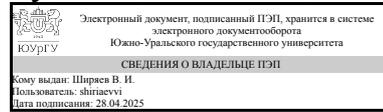


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель специальности



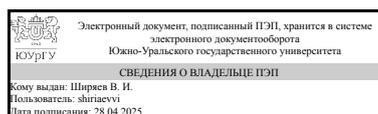
В. И. Ширяев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.31 Механика полета
для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
уровень Специалитет
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системы автоматического управления

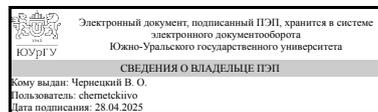
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым приказом Минобрнауки от 04.08.2020 № 874

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



В. И. Ширяев

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



В. О. Чернецкий

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – изучить теоретические основы и конкретные методы математического описания и исследования движения летательных аппаратов. Задачи дисциплины – научить студентов понимать и применять современные математические методы ТАУ для описания и исследования моделей движения летательных аппаратов.

Краткое содержание дисциплины

Математические модели летательных аппаратов в различных условиях полета. Определение управляющих и возмущающих воздействий. Декомпозиция уравнений движения. Основы баллистики ракет. Управление дальностью полета. Летательные аппараты как объекты управления. Учет дополнительных степеней свободы. Линеаризация уравнений движения, передаточные функции, частотные характеристики. Анализ устойчивости летательных аппаратов.

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: основные положения механики, системы координат, уравнения движения летательных аппаратов Умеет: применять математический аппарат разделов механики полета для проведения фундаментальных исследований в области систем управления движением летательных аппаратов Имеет практический опыт: применения математических моделей летательных аппаратов в различных условиях полета
ОПК-5 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач	Знает: методы построения математических моделей движения летательных аппаратов Умеет: применять методы построения математических моделей движения летательных аппаратов Имеет практический опыт: разработки математических моделей движения летательных аппаратов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.22 Материаловедение и технология конструкционных материалов, 1.О.07.02 Математический анализ, 1.О.07.01 Алгебра и геометрия, 1.О.15 Химия, 1.О.10 Специальные главы физики, 1.О.17 Теоретическая механика,	1.О.06 Математическое моделирование процессов и систем ракетно-космической техники, ФД.03 Методы и средства моделирования систем управления с элементами искусственного интеллекта

<p>1.О.08 Физика, 1.О.21 Теоретические основы электротехники, 1.О.32 Формализация информационных представлений и преобразований, 1.О.33 Математические основы теории управления, 1.О.35 Моделирование динамических систем, 1.О.09 Специальные главы математики, 1.О.16 Начертательная геометрия и инженерная графика, 1.О.38 Гидравлика и основы гидропневмосистем, 1.О.19 Аэрогазодинамика летательных аппаратов, 1.О.18 Техническая механика, 1.О.24 Теория автоматического управления, 1.О.20 Теория вероятностей и математическая статистика, 1.О.11 Метрология, стандартизация и сертификация, Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)</p>	
--	--

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

Дисциплина	Требования
1.О.09 Специальные главы математики	<p>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</p> <p>Умеет: профессионально</p>

	<p>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</p>
<p>1.О.33 Математические основы теории управления</p>	<p>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</p>
<p>1.О.11 Метрология, стандартизация и сертификация</p>	<p>Знает: структуру и принципы работы измерительных устройств; методы получения экспериментальных данных, основы сертификации средств измерения и контроля Умеет: собирать измерительную схему, производить измерения различных физических</p>

	<p>величин, находить и определять область применения различных категорий и видов стандартов, систем стандартов, классификаторов и указателей, документацией продукции, процессов, услуг и систем качества Имеет практический опыт: владения навыками экспериментальных исследований средств измерений и их функциональных узлов, выбора средств измерений, представления результатов измерений, обработки экспериментальных данных, использования различных категорий и видов стандартов, систем стандартов, классификаторов и указателей, документацией продукции, процессов, услуг и систем качества</p>
<p>1.О.16 Начертательная геометрия и инженерная графика</p>	<p>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</p>
<p>1.О.20 Теория вероятностей и математическая статистика</p>	<p>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</p>

