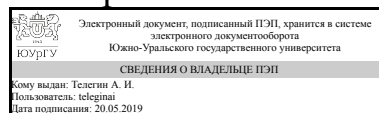


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Филиал г. Миасс
Электротехнический



А. И. Телегин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА к ОП ВО от 26.06.2019 №084-2058

дисциплины Б.1.46 Компьютерный инженерный анализ систем РКТ
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

уровень специалист **тип программы** Специалитет

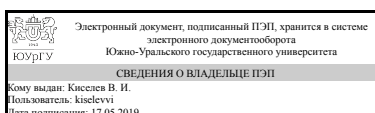
специализация Ракетные транспортные системы

форма обучения очная

кафедра-разработчик Прикладная математика и ракетодинамика

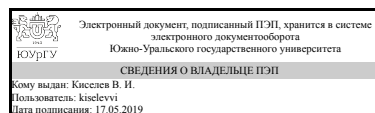
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

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



В. И. Киселев

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



В. И. Киселев

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование: - представления о современных программных комплексах автоматизированного проектирования и разработки сложных конструкций; - понимания особенностей использования программных средств и вычислительной техники в инженерной практике; - профессиональных навыков выполнения инженерных расчетов на ПЭВМ с использованием программных комплексов конечно-элементного анализа конструкции. Задачей дисциплины является изложение: - основных принципов и особенностей выполнения инженерных расчетов с использованием современных вычислительных программных комплексов; - теоретических основ и алгоритмом метода конечных элементов применительно к решению задач механики сплошных сред и, в частности, прочностных расчетов тонкостенных конструкций корпуса ЛА; - последовательности решения задач прочностного анализа конструкций ЛА с использованием комплекса программ NASTRAN, ANSYS.

Краткое содержание дисциплины

Программно-вычислительный комплекс MathCad при выполнении инженерных расчетов. Матричная формулировка соотношений теории упругости и строительной механики стержневых систем. Основные понятия вариационных методов в механике сплошных сред. Матричный метод перемещений для стержневых систем. Метод конечных элементов в механике конструкций Конечные элементы сплошной среды. Численное интегрирование в методе конечных элементов Особенности вычисления напряжений. Сглаживание напряжений. Критерии сходимости метода конечных элементов. Соотношения метода конечных элементов в задачах динамики. Программно-вычислительные комплексы конечноэлементного анализа ANSYS, NASTRAN, Kosmos/M.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-10 способностью прогнозировать и оценивать техническое состояние конструкций и сооружений наземных комплексов с учетом возможных аварийных ситуаций, проводить анализ и разрабатывать предложения по восстановлению эксплуатационной пригодности сооружений	Знать:основные узлы РКТ и схемы расчёта их характеристик
	Уметь:составлять расчётные схемы задач
	Владеть:методами анализа с использованием современных математических пакетов
ПК-11 способностью обрабатывать и анализировать результаты научно-исследовательской работы, находить элементы новизны в разработке, представлять материалы для оформления патентов на полезные модели, готовить к публикации научные статьи и оформлять технические отчеты	Знать:современные программные средства анализа систем РКТ
	Уметь:использовать при разработке конструкции ракеты современные программные средства математических, проектировочных и прочностных расчетов;
	Владеть:методами обработки результатов вычислительных экспериментов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.07 Информатика и программирование, Б.1.36 Вычислительная техника в инженерной практике	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Б.1.07 Информатика и программирование	Знать: основные разделы дисциплины, указанные на вкладке Содержание дисциплины Уметь: использовать компьютер и программное обеспечение при решении профессиональных задач Владеть: навыками работы с компьютером и программным обеспечением офисного и профессионального назначения
Б.1.36 Вычислительная техника в инженерной практике	Знать: основные информационно-коммуникационные технологии и основные требования информационной безопасности Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры Владеть: культурой применения информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		11
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	72	72
Подготовка к экзамену	30	30
Контрольные работы	12	12
Отработка навыков работы с программными пакетами	30	30
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Особенности использования программно-вычислительного комплекса MathCad при выполнении инженерных расчетов.	4	2	2	0
2	Матричная формулировка соотношений теории упругости и строительной механики стержневых систем.	4	2	2	0
3	Основные понятия вариационных методов в механике сплошных сред.	4	2	2	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.	4	2	2	0
7	Численное интегрирование в методе конечных элементов	8	4	4	0
8	Особенности вычисления напряжений. Сглаживание напряжений.	8	4	4	0
9	Критерии сходимости метода конечных элементов	8	4	4	0
10	Соотношения метода конечных элементов в задачах динамики.	4	2	2	0
11	Особенности практических расчетов с использованием программных комплексов конечноэлементного анализа ANSYS, NASTRAN, Kosmos/M.	20	10	10	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Программно-вычислительный комплекс MathCad при выполнении инженерных расчетов.	2
2	2	Матричная формулировка соотношений теории упругости и строительной механики стержневых систем.	2
3	3	Основные понятия вариационных методов в механике сплошных сред.	2
4	4	Матричный метод перемещений для стержневых систем.	2
5	5	Метод конечных элементов в механике конструкций	2
6	6	Конечные элементы сплошной среды.	2
7-8	7	Численное интегрирование в методе конечных элементов	4
9-10	8	Особенности вычисления напряжений. Сглаживание напряжений.	4
11-12	9	Критерии сходимости метода конечных элементов.	4
13	10	Соотношения метода конечных элементов в задачах динамики.	2
14-16	11	Программно-вычислительные комплексы конечноэлементного анализа ANSYS, NASTRAN, Kosmos/M.	6
17-18	11	Программно-вычислительные комплексы конечноэлементного анализа ANSYS, NASTRAN, Kosmos/M.	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	Расчет ферменной конструкции матричным методом перемещений.	2

