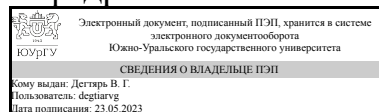


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



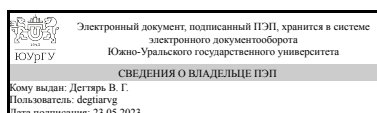
В. Г. Дегтярь

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.ПО.11.01 Метод конечных элементов
для направления 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Ракетостроение
форма обучения очная
кафедра-разработчик Летательные аппараты

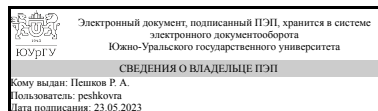
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика, утверждённым приказом Минобрнауки от 05.02.2018 № 71

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



Р. А. Пешков

1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины: - формирование системы профессиональных знаний и практических навыков решения задач механики твердого тела (применительно к инженерному анализу конструкций летательных аппаратов) с помощью метода конечных элементов. Задачи изучения дисциплины: - освоение знаний и навыков использования метода конечных элементов при проектировании конструкций ракетно-космической техники с помощью современных компьютерных технологий метода конечных элементов.

Краткое содержание дисциплины

1. Применение пакета программ MathCad для выполнения математических расчетов. 2. Матричная формулировка соотношений теории упругости и строительной механики летательных аппаратов. 3. Основные понятия вариационных методов в механике сплошных сред. 4. Матричный метод перемещений для стержневых систем. 5. Метод конечных элементов в механике конструкций. 6. Конечные элементы сплошной среды. 7. Численное интегрирование в методе конечных элементов. 8. Соотношения метода конечных элементов в задачах динамики. 9. Особенности практических расчетов с использованием программного комплекса конечно-элементного анализа ANSYS.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен проводить техническое сопровождение создания изделий ракетной и ракетно-космической техники с использованием твердотельного компьютерного моделирования в соответствии с единой системой конструкторской документации и на базе современных программных комплексов	Знает: теоретические основы метода конечных элементов; характеристики современных программных пакетов, реализующих метод конечных элементов Умеет: моделировать элементы конструкций летательных аппаратов с использованием одномерных, плоских и пространственных конечных элементов Имеет практический опыт: решения задач методом конечных элементов при проведении проектировочных и прочностных расчетов с помощью современных конечно-элементных программ

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Ракетные двигатели, Конструкция двигательных установок летательных аппаратов, Конструирование и изобретательство, Аэрогидрогазодинамика, Устройство летательных аппаратов, Конструкции космических аппаратов,	Системы старта летательных аппаратов, Проектирование сварных соединений в ракетно-космической технике, Электрооборудование летательных аппаратов, Исполнительные устройства летательных аппаратов, Компьютерный инженерный анализ конструкций

Конструкция узлов и агрегатов летательных аппаратов, Механика сплошных сред, Метрология, стандартизация и сертификация, Производственная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр)	авиационной и ракетной техники, Проектирование ракетно-технических комплексов, Производственная практика (преддипломная) (8 семестр)
--	--

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

Дисциплина	Требования
Конструкция двигательных установок летательных аппаратов	<p>Знает: компоновку, назначение, параметры двигательных установок ракетно-космической техники; состав и основные параметры жидких и твердых топлив; ПГС двигательных установок ракетно-космической техники и их состав; назначение, состав, конструкцию основных агрегатов двигателей летательных аппаратов</p> <p>Умеет: применять знания о реактивном движении и принципе действия двигателей летательных аппаратов в составе двигательных установок ракетно-космической техники; формулировать задания для расчета для расчета и конструирования двигателей ракетно-космической техники</p> <p>Имеет практический опыт: применения основных соотношений теории реактивного двигателя, классифицирования двигателей летательных аппаратов и их агрегатов, работы на натурных образцах двигательных установок ракетно-космической техники с ЖРД, в том числе РДМТ, и РДТТ; выбора ракетных двигателей для ракетно-космических комплексов</p>
Метрология, стандартизация и сертификация	<p>Знает: понятия и определения, используемые в метрологии, общие законы и правила измерений, обеспечение их единства, требуемой точности и достоверности, основы Государственной системы стандартизации, основные метрологические методы и средства измерения линейных и угловых величин, показатели качества продукции и методы ее оценки</p> <p>Умеет: организовывать измерительный эксперимент и правильно выбрать измерительную технику для конкретных измерений, обоснованно выбирать допуски и посадки типовых соединений; решать задачи размерного анализа; обоснованно выбирать и применять соответствующие конкретной ситуации положения законодательных актов и основополагающих документов по метрологии, стандартизации, сертификации</p> <p>Имеет практический опыт: выбора универсального измерительного средства в зависимости от требуемой точности параметра, проведения измерений и оценки погрешности</p>