	<p>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</p>
1.О.17 Теоретическая механика	<p>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</p>
1.О.08 Физика	<p>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</p>
1.О.38 Гидравлика и основы гидропневмосистем	<p>Знает: основные физические свойства жидкостей и газа, законы их кинематики, статики и динамики, силы, действующие в жидкостях, гидромеханические процессы, гидравлическое оборудование, проблемы создания машин различных типов, в которых используются гидравлические системы Умеет: использовать для решения типовых задач законы гидравлики,</p>

	<p>проектировать гидравлические системы; использовать математические модели гидравлических явлений и процессов, проводить гидромеханические эксперименты в лабораторных условиях, использовать для решения типовых задач законы гидравлики, проектировать гидравлические системы Имеет практический опыт: использования методов расчета жидкостных и газообразных потоков, расчета и исследования характеристик гидросистем</p>
1.О.18 Техническая механика	<p>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</p>
1.О.19 Аэрогидрогазодинамика летательных аппаратов	<p>Знает: основные физические положения, законы аэрогидрогазодинамики, основные свойства жидкости и газов, формульные зависимости определения аэродинамических характеристик, основные законы и уравнения гидрогазоаэродинамики; имеет представление об основных научно-технических проблемах и перспективах развития науки и техники в области аэрогидрогазодинамики, их взаимосвязи со смежными областями Умеет: применять основные законы аэрогидрогазодинамики при определении аэродинамических характеристик объектов ракетно-космической техники, использовать методы инженерных и теоретических расчетов, типовые и авторские методики инженерных расчетов аэродинамических и гидродинамических параметров ракет (в том числе с применением вычислительной техники), специальную литературу и другие информационные данные (в том числе на иностранных языках) для решения профессиональных задач; методы моделирования, расчета и экспериментальных исследований для разработки новых летательных аппаратов Имеет практический опыт:</p>

	<p>определения аэродинамических характеристики ракетно-комических аппаратов, проведения расчетов газодинамических процессов внешних и внутренних течений в ракетных системах; разработки схем, графиков, диаграмм и других профессионально-значимых изображений, работы с технической литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками, составления программ компьютерных расчетов аэродинамических параметров ракет, применения вычислительной техники для решения специальных задач, выполнения инженерных расчетов по основным типам профессиональных задач</p>
1.О.10 Специальные главы физики	<p>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</p>
1.О.35 Моделирование динамических систем	<p>Знает: методы описания динамических систем, объектов и процессов с использованием программных продуктов, методы программирования сигналов управления динамическими системами, объектами и процессами, средства визуализации и интерактивного управления в программных продуктах моделирования систем Умеет: выполнять построение моделей динамических систем, объектов и процессов в программных продуктах моделирования систем, программировать сигналы управления нестационарными нелинейными динамическими системами, объектами и процессами, применять средства визуализации и интерактивного управления в программных продуктах моделирования систем Имеет практический опыт: моделирования нелинейных нестационарных динамических систем, объектов и процессов в программных продуктах, разработки структурных схем нестационарных динамических систем, объектов и процессов с элементами визуализации и интерактивного управления для решения задач профессиональной деятельности</p>
1.О.21 Теоретические основы электротехники	<p>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;</p>

	<p>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</p> <p>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</p> <p>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</p>
1.О.07.01 Алгебра и геометрия	<p>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</p> <p>Умеет: производить основные операции над матрицами, вычислять определители, исследовать и решать системы линейных уравнений, проводить</p>

	<p>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</p>
1.О.24 Теория автоматического управления	<p>Знает: положения теории автоматического управления, методы проектирования систем управления, суть системного подхода Умеет: формулировать цели и задачи проектирования, определять критерии и показатели проектирования; определять компромиссные решения в условиях многокритериальности, анализировать работу систем управления подвижных аппаратов различного назначения Имеет практический опыт: проектирования систем управления летательными и подвижными аппаратами различного назначения как объектов ориентации, стабилизации и навигации с использованием компьютерных технологий, создания математических моделей движения подвижных аппаратов различного назначения</p>
1.О.15 Химия	<p>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</p>
1.О.32 Формализация информационных	Знает: базовые положения дискретной