		Геометрическая модель конструкции. Система координат. Матрицы узловых сил и смещений.	
3	3	Местные системы координат. Матрицы жесткости стержней в местных осях. Матрица преобразования координат. Определение матрицы жесткости элементов в общей системе координат.	2
4	4	Матрица жесткости конструкции. Решение системы уравнений. Вычисление узловых перемещений и сил в стержнях.	2
5	5	Расчет ферменной конструкции методом конечных элементов. Идеализация конструкции. Геометрическая модель. Физическая модель. Решение задачи в среде ANSYS. Представление и обработка результатов расчета перемещений и напряжений в элементах конструкции	2
6	6	Моделирование с использованием плоских и пространственных конечных элементов. Особенности закрепления модели.	2
7-8	7	Моделирование конструкций сложной формы. Приложение распределённых нагрузок.	4
9-10	8	Определение собственных форм и частот.	4
11-12	9	Моделирование с использованием плоских и пространственных конечных элементов. Особенности закрепления модели. Моделирование конструкций сложной формы. Приложение распределённых нагрузок. Определение собственных форм и частот.	4
13	10	Моделирование с использованием плоских и пространственных конечных элементов. Особенности закрепления модели. Моделирование конструкций сложной формы. Приложение распределённых нагрузок. Определение собственных форм и частот.	2
14-16	11	Особенности практических расчетов с использованием программных комплексов конечноэлементного анализа ANSYS, NASTRAN, Cosmos/M.	6
17-18	11	Особенности практических расчетов с использованием программных комплексов конечноэлементного анализа ANSYS, NASTRAN, Cosmos/M.	4

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 экзамену	Основная и доп. литература	30
Контрольные работы	Основная и доп. литература	12
Отработка навыков работы с программными пакетами	Основная и доп. литература	30

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Компьютерное моделирование и практический анализ	Лекции	Особенности использования программно-вычислительного комплекса MathCad при	4

результатов		выполнении инженерных расчетов	
-------------	--	--------------------------------	--

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Компьютерное моделирование и практический анализ результатов	Особенности использования программно-вычислительного комплекса MathCad при выполнении инженерных расчетов

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-10 способностью прогнозировать и оценивать техническое состояние конструкций и сооружений наземных комплексов с учетом возможных аварийных ситуаций, проводить анализ и разрабатывать предложения по восстановлению эксплуатационной пригодности сооружений	Экзамен	1-30
Все разделы	ПК-11 способностью обрабатывать и анализировать результаты научно-исследовательской работы, находить элементы новизны в разработке, представлять материалы для оформления патентов на полезные модели, готовить к публикации научные статьи и оформлять технические отчеты	Экзамен	1-30

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
	Экзаменационные билеты	Отлично: 80% заданий Хорошо: 70% заданий Удовлетворительно: от 40% Неудовлетворительно: не выполнение

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
	1. Особенности использования программно-вычислительного комплекса MathCad при выполнении инженерных расчетов 2. Статические соотношения. Дифференциальные уравнения равновесия. 3. Геометрические соотношения. Уравнения Коши. Условие совместности деформаций. 4. Физические соотношения. Закон Гука.