	измерений, оценки качества изделий
Конструкции космических аппаратов	<p>Знает: конструкции и их основные элементы космических аппаратов; классификация космических аппаратов</p> <p>Умеет: определять проектные параметры космических аппаратов</p> <p>Имеет практический опыт: выбора конструктивно-силовой схемы космических аппаратов; определения основных составных частей космических аппаратов</p>
Устройство летательных аппаратов	<p>Знает: классификацию деталей и механизмов летательных аппаратов; основные требования к деталям, узлам и механизмам летательных аппаратов; общие принципы и правила конструирования деталей и узлов механизмов летательных аппаратов</p> <p>Умеет: обосновывать выбор устройств в изделиях ракетно-космической техники; проводить конструирование деталей и узлов механизмов летательных аппаратов с использованием системного подхода</p> <p>Имеет практический опыт: расчета параметров деталей и узлов механизмов летательных аппаратов; разработки рабочих и сборочных чертежей деталей и узлов механизмов летательных аппаратов</p>
Конструкция узлов и агрегатов летательных аппаратов	<p>Знает: назначение, состав и конструкцию узлов, агрегатов летательных аппаратов; условия функционирования летательных аппаратов; отечественный и зарубежный опыт использования ракетно-космической техники</p> <p>Умеет: проводить сравнения конструкций и обосновывать выбор лучших вариантов; изучать и анализировать технические данные; читать и анализировать проектную и рабочую конструкторскую документацию для определения состава и устройства летательных аппаратов</p> <p>Имеет практический опыт: инженерных и теоретических расчетов и моделирования, связанных с выбором рациональных конструктивно-компоновочных и конструктивно-силовых схем изделий авиационной и ракетно-космической техники</p>
Аэрогазодинамика	<p>Знает: основные физические положения, законы аэрогазодинамики, основные свойства жидкости и газов, основные законы и уравнения гидрогазодинамики для идеальной жидкости и газа и вязкой жидкости. иметь представление об основных научно-технических проблемах и перспективах развития науки и техники в области аэрогазодинамики, их взаимосвязи со смежными областями, о тенденциях создания принципиально новых форм летательных аппаратов и ракет</p> <p>Умеет: применять основные законы аэрогазодинамики при анализе процессов нагружения объектов ракетно-космической техники, использовать методы инженерных и теоретических расчетов, типовые</p>

	<p>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, а также методы обработки экспериментальных данных и оценки погрешностей расчетов Имеет практический опыт: проведения расчетов аэродинамических, 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, разработки планов исследований, выполнения экспериментов.</p>
Механика сплошных сред	<p>Знает: основные уравнения механики сплошных сред; свойства и особенности моделей в механике сплошных сред; основные способы описания в газовой динамике, динамике несжимаемой жидкости и деформируемого тела Умеет: использовать основные уравнения механики сплошных сред для расчета течений жидкости и газа при проектировании изделий ракетной и ракетно-космической техники Имеет практический опыт: решения задач механики сплошных сред при проектировании изделий ракетной и ракетно-космической техники</p>
Конструирование и изобретательство	<p>Знает: основные законы эволюции технических систем; основные источники информации для принятия технических решений; подходы и методы современной теории решения изобретательских задач Умеет: применять основные законы эволюции технических систем к анализу тенденций развития ракетной техники; оценивать полноту и достоверность получаемой информации для принятия технических решений Имеет практический опыт: выявления противоречий в конструкции и решение задач по их устранению с использованием методов теории решения изобретательских задач</p>
Ракетные двигатели	<p>Знает: физические основы двигателей летательных аппаратов, устройство жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) и их компонентов, устройство двигателей летательных аппаратов на</p>