представлений и преобразований	математики для формального представления информационных объектов и процессов; способы их параметризации Умеет: использовать и обосновывать применяемые базовые положения дискретной математики для формального представления информационных объектов и процессов, способы их параметризации Имеет практический опыт: применения базовых положений дискретной математики для формального описания информационных объектов
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.22 Материаловедение и технология конструкционных материалов	Знает: маркировку, основные эксплуатационные свойства конструкционных материалов Умеет: составлять перечень материалов при серийном производстве образцов новой техники Имеет практический опыт: выбора конструкционных материалов при производстве деталей, узлов и приборов в зависимости от условий эксплуатации и требований, предъявляемых к изделию
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 7 з.е., 252 ч., 128,75 ч.
контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	7
Общая трудоёмкость дисциплины	252	108	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	112	48	64
Лекции (Л)	32	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	48	16	32
Лабораторные работы (ЛР)	32	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	123,25	53,75	69,5
Подготовка к экзамену (7 семестр)	19,5	0	19,5
Подготовка к зачету (6 семестр)	13,75	13,75	0
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям (7 семестр)	50	0	50
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям (6 семестр)	40	40	0
Консультации и промежуточная аттестация	16,75	6,25	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в авиационную и космическую технику: история развития авиации, ракетной техники и космонавтики. Типы летательных аппаратов	4	2	2	0
2	Системы управления полетом; автоматические и автоматизированные системы	8	2	2	4
3	Аэродинамические схемы, органы управления	10	2	4	4
4	Силы и моменты, действующие на летательный аппарат в полете	12	4	4	4
5	Уравнения пространственного движения летательных аппаратов. Разделение уравнений на уравнения продольного и бокового движений, на движение центра масс и вращение вокруг центра масс	12	4	4	4
6	Баллистика летательных аппаратов. Параболическая теория, определение промахов по дальности, баллистические коэффициенты, баллистическая функция. Управление дальностью полета в общей постановке	18	6	8	4
7	Уравнения движения космических летательных аппаратов. Определение основных характеристик полета в рамках эллиптической теории. Задачи управления движением. Коррекция траекторий. Гомановские переходы между орбитами	16	4	8	4
8	Линеаризация уравнений движения летательного аппарата. Передаточные функции, частотные характеристики, устойчивость и управляемость летательных аппаратов	16	4	8	4

9	Влияние упругих деформаций корпуса летательного аппарата и колебаний жидкости в баках на динамику движения летательного аппарата в центральном гравитационном поле. Методы стабилизации движения	16	4	8	4
---	--	----	---	---	---

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в авиационную и космическую технику: история развития авиации, ракетной техники и космонавтики. Типы летательных аппаратов	2
2	2	Системы управления полетом; автоматические и автоматизированные системы	2
3	3	Аэродинамические схемы, органы управления	2
4	4	Силы и моменты, действующие на летательный аппарат в полете	4
5	5	Уравнения пространственного движения летательных аппаратов. Разделение уравнений на уравнения продольного и бокового движений, на движение центра масс и вращение вокруг центра масс	4
6	6	Баллистика летательных аппаратов. Параболическая теория, определение промахов по дальности, баллистические коэффициенты, баллистическая функция. Управление дальностью полета в общей постановке	6
7	7	Уравнения движения космических летательных аппаратов. Определение основных характеристик полета в рамках эллиптической теории. Задачи управления движением. Коррекция траекторий. Гомановские переходы между орбитами	4
8	8	Линеаризация уравнений движения летательного аппарата. Передаточные функции, частотные характеристики, устойчивость и управляемость летательных аппаратов	4
9	9	Влияние упругих деформаций корпуса летательного аппарата и колебаний жидкости в баках на динамику движения летательного аппарата в центральном гравитационном поле. Методы стабилизации движения	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Введение в авиационную и космическую технику: история развития авиации, ракетной техники и космонавтики. Типы летательных аппаратов	2
2	2	Системы управления полетом; автоматические и автоматизированные системы	2
3	3	Аэродинамические схемы	2
4	3	Органы управления	2
5	4	Силы и моменты, действующие на летательный аппарат в полете	2
6	4	Аэродинамические силы, действующие на летательный аппарат в полете	2
7	5	Уравнения пространственного движения летательных аппаратов	2
8	5	Разделение уравнений на уравнения продольного и бокового движений, на движение центра масс и вращение вокруг центра масс	2
9	6	Баллистика летательных аппаратов. Параболическая теория, определение промахов по дальности, баллистические коэффициенты, баллистическая функция	4

