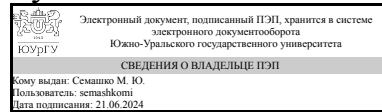


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель специальности



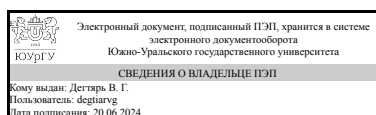
М. Ю. Семашко

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.29 Компьютерный инженерный анализ конструкций авиационной и ракетной техники  
для специальности 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели  
уровень Специалитет  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Летательные аппараты

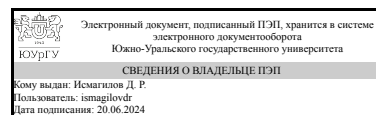
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, утверждённым приказом Минобрнауки от 18.08.2020 № 1055

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,  
преподаватель



Д. Р. Исмагилов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины: - формирование системы профессиональных знаний и практических навыков использования современных компьютерных технологий проектирования и разработки сложных конструкций в рамках автоматизированных комплексов САД-САМ-САЕ; решение задач механики твердого тела (применительно к инженерному анализу конструкций ЛА) с помощью метода конечных элементов. Задачи изучения дисциплины: - освоение знаний и навыков использования современных компьютерных технологий метода конечных элементов при проектировании конструкций ЛА.

## Краткое содержание дисциплины

Выполнение инженерных расчётов в программной среде MathCad (MathLab) при проектировании конструкции ЛА. Матричный метод перемещений в решении задач статики конструкций. Метод конечных элементов в механике конструкций. Конечные элементы для моделирования деформаций силовых конструкций ЛА. Конечные элементы для моделирования среды и контактных взаимодействий конструкций ЛА. Соотношения метода конечных элементов в задачах динамики. Особенности практических расчетов при проектировании конструкций ЛА с использованием программных комплексов конечно-элементного анализа. Выполнение проективных и прочностных расчетов характеристик конструкций ЛА с помощью современных конечно-элементных программных комплексов Nastran и Ansys

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-8 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Знает: современные методы проведения расчетов аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций авиационной и ракетной техники. Умеет: применять современные САПР при расчете аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций авиационной и ракетной техники. Имеет практический опыт: проведения расчеты по определению аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций авиационной и ракетной техники.
ОПК-10 Способен применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства	Знает: современные методы проведения расчетов аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций авиационной и ракетной техники.

и испытания оружия и систем вооружения	<p>Умеет: применять современные САПР при расчете аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций авиационной и ракетной техники.</p> <p>Имеет практический опыт: проведения расчетов по определению аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций авиационной и ракетной техники.</p>
--	---

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.30 Физика взрыва и удара, 1.О.31 Метод конечных элементов, 1.О.11.02 Математический анализ, Производственная практика (ориентированная, цифровая) (6 семестр)	1.О.39 Автоматизация процессов производства, снаряжения и испытания боеприпасов

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

Дисциплина	Требования
1.О.31 Метод конечных элементов	<p>Знает: метод Ньютона (функции Find, Minerr), метод секущих (функция goot), экстремум функции, характеристики современных программных пакетов, реализующих метод конечных элементов, теоретические основы метода конечных элементов; характеристики современных программных пакетов, реализующих метод конечных элементов. Умеет: решать системы линейных и нелинейных алгебраических уравнений, задачи нелинейного деформирования конструкции, моделировать элементы конструкций ракетно-космической техники с использованием одномерных, плоских и пространственных конечных элементов, моделировать элементы конструкций летательных аппаратов с использованием одномерных, плоских и пространственных конечных элементов. Имеет практический опыт: владения программно-вычислительным комплексом MathCad для выполнения инженерных расчетов, навыками оформления научно-технических отчетов в соответствии с ГОСТ и формирования матричных уравнений с использованием подматриц и выполнением матричных операций, решения задач методом конечных элементов при проведении</p>

	проектировочных и прочностных расчетов с помощью современных конечно-элементных программ .
1.О.30 Физика взрыва и удара	Знает: базовые понятия, необходимые для решения задач физики взрыва; источники самостоятельного получения новых знаний в области физики взрыва и удара. Умеет: составлять план решения задачи на основе имеющихся знаний; обнаруживать недостаток знаний для решения поставленной задачи; работать с литературой по данной дисциплине. Имеет практический опыт: навыками планирования собственной деятельности по поиску решения задачи на основе имеющихся знаний; – навыками поиска и освоения необходимых для решения задачи новых знаний.
1.О.11.02 Математический анализ	Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа., основные положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа., 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., 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., 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

