите студент отвечает на вопросы преподавателя. При оценивании результатов мероприятия	кур- совые работы

					используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Показатели оценивания: – Соответствие техническому заданию: 4 балла – полное соответствие техническому заданию 0 баллов – несоответствие техническому заданию – Качество пояснительной записки: 3 балл – пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями 2 балла – пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями 1 балл – пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения 0 балл – пояснительная записка не имеет анализа, не	
--	--	--	--	--	--	--

					отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. – Защита курсовой работы: 3 балла – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы 2 балла – при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы 1 балл – при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы 0 баллов – при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки		
15	6	Промежуточная аттестация	экзаменационная работа	-	5	Студенту выдается экзаменационная работа, состоящая из 4-ти заданий (1; 2а; 2б;2в). Максимальная оценка правильного ответа на каждый вопрос указывается в тестовом задании. Частично правильный ответ на вопрос соответствует половине	экзамен

						указанных баллов. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	
16	6	Лабораторная работа	лабораторная работа	0,2	5	Лабораторная работа выполняется индивидуально каждым студентом, результаты выполнения лабораторной работы оформляется в виде отчета, который сдается преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл - правильный ответ на каждый из 3-х вопросов – по 1 баллу; частично правильный ответ на каждый вопрос соответствует 0,5 баллам; неправильный ответ на каждый вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	На диф. зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Рейтинг обучающегося по дисциплине может формироваться только по результатам текущего контроля. Студент может повысить рейтинг за счет прохождения	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	контрольного мероприятия промежуточной аттестации.	
экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Рейтинг обучающегося по дисциплине может формироваться только по результатам текущего контроля. Студент может повысить рейтинг за счет прохождения контрольного мероприятия промежуточной аттестации.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
курсовые работы	На мероприятии по защите курсовой работы происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по результатам выполнения курсовой работы. Критерии оценивания. Отлично: величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 85...100%. Хорошо: величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 75...84%. Удовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 60...74 %. Неудовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 0...59 %.	В соответствии с п. 2.7 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ОПК-1	Знает: положения теории автоматического управления, методы проектирования систем управления				++				++					+	+	+	+
ОПК-1	Умеет: формулировать цели и задачи проектирования, определять критерии и показатели проектирования; определять компромиссные решения в условиях многокритериальности				+				++					+	+	+	+
ОПК-1	Имеет практический опыт: проектирования систем управления летательными и подвижными аппаратами различного назначения как объектов ориентации, стабилизации и навигации с использованием компьютерных технологий								+	+					+	+	+
ОПК-6	Знает: суть системного подхода			+			++	++		+					+	+	+
ОПК-6	Умеет: анализировать работу систем управления подвижных аппаратов различного назначения			+			++	++		+		+			+	+	+
ОПК-6	Имеет практический опыт: создания математических моделей движения подвижных аппаратов различного назначения	+++					++	++		+	+	+			+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Бабаков, Н. А. Теория автоматического управления Ч. 1 Теория линейных систем автоматического управления Учеб. для вузов по спец."Автоматика и телемеханика": В 2-х ч. Под ред. А. А. Воронова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1986. - 367 с. ил.

2. Теория автоматического управления Учеб. для машиностроит. специальностей вузов В. Н. Брюханов, М. Г. Косов, С. П. Протопопов и др.; Под ред. Ю. М. Соломенцева. - 4-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2003. - 267,[1] с. ил.

3. Бабаков, Н. А. Теория автоматического управления Ч. 2 Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления Учеб. для вузов по спец. "Автоматика и телемеханика": В 2-х ч. Под ред. А. А. Воронова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1986. - 503 с.

4. Зайцев, Г. Ф. Теория автоматического управления и регулирования Учеб. пособ. для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Киев: Выща школа, 1988. - 431 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Гайдук, А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Автоматизация технол. процессов и производств (энергетика) направления "Автоматизир. технологии и производства" А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - Изд. 2-е, испр. - СПб. и др.: Лань, 2011. - 463 с. ил.