10	6	Управление дальностью полета в общей постановке	4
11	7	Уравнения движения космических летательных аппаратов. Определение основных характеристик полета в рамках эллиптической теории	4
12	7	Задачи управления движением. Коррекция траекторий. Гомановские переходы между орбитами	4
13	8	Линеаризация уравнений движения летательного аппарата	4
14	8	Передаточные функции, частотные характеристики, устойчивость и управляемость летательных аппаратов	4
15	9	Влияние упругих деформаций корпуса летательного аппарата и колебаний жидкости в баках на динамику движения летательного аппарата в центральном гравитационном поле	4
16	9	Методы стабилизации движения	4

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Системы управления полетом; автоматические и автоматизированные системы	4
2	3	Аэродинамические схемы, органы управления	4
3	4	Силы и моменты, действующие на летательный аппарат в полете	4
4	5	Уравнения пространственного движения летательных аппаратов	4
5	6	Баллистика летательных аппаратов. Параболическая теория, определение промахов по дальности, баллистические коэффициенты, баллистическая функция	4
6	7	Уравнения движения космических летательных аппаратов. Определение основных характеристик полета в рамках эллиптической теории	4
7	8	Линеаризация уравнений движения летательного аппарата. Передаточные функции, частотные характеристики	4
8	9	Влияние упругих деформаций корпуса летательного аппарата и колебаний жидкости в баках на динамику движения летательного аппарата в центральном гравитационном поле	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену (7 семестр)	1. Микрин, Е. А. Введение в механику полета и управление космическими аппаратами : учебник - глава 4, с. 145-190; глава 5, с. 191-265, глава 9, с. 449-482; глава 10, с. 484-510. 2. Динамика полета : учебник - глава 9, с. 309-334; глава 10, с. 335-355. 3. Дмитриевский, А. А. Внешняя баллистика : учебник - глава 1, с. 17-79; глава 2, с. 80-109; глава 3, с. 110-169. 4. Лысенко, Л. Н. Внешняя баллистика : учебное пособие - глава 3, с. 129-139.	7	19,5
Подготовка к зачету (6 семестр)	1. Микрин, Е. А. Введение в механику полета и управление космическими	6	13,75

		аппаратами : учебник - глава 1, с. 13-37; глава 2, с. 38-98; глава 3, с. 99-145. 2. Динамика полета : учебник - глава 1, с. 33-76. 3. Сидельников, Р. В. Аэродинамика ракет [Текст] : учеб. пособие - глава 1, с. 7-18. 4. Лысенко, Л. Н. Внешняя баллистика : учебное пособие - глава 1, с. 27-82; глава 2, с. 83-128		
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям (7 семестр)		1. Микрин, Е. А. Введение в механику полета и управление космическими аппаратами : учебник - глава 4, с. 145-190; глава 5, с. 191-265, глава 9, с. 449-482; глава 10, с. 484-510. 2. Динамика полета : учебник - глава 9, с. 309-334; глава 10, с. 335-355. 3. Дмитриевский, А. А. Внешняя баллистика : учебник - глава 1, с. 17-79; глава 2, с. 80-109; глава 3, с. 110-169. 4. Лысенко, Л. Н. Внешняя баллистика : учебное пособие - глава 3, с. 129-139.	7	50
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям (6 семестр)		1. Микрин, Е. А. Введение в механику полета и управление космическими аппаратами : учебник - глава 1, с. 13-37; глава 2, с. 38-98; глава 3, с. 99-145. 2. Динамика полета : учебник - глава 1, с. 33-76. 3. Сидельников, Р. В. Аэродинамика ракет [Текст] : учеб. пособие - глава 1, с. 7-18. 4. Лысенко, Л. Н. Внешняя баллистика : учебное пособие - глава 1, с. 27-82; глава 2, с. 83-128	6	40