	<p>символьных преобразований математических выражений., 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., 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.</p>
<p>Производственная практика (ориентированная, цифровая) (6 семестр)</p>	<p>Знает: принципы работы по созданию физических и математических моделей процессов, проходящих в узлах и агрегатах ракетно-космической техники в соответствии с техническими заданиями, порядок создания 2D-параметрической модели; порядок создания 3D параметрической модели; правила подготовки проектных документов; способы оценки инженерных решений; основные понятия информатики и информационных технологий; навыки и приёмы программирования на различных языках; назначение и функции прикладных и офисных программ; основные понятия информатики и информационных технологий; законы и методы накопления, передачи и обработки информации с помощью компьютерных технологий; основы построения и функционирования технических средств вычислительной техники. , основные положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа; базовые понятия, необходимые для решения задач физики взрыва; источники самостоятельного получения новых знаний в области физики взрыва и удара; современные методы проведения расчетов аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций авиационной и ракетной техники; методы решения задач внутренней, внешней баллистики и аэродинамики при разработке и проектировании средств поражения и боеприпасов. Умеет: выполнять физическое и математическое моделирование процессов и явлений, сопровождающих создание и функционирование средств поражения и боеприпасов в соответствии с техническими заданиями; составлять алгоритмы и компьютерные программы на различных языках программирования, реализующие изученные методы, проводить их отладку, тестирование и</p>

использовать её для решения конкретной задачи; использовать возможности вычислительной техники и стандартных прикладных и офисных приложений для решения типовых задач профессиональной деятельности., самостоятельно работать с учебной, справочной и учебно-методической литературой; составлять математические модели простых задач реальных процессов и проводить их анализ; составлять план решения задачи на основе имеющихся знаний; применять современные САПР при расчете аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций боеприпасов и ракетной техники; находить основные пиродинамические элементы и параметры внутренней баллистики ствольных систем и двигателей твердого топлива; строить внешнебаллистические траектории артиллерийского, реактивного, активно-реактивного, высокоточного снарядов; оценивать аэродинамическую устойчивость летательного аппарата. Имеет практический опыт: построения трёхмерных моделей; владения методикой разработки поверхностных моделей, параметрического конструирования; оформления параметрических моделей; выполнения инженерных расчетов; разработки компьютерных программ на различных языках программирования, проведения отладки, тестирования программных решений; создания, редактирования, хранения, архивирования, визуализации информации как средствами стандартных приложений MS Office, так и с использованием прикладных продуктов компании АСКОН. Навыками использования компьютерной техники и сетей, защиты информации., составления математических моделей простых задач реальных процессов и проводить их анализ; применения современных САПР при расчете аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций боеприпасов и ракетной техники; находить основные пиродинамические элементы и параметры внутренней баллистики ствольных систем и двигателей твердого топлива; строить внешнебаллистические траектории артиллерийского, реактивного, активно-реактивного, высокоточного снарядов; оценивать аэродинамическую устойчивость летательного аппарата.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 110,75 ч.  
контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	8
Общая трудоёмкость дисциплины	216	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	96	48	48
Лекции (Л)	32	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	64	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	105,25	53,75	51,5
Подготовка к экзамену	51,5	0	51,5
Подготовка к зачету	53,75	53,75	0
Консультации и промежуточная аттестация	14,75	6,25	8,5
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	Пакет программ MathCad для выполнения инженерных расчетов	10	6	4	0
2	Матричная формулировка соотношений теории упругости и строительной механики летательных аппаратов. Метод перемещений	10	6	4	0
3	Метод конечных элементов в механике конструкций ЛА	10	6	4	0
4	Конечные элементы для моделирования деформаций силовых конструкций ЛА.	22	6	16	0
5	Конечные элементы для моделирования среды и контактных взаимодействий конструкций ЛА	12	4	8	0
6	Метод конечных элементов в задачах динамики	20	4	16	0
7	Особенности практических расчетов при проектировании силовых элементов конструкций ЛА с использованием программных комплексов конечно-элементного анализа	12	0	12	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Пакет программ MathCad для выполнения инженерных расчетов	6
2	2	Матричная формулировка соотношений теории упругости и строительной механики летательных аппаратов. Метод перемещений	6
3	3	Метод конечных элементов в механике конструкций ЛА	6
4	4	Конечные элементы для моделирования деформаций силовых конструкций ЛА.	6

