ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Филиал г. Миасс
Электротехнический

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Телегин А. И.
Пользователь: teleginai
Дата подписания: 18.12.2019

А. И. Телегин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
к ОП ВО от 26.06.2019 №084-2058

дисциплины ДВ.1.08.02 Конечно-элементные модели авиационных и ракетных комплексов
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Ракетные транспортные системы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Прикладная математика и ракетодинамика

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Киселев В. И.
Пользователь: kiselevvi
Дата подписания: 03.12.2019

В. И. Киселев

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., заведующий
кафедрой

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Киселев В. И.
Пользователь: kiselevvi
Дата подписания: 03.12.2019

В. И. Киселев

Миасс

1. Цели и задачи дисциплины

Подготовка студентов к пользованию получившими широкое распространение универсальными пакетами («NASTRAN», «ANSYS» и др.), базирующимися на численном методе конечных элементов; развитие навыка дискретизации области определения, умения физически грамотного задания краевых условий задачи; а также развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний по физике с использованием различных источников информации и современных информационных технологий.

Краткое содержание дисциплины

Введение Балки. Линейный статический анализ Задачи на плоскости Изопараметрические элементы и методы решения Моделирование, погрешность и точность в линейном анализе Твёрдые тела и твёрдые тела вращения Пластины и оболочки Тепловой анализ Вибрации и динамика Нелинейность в расчётах на прочность

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-6 способностью на основе системного подхода к проектированию разрабатывать технические задания на проектирование и конструирование систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетно-космического комплекса, разрабатывать технические задания на проектирование конструкций и сооружений наземного комплекса	Знать:Основы конструкционной прочности при статическом и динамическом нагружении и ее приложения
	Уметь:Задачи об оценке пределов безопасной эксплуатации конструкций с использованием специальной литературы по конструкционной прочности
	Владеть:Методами оценки безопасности эксплуатации элементов конструкции с трещинообразными дефектами при статическом и динамическом нагружении

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.09 Теоретическая механика, Б.1.06 Физика	ДВ.1.03.02 Динамические испытания

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

Дисциплина	Требования
Б.1.09 Теоретическая механика	Знать: основные законы теоретической механики, область их применения для основных применяемых при изучении механики моделей; Уметь: использовать базовые положения

	математики при решении задач статики, кинематики и динамики; Владеть: навыками самостоятельной работы в области решения инженерных задач на основе применения законов механики.
Б.1.06 Физика	Знать: основные физические теории, позволяющие описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных профессиональных задач; Уметь: использовать научно-техническую литературу для получения профессиональных знаний; Владеть: навыками по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми бакалавру придется сталкиваться при создании или использовании новой техники и новых технологий.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия:	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	40	40
Подготовка к экзаменам по разделам	40	40
Вид итогового 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	Введение	1	1	0	0
2	Балки. Линейный статический анализ	2	1	1	0
3	Задачи на плоскости	2	1	1	0
4	Изопараметрические элементы и методы решения	4	2	2	0
5	Моделирование, погрешность и точность в линейном анализе	4	2	2	0
6	Твёрдые тела и твёрдые тела вращения	4	2	2	0
7	Пластины и оболочки	4	2	2	0
8	Тепловой анализ	4	2	2	0

9	Вибрации и динамика	4	2	2	0
10	Нелинейность в расчётах на прочность	3	1	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Метод конечных элементов, элементы и узлы, построение проблемы и анализ результатов, задачи пользователя метода, элементарная матричная алгебра.	1
2	2	Формулировка матрицы жёсткости балочных элементов, проблема сингулярности, механические нагрузки и напряжения, термические нагрузки и напряжения.	1
3	3	Элементы: треугольник постоянных напряжений, треугольник линейно распределённых напряжений, билинейный четырёхугольник Q4, квадратичный четырёхугольник Q8, улучшенный квадратичный четырёхугольник Q6, элементы с «винтовой» степенью свободы, элементы обобщённой формы, нагрузки, расчёт напряжений, примеры для сравнения, приложения.	1
4	4	Нумерация узлов, решение уравнений, преобразования, формулировка изопараметрических элементов, природа конечно-элементных решений, требования сходимости, бесконечная среда и бесконечные элементы, подструктуры, симметрия, ограничения.	2
5	5	Общий взгляд на моделирование, поведение структуры и поведение элемента, проверка элементов и их формы, проверочные случаи, свойства материалов, нагрузки, связи, граничные условия, планирование анализа, численные погрешности: источники и выявление, частые ошибки, критический взгляд на результаты конечно-элементного решения, концентрация напряжений, сходимость и улучшение сетки, оценка погрешностей.	2
6	6	Элементы для трёхмерных тел, приложения объёмных моделей, осесимметричные объёмные элементы, приложения осесимметричных моделей, несимметричные нагрузки.	2
7	7	Перемещения, деформации и напряжения в пластинах, конечные элементы пластин, оболочки и теория оболочек, конечные элементы оболочек, осесимметричные оболочки, приложения оболочек в обобщённой формулировке.	2
8	8	Введение, базовые уравнения, конечные элементы в тепловом анализе, излучение и другие нелинейности, передача тепла, рассмотрение моделей.	2
9	9	Основные уравнения колебаний, матрица масс, свободные колебания, демпфирование, модальные уравнения, анализ динамического отклика, анализ спектра отклика, колебания и гармонический отклик, замечания и модели для рассмотрения.	2
10	10	Способы расчёта, критерии сходимости, геометрическая нелинейность, устойчивость, нелинейность материала, задачи контактов и зазоров.	1