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	6	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания № 1	0,1	5	Студент получает индивидуальное задание № 1 и приступает к его выполнению во внеаудиторное время. После выполнения задания студент представляет преподавателю отчет. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку. Выполненная работа оценивается по	зачет

						<p>пятибалльной системе: 5 баллов за выполнение работы без ошибок; 4 балла за выполнение работы с незначительными ошибками; 3 балла за правильное выполнение 60% работы; 2 балла за правильное выполнение 40% работы; 1 балл за правильное выполнение 30% работы; 0 баллов за правильное выполнение менее 30% работы.</p>	
2	6	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания № 2	0,1	5	<p>Студент получает индивидуальное задание № 2 и приступает к его выполнению во внеаудиторное время. После выполнения задания студент представляет преподавателю отчет. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку. Выполненная работа оценивается по пятибалльной системе: 5 баллов за выполнение работы без ошибок; 4 балла за выполнение работы с незначительными ошибками; 3 балла за правильное выполнение 60% работы; 2 балла за правильное выполнение 40% работы; 1 балл за правильное выполнение 30% работы; 0 баллов за правильное выполнение менее 30% работы.</p>	зачет
3	6	Текущий контроль	Выполнение практического задания № 1	0,1	5	<p>На практическом занятии студент получает индивидуальное задание по теме и приступает к его выполнению. На выполнение задания отводится 2 академических часа. В конце занятия студент представляет преподавателю результаты выполнения задания. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку. Выполненная работа оценивается по пятибалльной системе: 5 баллов за выполнение работы без ошибок; 4 балла за выполнение работы с незначительными ошибками; 3 балла за правильное выполнение 60% работы; 2 балла за правильное выполнение 40% работы; 1 балл за правильное выполнение</p>	зачет

						30% работы; 0 баллов за правильное выполнение менее 30% работы.	
4	6	Текущий контроль	Выполнение практического задания № 2	0,1	5	<p>На практическом занятии студент получает индивидуальное задание по теме и приступает к его выполнению. На выполнение задания отводится 2 академических часа. В конце занятия студент представляет преподавателю результаты выполнения задания. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку.</p> <p>Выполненная работа оценивается по пятибалльной системе: 5 баллов за выполнение работы без ошибок; 4 балла за выполнение работы с незначительными ошибками; 3 балла за правильное выполнение 60% работы; 2 балла за правильное выполнение 40% работы; 1 балл за правильное выполнение 30% работы; 0 баллов за правильное выполнение менее 30% работы.</p>	зачет
5	6	Текущий контроль	Выполнение практического задания № 3	0,1	5	<p>На практическом занятии студент получает индивидуальное задание по теме и приступает к его выполнению. На выполнение задания отводится 2 академических часа. В конце занятия студент представляет преподавателю результаты выполнения задания. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку.</p> <p>Выполненная работа оценивается по пятибалльной системе: 5 баллов за выполнение работы без ошибок; 4 балла за выполнение работы с незначительными ошибками; 3 балла за правильное выполнение 60% работы; 2 балла за правильное выполнение 40% работы; 1 балл за правильное выполнение 30% работы; 0 баллов за правильное выполнение менее 30% работы.</p>	зачет
6	6	Лабораторная работа	Выполнение и защита отчета по лабораторным работам	0,3	5	<p>На лабораторных занятиях студент получает индивидуальное задание по теме и приступает к его выполнению. После выполнения всех лабораторных заданий студент</p>	зачет