5	5	Конечные элементы для моделирования среды и контактных взаимодействий конструкций ЛА	4
6	6	Метода конечных элементов в задачах динамики	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Использование программно-вычислительного комплекса MathCad при выполнении инженерных расчетов. Решение систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений.	2
2	1	Особенности использования программно-вычислительного комплекса MathCad при выполнении инженерных расчетов. Формирование матричных уравнений с использованием подматриц. Выполнение матричных операций	2
3, 4	2	Метод конечных элементов в механике конструкций. Краткая характеристика современных программных пакетов, реализующих метод конечных элементов	4
5	3	Особенности современных программных пакетов, реализующих метод конечных элементов. Примеры выполнения инженерного анализа при проектировании конструкций ЛА	2
6	3	Конечные элементы для моделирования деформаций силовых конструкций ЛА. Расчет характеристик деформирования конструкции методом конечных элементов с помощью программного пакета Ansys (Nastran)	2
7	4	Моделирование элементов конструкций ЛА с использованием плоских и пространственных конечных элементов (пластина, оболочка, диск). Особенности закрепления модели. силовое и тепловое воздействие.	4
8	4	Моделирование с использованием одномерных, плоских и пространственных конечных элементов (стержень, пластина, оболочка, диск, массив). Решение задач нелинейного деформирования конструкций. Потеря несущей способности при сжимающих напряжениях и упруго- пластическом деформировании.	4
9	4	Решение задач нелинейного деформирования конструкций. Потеря несущей способности при сжимающих напряжениях и упруго- пластических деформациях.	4
10	4	Расчётные модели изгиба стержня и локального деформирования тонкостенных элементов его сечения. Потеря устойчивости в общей и местной форме. Сравнение критических значений сжимающей нагрузок с полученными в результате аналитического расчета и анализа МКЭ	4
11	5	Решение задач нелинейного деформирования конструкций. Потеря несущей способности при сжимающих напряжениях, упруго- пластическое деформирование. Сравнение критических значений сжимающей нагрузок, полученных в результате аналитического расчета, анализа МКЭ в линейной и нелинейной постановке и испытаний стержней тонкостенного профиля	4
12	5	Конечные элементы для моделирования среды и контактных взаимодействий конструкций ЛА. Конечные элементы для моделирования контактных взаимодействий различных типов.	4
13	6	Задача Герца. Аналитическое решение и решение МКЭ.	4
14	6	Моделирование контактных взаимодействий различных типов.	6
15	6	Метод конечных элементов в задачах динамики. Определение собственных форм и частот колебаний конструкции МКЭ в Ansys	6
16,17	7	Моделирование динамического воздействия ударника на конструкцию. Определение влияния настроек расчетной модели на параметры состояния	6



		конструкции.	
18, 19	7	Динамические модели элементов конструкции ЛА. Формирование смешанной, балочно-оболочечной модели конструкции ЛА. Оформление отчёта по результатам исследований и решения задач индивидуального задания в соответствии с ГОСТами на оформление научно-технических отчётов.	6

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 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	Чернявский А.О. Применение метода конечных элементов в задачах расчета на прочность. / Учебное пособие - Челябинск, 2000. - 90 с.	8	51,5
Подготовка к зачету	Чернявский А.О. Применение метода конечных элементов в задачах расчета на прочность. / Учебное пособие - Челябинск, 2000. - 90 с.	7	53,75

## 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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	7	Текущий контроль	Контрольное задание 1	1	20	20 баллов - задание выполнено верно, в полном объеме, сдано вовремя. 14 баллов - задание выполнено верно, в неполном объеме, сдано вовремя. 7 баллов - задание выполнено верно, в неполном объеме, сдано с опозданием. 0 баллов - задание выполнено неверно.	зачет
2	7	Текущий контроль	Контрольное задание 2	1	20	20 баллов - задание выполнено верно, в полном объеме, сдано вовремя. 14 баллов - задание выполнено верно, в неполном объеме, сдано вовремя. 7 баллов - задание выполнено верно, в неполном объеме, сдано с опозданием. 0 баллов - задание выполнено неверно.	зачет

3	7	Текущий контроль	Контрольное задание 3	2	20	20 баллов - задание выполнено верно, в полном объеме, сдано вовремя. 14 баллов - задание выполнено верно, в неполном объеме, сдано вовремя. 7 баллов - задание выполнено верно, в неполном объеме, сдано с опозданием. 0 баллов - задание выполнено неверно.	зачет
4	7	Промежуточная аттестация	Зачет	-	40	Промежуточная аттестация включает в себя письменный опрос. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время сдачи зачета. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Письменный опрос из 2 вопросов. Время, отведенное на опрос -40 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Частично правильный ответ соответствует 10 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40. Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 40. Весовой коэффициент мероприятия - 2. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100%. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.	зачет
5	8	Текущий контроль	Контрольное задание 4	1	20	20 баллов - задание выполнено верно, в полном объеме, сдано вовремя. 14 баллов - задание выполнено верно, в неполном объеме, сдано вовремя. 7 баллов - задание выполнено верно, в неполном объеме, сдано с опозданием. 0 баллов - задание выполнено неверно.	экзамен
6	8	Текущий контроль	Контрольное задание 5	1	20	20 баллов - задание выполнено верно, в полном объеме, сдано вовремя. 14 баллов - задание выполнено верно, в неполном объеме, сдано вовремя. 7 баллов - задание выполнено верно, в неполном объеме, сдано с опозданием. 0 баллов - задание выполнено неверно.	экзамен
7	8	Текущий контроль	Контрольное задание 6	2	20	20 баллов - задание выполнено верно, в полном объеме, сдано вовремя. 14 баллов - задание выполнено верно, в неполном объеме, сдано вовремя. 7 баллов - задание выполнено верно, в	экзамен