	<p>твердом топливе (РДТТ) и их элементов, внутрикамерные процессы двигателей летательных аппаратов Умеет: применять знания о реактивном движении и принципе действия двигателей летательных аппаратов; формулировать задания для расчета для расчета и конструирования двигателей летательных аппаратов Имеет практический опыт: применения основных соотношений теории реактивного двигателя, классифицирования двигателей летательных аппаратов и их агрегатов, работы на натуральных образцах ЖРД и РДТТ; выбора двигателей летательных аппаратов для ракетно-космических комплексов</p>
<p>Производственная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр)</p>	<p>Знает: системы и методы проектирования ракетно-космической техники; методики проведения расчетов при конструировании ракетно-космической техники, основные модели командообразования и факторы, влияющие на эффективность командной работы Умеет: вносить технические данные в облачную корпоративную систему для всесторонней оценки, проработки и корректировки в режиме реального времени, актуализировать ее, планировать и корректировать работу команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов Имеет практический опыт: разработки математических моделей реальных явлений и процессов, описывающих функционирование проектируемых составных частей, изделий ракетно-космической техники, организации совместной работы в команде для достижения поставленной цели.</p>

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75
Подготовка к зачету	20	20
Выполнение контрольных заданий	33,75	33.75

Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Пакет программ MathCad для выполнения математических расчетов	2	0	2	0
2	Матричная формулировка соотношений теории упругости и строительной механики летательных аппаратов	4	2	2	0
3	Основные понятия вариационных методов в механике сплошных сред	2	2	0	0
4	Матричный метод перемещений для стержневых систем	4	2	2	0
5	Метод конечных элементов в механике конструкций	4	2	2	0
6	Конечные элементы сплошной среды	8	4	4	0
7	Численное интегрирование в методе конечных элементов	8	4	4	0
8	Соотношения метода конечных элементов в задачах динамики	8	4	4	0
9	Особенности практических расчетов с использованием программного комплекса конечно-элементного анализа ANSYS	8	4	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	2	Матричная формулировка соотношений теории упругости и строительной механики летательных аппаратов	2
2	3	Основные понятия вариационных методов в механике сплошных сред	2
3	4	Матричный метод перемещений для стержневых систем	2
4	5	Метод конечных элементов в механике конструкций	2
5	6	Конечные элементы сплошной среды	4
6	7	Численное интегрирование в методе конечных элементов	4
7	8	Соотношения метода конечных элементов в задачах динамики	4
8	9	Особенности практических расчетов с использованием программного комплекса конечно-элементного анализа ANSYS	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Особенности использования программно-вычислительного комплекса MathCad при выполнении инженерных расчетов	2
2	2	Краткая характеристика и состав пакетов, реализующих метод конечных элементов	2
3	4	Расчет ферменной конструкции матричным методом перемещений. Построение геометрической модели конструкции. Системы координат. Матрицы узловых сил и смещений. Решение системы уравнений МКЭ.	2

4	5	Расчет ферменной конструкции методом конечных элементов.	2
5	6	Моделирование с использованием плоских и пространственных конечных элементов. Особенности закрепления модели.	4
6	7	Моделирование конструкций сложной формы. Приложение распределённой нагрузки	4
7	8	Определение собственных форм и частот конструкции	4
8	9	Расчет напряжений в оболочках (мембранах и баках) нагруженных давлением	2
9	9	Расчет напряжений в пластине при нагреве, напряжений диска при его вращении, пространственной фермы летательного аппарата	2

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 зачету	Сегерлинд, Л. Дж. Применение метода конечных элементов Пер. с англ. А. А. Шестакова; Под ред. Б. Е. Победри. - М.: Мир, 1979. - 392 с. ил.	6	20
Выполнение контрольных заданий	Кириянов, Д. В. Mathcad 13 Наиболее полн. рук. Д. В. Кириянов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - X,590 с. (с. 272-298) Басов, К. А. ANSYS Текст справ. пользователя К. А. Басов. - 2-е изд., стер. - М.: ДМК-Пресс, 2012. - 639 с. ил. (с. 556-561) Сегерлинд, Л. Дж. Применение метода конечных элементов Пер. с англ. А. А. Шестакова; Под ред. Б. Е. Победри. - М.: Мир, 1979. - 392 с. ил.	6	33,75

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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	6	Текущий контроль	Контрольное задание-1	12	12	Контрольное задание осуществляется на последнем занятии изучаемых разделов с 1 по 2. Студенту дается задача. Задача	зачет