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
2	2	Построение геометрической модели	1
3-4	3	Построение конечно-элементных сеток	1
5-6	4	Работа со свойствами материалов	2
7-8	5	Работа с балочными элементами	2

9-10	6	Работа с плоскими элементами	2
11-12	7	Работа с объёмными элементами	2
13-14	8	Корректирование конечно-элементной сетки	2
15-16	9	Задание нагрузок и граничных условий	2
17-18	10	Анализ полученных результатов на адекватность	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к опросу по типам конечных элементов	[1 с. 68-95]	12
Подготовка к опросу по ассоциативным данным сеток и управлению сетками	[1 с. 96-111]	7
Подготовка к опросу по типам нагрузок и граничных условий	[1 с. 156-170]	7
Подготовка к опросу по основным типам решателей	[1 с. 264, 314, 334, 384, 411, 456]	6
Подготовка к работе по использованию нелинейного решателя	[1 с. 384-410]	8

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Разбор конкретных ситуаций	Лекции	Демонстрация решения прикладных задач	6
Компьютерное моделирование и практический анализ результатов	Практические занятия и семинары	Самостоятельное решение задач в CAD и CAE системах	9

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Разбор конкретных ситуаций	Демонстрация решения прикладных задач
Компьютерное моделирование и практический анализ результатов	Самостоятельное решение задач в CAD и CAE системах

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-6 способностью на основе системного подхода к проектированию разрабатывать технические задания на проектирование и конструирование систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетно-космического комплекса, разрабатывать технические задания на проектирование конструкций и сооружений наземного комплекса	Зачет	1-19
Балки. Линейный статический анализ	ПК-6 способностью на основе системного подхода к проектированию разрабатывать технические задания на проектирование и конструирование систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетно-космического комплекса, разрабатывать технические задания на проектирование конструкций и сооружений наземного комплекса	Решение задачи раздела "Балки. Линейный статический анализ"	1
Задачи на плоскости	ПК-6 способностью на основе системного подхода к проектированию разрабатывать технические задания на проектирование и конструирование систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетно-космического комплекса, разрабатывать технические задания на проектирование конструкций и сооружений наземного комплекса	Решение задачи раздела "Задачи на плоскости"	1
Нелинейность в расчётах на прочность	ПК-6 способностью на основе системного подхода к проектированию разрабатывать технические задания на проектирование и конструирование систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетно-космического комплекса, разрабатывать технические задания на проектирование конструкций и сооружений наземного комплекса	Решение задачи раздела "Нелинейность в расчётах на прочность"	1
Моделирование, погрешность и точность в линейном анализе	ПК-6 способностью на основе системного подхода к проектированию разрабатывать технические задания на проектирование и конструирование систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетно-космического комплекса, разрабатывать технические задания на проектирование конструкций и сооружений наземного комплекса	Решение задачи раздела "Моделирование, погрешность и точность в линейном анализе"	1

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания

Зачет	Каждый студент устно опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на зачет. Билет содержит два вопроса. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Решение задачи раздела "Балки. Линейный статический анализ"	Решение задачи осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия – 1	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Решение задачи раздела "Задачи на плоскости"	Решение задачи осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия – 1	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Решение задачи раздела "Нелинейность в расчётах на прочность"	Решение задачи осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия – 1	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Решение задачи раздела "Моделирование, погрешность и точность в линейном анализе"	Решение задачи осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за

	обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия – 1	мероприятие менее 60 %