2. Теория автоматического управления : Нелинейные системы, управления при случайных воздействиях Учеб. для вузов по спец. "Автоматика и телемеханика", "ЭВМ", "Информ.-измер. техника" А. В. Нетушил и др.; Под ред. А. В. Нетушила. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1983. - 432 с. ил.

3. Петраков, Ю. В. Теория автоматического управления технологическими системами [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению 220100 "Систем. анализ и упр." Ю. В. Петраков, О. И. Драчев. - М.: Машиностроение, 2008. - 336 с. ил. 1 электрон. опт. диск

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:
Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Павловская, О.О. Теория автоматического управления. Часть 2: нелинейные системы: учебное пособие. – Павловская, О. О. Теория автоматического управления [Текст] Ч. 2 Нелинейные системы учеб. пособие по специальности 160403 "Системы упр. летат. аппаратами" и др. специальностям О. О. Павловская ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр.; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 89, [1] с. ил.

2. Павловская О.О. Теория автоматического управления. – Ч.1. Линейные системы. Учебное пособие. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2020. – 60 с.

3. Теория автоматического управления: учебное пособие к лабораторным и курсовым работам / О.О. Павловская, И.В. Чернецкая. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 93 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Павловская, О.О. Теория автоматического управления. Часть 2: нелинейные системы: учебное пособие. – Павловская, О. О. Теория автоматического управления [Текст] Ч. 2 Нелинейные системы учеб. пособие

по специальности 160403 "Системы упр. летат. аппаратами" и др. специальностям О. О. Павловская ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр.; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 89, [1] с. ил.

2. Павловская О.О. Теория автоматического управления. – Ч.1. Линейные системы. Учебное пособие. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2020. – 60 с.

3. Теория автоматического управления: учебное пособие к лабораторным и курсовым работам / О.О. Павловская, И.В. Чернецкая. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 93 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	ЭБС издательства Лань	Ким, Д.П. Сборник задач по теории автоматического управления. Линейные системы. [Электронный ресурс] / Д.П. Ким, Н.Д. Дмитриева. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2007. — 168 с. http://e.lanbook.com/book/49080
2	Методические пособия для самостоятельной работы студента	ЭБС издательства Лань	Емельянов, В.Ю. Основы теории управления: практикум. [Электронный ресурс] / В.Ю. Емельянов, А.Ю. Захаров, Е.А. Курилова, О.А. Мишина. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. — 152 с. http://e.lanbook.com/book/75159
3	Методические пособия для самостоятельной работы студента	ЭБС издательства Лань	Ким, Д.П. Сборник задач по теории автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2008. — 328 с. http://e.lanbook.com/book/49085
4	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Гаврилов, А.Н. Теория автоматического управления технологическими объектами (линейные системы): учебное пособие. [Электронный ресурс] / А.Н. Гаврилов, Ю.П. Барметов, А.А. Хвостов. — Электрон. дан. — Воронеж: ВГУИТ, 2016. http://e.lanbook.com/book/76258
5	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Григорьев, В.В. Анализ систем автоматического управления. [Электронный ресурс] / В.В. Григорьев, Г.В. Лукьянова, К.А. Сергеев. — Электрон. дан. — СПб.: НИУ ИТМО, 2009. — 105 с. http://e.lanbook.com/book/40733
6	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Галицков, С.Я. Расчет переходных процессов в нелинейных системах методом припасовывания. [Электронный ресурс] / С.Я. Галицков, А.П. Масляницын. — Электрон. дан. — Самара: СГАСУ, 2014. — 116 с. http://e.lanbook.com/book/73892
7	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Журомский, В.М. Нелинейные системы автоматического управления. Метод гармонического баланса. Инженерно-физические основы: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ, 2012. — 56 с. http://e.lanbook.com/book/75709
8	Дополнительная	ЭБС	Колесников, А.А. Новые нелинейные методы

литература	издательства Лань	управления полетом. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2013. — 196 с. http://e.lanbook.com/book/49103
------------	----------------------	--

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	629 (36)	Виртуальный лабораторный стенд, реализованный на персональном компьютере (10 рабочих мест), плазменная панель
Лекции	646 (36)	ПЭВМ, проектор, экран для проектора