						<p>подготавливает и представляет преподавателю отчет. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время, по результатам проверки проводит процедуру защиты отчета и выставляет оценку.</p> <p>Выполненная работа оценивается по пятибалльной системе:</p> <p>5 баллов за выполнение работы без ошибок;</p> <p>4 балла за выполнение работы с незначительными ошибками;</p> <p>3 балла за правильное выполнение 60% работы;</p> <p>2 балла за правильное выполнение 40% работы;</p> <p>1 балл за правильное выполнение 30% работы;</p> <p>0 баллов за правильное выполнение менее 30% работы.</p>	
7	6	Текущий контроль	Контрольная работа № 1	0,2	5	<p>Контрольная работа проводится письменно. Студент получает индивидуальный вариант по теме и приступает к его выполнению. На выполнение работы отводится 1 академический час. В конце занятия студент представляет преподавателю результат выполнения работы.</p> <p>Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку.</p> <p>Выполненная работа оценивается по пятибалльной системе:</p> <p>5 баллов за выполнение работы без ошибок;</p> <p>4 балла за выполнение работы с незначительными ошибками;</p> <p>3 балла за правильное выполнение 60% работы;</p> <p>2 балла за правильное выполнение 40% работы;</p> <p>1 балл за правильное выполнение 30% работы;</p> <p>0 баллов за правильное выполнение менее 30% работы.</p>	зачет
8	6	Промежуточная аттестация	Зачетная работа	-	5	<p>Зачетная работа проводится в письменной форме. Студенту выдается билет, состоящий из 2-х вопросов, которые позволяют оценить сформированность компетенций.</p> <p>Выполненная работа оценивается по пятибалльной системе:</p> <p>5 баллов за высокий уровень выполнения работы и исчерпывающие ответы на</p>	зачет

						<p>задаваемые вопросы.</p> <p>4 балла за уровень выполнения работы выше среднего и правильные, но не развернутые ответы на задаваемые вопросы.</p> <p>3 балла за уровень выполнения работы выше среднего и ответы на задаваемые вопросы с упущениями и неточностями.</p> <p>2 балла за средний уровень выполнения работы и ответы на задаваемые вопросы с ошибками.</p> <p>1 балл за низкий уровень выполнения работы и ответы на задаваемые вопросы с грубыми ошибками.</p> <p>0 баллов за грубые ошибки при выполнении работы и недостаточный уровень понимания материала.</p>	
9	7	Текущий контроль	Выполнение расчетного задания	0,1	5	<p>Студент получает расчетное задание и приступает к его выполнению во внеаудиторное время. После выполнения задания студент представляет преподавателю отчет. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку.</p> <p>Выполненная работа оценивается по пятибалльной системе:</p> <p>5 баллов за выполнение работы без ошибок;</p> <p>4 балла за выполнение работы с незначительными ошибками;</p> <p>3 балла за правильное выполнение 60% работы;</p> <p>2 балла за правильное выполнение 40% работы;</p> <p>1 балл за правильное выполнение 30% работы;</p> <p>0 баллов за правильное выполнение менее 30% работы.</p>	экзамен
10	7	Лабораторная работа	Выполнение и защита отчета по лабораторным работам	0,3	5	<p>На лабораторных занятиях студент получает индивидуальное задание по теме и приступает к его выполнению. После выполнения всех лабораторных заданий студент подготавливает и представляет преподавателю отчет. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время, по результатам проверки проводит процедуру защиты отчета и выставляет оценку.</p> <p>Выполненная работа оценивается по пятибалльной системе:</p> <p>5 баллов за выполнение работы без ошибок;</p> <p>4 балла за выполнение работы с</p>	экзамен

						<p>незначительными ошибками; 3 балла за правильное выполнение 60% работы; 2 балла за правильное выполнение 40% работы; 1 балл за правильное выполнение 30% работы; 0 баллов за правильное выполнение менее 30% работы.</p>	
11	7	Текущий контроль	Контрольная работа № 1	0,15	5	<p>Контрольная работа проводится письменно. Студент получает индивидуальный вариант по теме и приступает к его выполнению. На выполнение работы отводится 1 академический час. В конце занятия студент представляет преподавателю результат выполнения работы. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку.</p> <p>Выполненная работа оценивается по пятибалльной системе: 5 баллов за выполнение работы без ошибок; 4 балла за выполнение работы с незначительными ошибками; 3 балла за правильное выполнение 60% работы; 2 балла за правильное выполнение 40% работы; 1 балл за правильное выполнение 30% работы; 0 баллов за правильное выполнение менее 30% работы.</p>	экзамен
12	7	Текущий контроль	Контрольная работа № 2	0,15	5	<p>Контрольная работа проводится письменно. Студент получает индивидуальный вариант по теме и приступает к его выполнению. На выполнение работы отводится 1 академический час. В конце занятия студент представляет преподавателю результат выполнения работы. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку.</p> <p>Выполненная работа оценивается по пятибалльной системе: 5 баллов за выполнение работы без ошибок; 4 балла за выполнение работы с незначительными ошибками; 3 балла за правильное выполнение 60% работы; 2 балла за правильное выполнение 40% работы; 1 балл за правильное выполнение</p>	экзамен