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Зачет	1. Понятие геометрии модели. 2. Основные геометрические элементы. 3. Понятие конечно-элементной сетки. 4. Управление конечно-элементной сеткой. Редактирование конечно-элементной сетки. 5. Классификация конечных элементов. 6. Понятие материала. Библиотека материалов. 7. Понятие физического свойства. Библиотека физических свойств. 8. Виды физических свойств. 9. Физические свойства одномерных элементов. 10. Физическое свойство «балки» PBEAM. 11. Физическое свойство «пластины» PSHELL. 12. Понятие симуляции. 13. Понятия граничных условий и нагрузок. 14. Виды граничных условий. 15. Виды нагрузок. 16. Основные решатели. 17. Линейные и нелинейные решатели. 18. Основные параметры 103 решателя. 19. Основные параметры 109 решателя.
Решение задачи раздела "Балки. Линейный статический анализ"	Задача 1.pdf
Решение задачи раздела "Задачи на плоскости"	Задача 2.pdf
Решение задачи раздела "Нелинейность в расчётах на прочность"	Задача 3.pdf
Решение задачи раздела "Моделирование, погрешность и точность в линейном анализе"	Задача 4.pdf

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Трушин, С. И. Метод конечных элементов. Теория и задачи : учебное пособие / С. И. Трушин. - М. : Асв, 2008

б) дополнительная литература:

1. Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства : учебное пособие / И. Б. Рыжков. - СПб. : Лань, 2013. - 224 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). + Электронный ресурс.

2. Лысенко, Л. Н. Наведение и навигация баллистических ракет : учебное пособие / Л. Н. Лысенко. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007
3. Дарков, А. В. Строительная механика : учебник для строительных спец. вузов / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. - М. : Высшая школа, 1986. - 607 с. : ил.
4. Карманов, В. Г. Математическое программирование : учебное пособие / В. Г. Карманов. - М. : Наука, 1986. - 288 с.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Темис, Ю.М. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкций методом конечных элементов [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ю.М. Темис, Х.Х. Азметов. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2012. — 53 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52253
2. Котович, А.В. Решение задач теории упругости методом конечных элементов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Котович, И.В. Станкевич. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2012. — 112 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52244

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

3. Темис, Ю.М. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкций методом конечных элементов [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ю.М. Темис, Х.Х. Азметов. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2012. — 53 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52253
4. Котович, А.В. Решение задач теории упругости методом конечных элементов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Котович, И.В. Станкевич. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2012. — 112 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52244

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Дополнительная литература	Глазков, Ю.Ф. Специальные главы прочности. Расчет тонкостенных и стержневых конструкций методом конечных элементов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. —	Электронно-библиотечная система издательства	Интернет / Свободный

		Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. — 79 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69416	Лань	
2	Дополнительная литература	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/books/element.php?pl1_id=50293	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
3	Дополнительная литература	Рябенький, В. С. Введение в вычислительную математику [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. С. Рябенький. - М. : Физматлит, 2008. - 288 с. - (Физтеховский учебник).	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
4	Дополнительная литература	Рожков, В. Н. Контроль качества при производстве летательных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Рожков. - М. : Машиностроение, 2007. - э416 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
5	Дополнительная литература	Лизин, В. Т. Проектирование тонкостенных конструкций [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов / В. Т. Лизин, В. А. Пяткин. - М. : Машиностроение, 2003. - 448 с. : ИЛ.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
6	Дополнительная литература	Ганин, Н. Б. Проектирование в системе КОМПАС-3DV11 : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н. Б. Ганин. - М. : Дмк пресс, 2010. - 776 с. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM): ил. -(САПР от А до Я). + Электронный ресурс.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
7	Дополнительная литература	Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства : учебное пособие / И. Б. Рыжков. - СПб. : Лань, 2013. - 224 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). + Электронный ресурс.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
8	Основная литература	Темис, Ю.М. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкций методом конечных элементов [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ю.М. Темис, Х.Х. Азметов. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2012. — 53 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52253	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
9	Основная литература	Радин, В.П. Метод конечных элементов в динамических задачах сопротивления материалов [Электронный ресурс] : / В.П. Радин, Ю.Н. Самогин, В.П. Чирков. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2013. — 314 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59668	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
10	Основная литература	Самогин, Ю.Н. Метод конечных элементов в задачах сопротивляния материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Н. Самогин, В.Е. Хроматов, В.П. Чирков. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2012. — 200 с. — Режим доступа:	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный

		http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59633		
11	Основная литература	Мишенков, Г.В. Метод конечных элементов в курсе сопротивления материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.В. Мишенков, Ю.Н. Самогин, В.П. Чирков. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2015. — 471 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71992	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
12	Основная литература	Котович, А.В. Решение задач теории упругости методом конечных элементов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Котович, И.В. Станкевич. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2012. — 112 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52244	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. -NX Nastran(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции		1. Проектор портативный переносной 2. Экран переносно
Практические занятия и семинары		1. Проектор портативный переносной 2. Экран переносно
Лабораторные занятия		Лаборатория «Основы автоматизированного проектирования ракет и РКТ» Компьютеры с доступом к Интернету