					<p>состоит из расчетной и графической части. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Критерии оценивания решения задачи: - расчет и графическая часть выполнены верно – 12 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 10 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 8 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 6 баллов; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 12. Весовой коэффициент мероприятия - 12.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>		
2	6	Текущий контроль	Контрольное задание-2	12	12	<p>Контрольное задание осуществляется на последнем занятии изучаемых разделов с 3 по 4. Студенту дается задача. Задача состоит из расчетной и графической части. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Критерии оценивания решения задачи: - расчет и графическая часть выполнены верно – 12 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 10 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 8 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 6 баллов; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 12. Весовой коэффициент мероприятия - 12.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>	зачет
3	6	Текущий контроль	Контрольное задание-3	12	12	<p>Контрольное задание осуществляется на последнем занятии изучаемых разделов с 5 по 6. Студенту дается задача. Задача</p>	зачет

					состоит из расчетной и графической части. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания решения задачи: - расчет и графическая часть выполнены верно – 12 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 10 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 8 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 6 баллов; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 12. Весовой коэффициент мероприятия - 12. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %		
4	6	Текущий контроль	Контрольное задание-4	12	12	Контрольное задание осуществляется на последнем занятии изучаемых разделов с 7 по 8. Студенту дается задача. Задача состоит из расчетной и графической части. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания решения задачи: - расчет и графическая часть выполнены верно – 12 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 10 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 8 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 6 баллов; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 12. Весовой коэффициент мероприятия - 12. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	зачет
5	6	Текущий контроль	Контрольное задание-5	12	12	Контрольное задание осуществляется на последнем занятии по разделу 9. Студенту дается задача. Задача состоит	зачет

					<p>из расчетной и графической части. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания решения задачи: - расчет и графическая часть выполнены верно – 12 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 10 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 8 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 6 баллов; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 12. Весовой коэффициент мероприятия - 12. Зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине менее 60 %</p>		
6	6	Промежуточная аттестация	Мероприятие промежуточной аттестации в виде зачета (письменный опрос)	-	40	<p>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 5 вопросов в билете. Время, отведенное на опрос - 40 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует 8 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40. Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 40. Весовой коэффициент мероприятия - 40. Зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине менее 60 %</p>	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	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 5 вопросов в билете. Время, отведенное на опрос -40 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует 8 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40. Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 40. Весовой коэффициент мероприятия - 40. Зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине менее 60 %	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
ПК-1	Знает: теоретические основы метода конечных элементов; характеристики современных программных пакетов, реализующих метод конечных элементов	+				+	+
ПК-1	Умеет: моделировать элементы конструкций летательных аппаратов с использованием одномерных, плоских и пространственных конечных элементов		+				++
ПК-1	Имеет практический опыт: решения задач методом конечных элементов при проведении проектировочных и прочностных расчетов с помощью современных конечно-элементных программ				++		+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Зенкевич, О. Конечные элементы и аппроксимация О. Зенкевич, К. Морган; Пер. с англ. Б. И. Квасова; Под ред. Н. С. Бахвалова. - М.: Мир, 1986. - 318 с. ил.
2. Сегерлинд, Л. Дж. Применение метода конечных элементов Пер. с англ. А. А. Шестакова; Под ред. Б. Е. Победри. - М.: Мир, 1979. - 392 с. ил.
3. Басов, К. А. ANSYS Текст справ. пользователя К. А. Басов. - 2-е изд., стер. - М.: ДМК-Пресс, 2012. - 639 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Шуп, Т. Е. Прикладные численные методы в физике и технике [Текст] Т. Е. Шуп ; пер. с англ. С. Ю. Славянова ; под ред. С. П. Меркурьева. - М.: Высшая школа, 1990. - 254 с. ил.

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

1. Вестник ЮУрГУ, "Математическое моделирование и программирование"
2. Вестник ЮУрГУ, "Машиностроение"

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Варианты контрольных заданий

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Варианты контрольных заданий

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Голованов, А.И. Метод конечных элементов в статике и динамике тонкостенных конструкций. [Электронный ресурс] / А.И. Голованов, О.Н. Тюленева, А.Ф. Шигабутдинов. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2006. — 389 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/50293 — Загл. с экрана.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Котович, А.В. Решение задач теории упругости методом конечных элементов. [Электронный ресурс] / А.В. Котович, И.В. Станкевич. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 106 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/52244 — Загл. с экрана.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Темис, Ю.М. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкций методом конечных элементов. [Электронный ресурс] / Ю.М. Темис, Х.Х. Азметов. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 51 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/52253 — Загл. с экрана.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. PTC-MathCAD(бессрочно)
4. 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:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	306 (2)	Компьютер, проектор.
Практические занятия и семинары	109 (2)	Класс вычислительной техники оснащенный современными ПК. Программное обеспечение: Microsoft Office, MathCad, ANSYS