						30% работы; 0 баллов за правильное выполнение менее 30% работы.	
13	7	Текущий контроль	Контрольная работа № 3	0,15	5	<p>Контрольная работа проводится письменно. Студент получает индивидуальный вариант по теме и приступает к его выполнению. На выполнение работы отводится 1 академический час. В конце занятия студент представляет преподавателю результат выполнения работы. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку.</p> <p>Выполненная работа оценивается по пятибалльной системе: 5 баллов за выполнение работы без ошибок; 4 балла за выполнение работы с незначительными ошибками; 3 балла за правильное выполнение 60% работы; 2 балла за правильное выполнение 40% работы; 1 балл за правильное выполнение 30% работы; 0 баллов за правильное выполнение менее 30% работы.</p>	экзамен
14	7	Текущий контроль	Контрольная работа № 4	0,15	5	<p>Контрольная работа проводится письменно. Студент получает индивидуальный вариант по теме и приступает к его выполнению. На выполнение работы отводится 1 академический час. В конце занятия студент представляет преподавателю результат выполнения работы. Преподаватель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку.</p> <p>Выполненная работа оценивается по пятибалльной системе: 5 баллов за выполнение работы без ошибок; 4 балла за выполнение работы с незначительными ошибками; 3 балла за правильное выполнение 60% работы; 2 балла за правильное выполнение 40% работы; 1 балл за правильное выполнение 30% работы; 0 баллов за правильное выполнение менее 30% работы.</p>	экзамен
15	7	Промежуточная аттестация	Экзаменационная работа	-	5	Экзаменационная работа проводится в письменной форме. Студенту выдается билет, состоящий из 3-х	экзамен

					<p>вопросов, которые позволяют оценить сформированность компетенций.</p> <p>Выполненная работа оценивается по пятибалльной системе:</p> <p>5 баллов за высокий уровень выполнения работы и исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы.</p> <p>4 балла за уровень выполнения работы выше среднего и правильные, но не развернутые ответы на задаваемые вопросы.</p> <p>3 балла за уровень выполнения работы выше среднего и ответы на задаваемые вопросы с упущениями и неточностями.</p> <p>2 балла за средний уровень выполнения работы и ответы на задаваемые вопросы с ошибками.</p> <p>1 балл за низкий уровень выполнения работы и ответы на задаваемые вопросы с грубыми ошибками.</p> <p>0 баллов за грубые ошибки при выполнении работы и недостаточный уровень понимания материала.</p>	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
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
зачет	На 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 контрольного мероприятия промежуточной аттестации.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 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
ОПК-1	Знает: основные положения механики, системы координат, уравнения движения летательных аппаратов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+

	литература	издательства Лань	космическими аппаратами : учебник / Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. — 566 с. https://e.lanbook.com/book/172728
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Динамика полета : учебник / А. В. Ефремов, В. Ф. Захарченко, В. Н. Овчаренко, В. Л. Суханов. — Москва : Машиностроение, 2011. — 776 с. http://e.lanbook.com/book/2013
3	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Дмитриевский, А. А. Внешняя баллистика : учебник / А. А. Дмитриевский, Л. Н. Лысенко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Машиностроение, 2005. — 608 с. http://e.lanbook.com/book/767
4	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Сидельников, Р. В. Аэродинамика ракет [Текст] : учеб. пособие / Р. В. Сидельников, А. Б. Тропин. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1997. http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000167438
5	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Лысенко, Л. Н. Внешняя баллистика : учебное пособие / Л. Н. Лысенко. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. — 328 с. https://e.lanbook.com/book/172803

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)

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 (3б)	ЭВМ с системой "Персональный виртуальный компьютер" (ЮУрГУ) для доступа к средствам разработки программного обеспечения