						неполном объеме, сдано с опозданием. 0 баллов - задание выполнено неверно.	
8	8	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	40	<p>Промежуточная аттестация включает в себя письменный опрос. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводятся во время сдачи экзамена. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Письменный опрос из 2 вопросов. Время, отведенное на опрос -40 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Частично правильный ответ соответствует 10 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40. Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 40. Весовой коэффициент мероприятия - 3. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100%. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p>	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	<p>Промежуточная аттестация включает в себя письменный опрос. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводятся во время сдачи зачета. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Письменный опрос из 2 вопросов. Время, отведенное на опрос -40 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Частично правильный ответ соответствует 10 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40. Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 40. Весовой коэффициент мероприятия - 2. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100%. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.	
экзамен	<p>Промежуточная аттестация включает в себя письменный опрос. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время сдачи экзамена. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Письменный опрос из 2 вопросов. Время, отведенное на опрос -40 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Частично правильный ответ соответствует 10 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40.</p> <p>Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 40. Весовой коэффициент мероприятия - 3.</p> <p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100%. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p>	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
ОПК-8	Знает: современные методы проведения расчетов аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций авиационной и ракетной техники.	+	+	+	+				
ОПК-8	Умеет: применять современные САПР при расчете аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций авиационной и ракетной техники.	+	+	+	+				
ОПК-8	Имеет практический опыт: проведения расчеты по определению аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций авиационной и ракетной техники.			+	+	+			
ОПК-10	Знает: современные методы проведения расчетов аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций авиационной и ракетной техники.						+	+	+
ОПК-10	Умеет: применять современные САПР при расчете аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций авиационной и ракетной техники.						+	+	+
ОПК-10	Имеет практический опыт: проведения расчетов по определению аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций авиационной и ракетной техники.						+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

Не предусмотрена

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

1. Математическое моделирование: ежемес. журн. / Рос. акад. наук, Отд-ние мат. наук, Ин-т мат. моделирования РАН
2. Космические исследования : науч. журн. / Рос. акад. наук, Президиум РАН
3. Вестник авиации и космонавтики : Всерос. аэрокосм. журн. / ЗАО "Изд. дом им. С. Скрынникова
4. Авиапанорама : журн. авиац.-косм. комплекса/ ООО "Высокие технологии и инновации"
5. Полет: Авиация. Ракетная техника. Космонавтика: Общерос. науч.-техн. журн. / Изд-во "Маши-ностроение"
6. Аэрокосмический курьер / ЗАО "Издат. дом "Созвездие-4"

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Варианты контрольных заданий
2. Чернявский А.О. Применение метода конечных элементов в задачах расчета на прочность. / Учебное пособие - Челябинск, 2000. - 90 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ракетно-космическая техника. Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV-22 : энциклопедия : в 2 книгах / А. П. Аджян, Э. Л. Аким, О. М. Алифанов, А. Н. Андреев. — Москва : Машиностроение, [б. г.]. — Книга 1 — 2012. — 925 с. — ISBN 978-5-94275-589-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/5808">https://e.lanbook.com/book/5808</a> (дата обращения: 20.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Дьяконов, В.П. Генерация и генераторы сигналов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 384 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/892">http://e.lanbook.com/book/892</a>
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Дьяконов, В.П. Энциклопедия компьютерной алгебры. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 1264 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/1179">http://e.lanbook.com/book/1179</a>

4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Зарубин, В. С. Расчет теплонапряженных конструкций : учебное пособие / В. С. Зарубин, И. В. Станкевич. — Москва : Машиностроение, 2005. — 352 с. — ISBN 5-217-03291-X. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/768">https://e.lanbook.com/book/768</a> (дата обращения: 20.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
---	---------------------	---	---

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	110 (2)	Класс вычислительной техники, оснащенный современными ПК. Программное обеспечение: Microsoft Office, MathCad, NASTRAN, ANSYS