5. Плоская задача.
6. Работа внешних сил. Дополнительная работа. Потенциал внешних сил.
7. Энергия деформации. Дополнительная энергия деформации.
8. Вариационные принципы.
9. Понятие о матрице жесткости. Узловые силы и перемещения.
10. Общая и местная координатные системы. Матрица преобразования координат.
11. Форменный элемент. Матрицы узловых сил и перемещений. Матрица жесткости. Матрица преобразования.
12. Учет внеузловой нагрузки. Матрица реакций.
13. Стержневая система. Пример расчета ферменной конструкции.
14. Теоретические основы метода. Дискретизация сплошного тела. Основные допущения.
15. Перемещения, деформации и напряжения в конечном элементе.
16. Матрица жесткости конечного элемента. Связь узловых сил с узловыми перемещениями. Блочная структура матриц.
17. Учет внеузловой нагрузки с помощью эквивалентных узловых сил.
18. Определение узловых перемещений. Матрица жесткости конструкции.
19. Связь метода конечных элементов с методом Ритца.
20. Плоский треугольный элемент. Аппроксимирующие полиномы. Функции формы. Матрицы жесткости, упругости. 21. Приведение внеузловых нагрузок к эквивалентным узловым силам.
22. Внутренние узлы и подконструкции. Структура матрицы жесткости. Использование подконструкций.
23. Совместный и несовместный прямоугольный элемент. Функция формы. Матрица жесткости. Изопараметрические элементы.
24. Численное интегрирование в конечных элементах. Квадратурные формулы Гаусса. Минимально допустимый порядок интегрирования.
25. Особенности вычисления напряжений. Сглаживание напряжений. Локальное сглаживание
26. Критерии сходимости метода конечных элементов. Совместный и несовместный элементы. Влияние численного интеграла
27. Матричное уравнение движения конструкции. Матрица масс конечного элемента. Матрица масс конструкции.
28. Согласованная и диагональная формулировка матрицы масс
29. Матрица масс конечного элемента с линейными смещениями узлов.
30. Собственные колебания конструкции.

8. 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:*

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

1. 1. Система Mathcad. Матричные вычисления : методические указания к выполнению лабораторной работы / составитель Н.Н. Цыбина ; под ред. Б.М. Суховилова. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – электрон. текстовые дан.

2. Мельников, В.Г. Компьютерные лабораторные работы в системе инженерного анализа. [Электронный ресурс] / В.Г. Мельников, С.Е. Иванов, Г.И. Мельников. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2012. — 65 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/40832>

3. Алямовский, А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2015. — 562 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/69953>

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

4. 1. Система Mathcad. Матричные вычисления : методические указания к выполнению лабораторной работы / составитель Н.Н. Цыбина ; под ред. Б.М. Суховилова. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – электрон. текстовые дан.

5. Мельников, В.Г. Компьютерные лабораторные работы в системе инженерного анализа. [Электронный ресурс] / В.Г. Мельников, С.Е. Иванов, Г.И. Мельников. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2012. — 65 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/40832>

6. Алямовский, А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2015. — 562 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/69953>

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Д (се ло авт / с
1	Основная литература	Карп, К.А. Инженерные методы вероятностного анализа авиационных и космических систем. [Электронный ресурс] / К.А. Карп, В.Н. Евдокименко, В.Г. Динеев. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 320 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2196	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ин Св
2	Основная литература	Иванов, С.Е. Интеллектуальные программные комплексы для технической и технологической подготовки производства. Часть 5. Системы инженерного расчета и анализа деталей и сборочных единиц. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2011. — 48 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/40763	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ин Св
3	Основная литература	Мельников, В.Г. Компьютерные лабораторные работы в системе инженерного анализа. [Электронный ресурс] / В.Г. Мельников, С.Е. Иванов, Г.И. Мельников. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2012. — 65 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/40832	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ин Св
4	Основная литература	Алямовский, А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2015. — 562 с. —	Электронно-библиотечная система	Ин Св

		Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/69953	издательства Лань	
5	Дополнительная литература	Замышляева, А. А. Уравнения соболевского типа на графах [Электрон. текстовые дан.] : учеб. пособие по направлению "Математика" / А. А. Замышляева, О. Н. Цыпленкова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Уравнения мат. физики ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2016 . - Режим доступа : http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000540755	Электронный каталог ЮУрГУ	Лог Авт
6	Основная литература	Соболев, А. Н. Компьютерная физика [Электрон. текстовые дан.] : учеб. пособие по направлению "Приклад. математика и физика" / А. Н. Соболев, А. Г. Воронцов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Общ. и теорет. физика ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2016 . - Режим доступа : http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000551107	Электронный каталог ЮУрГУ	Лог Авт
7	Дополнительная литература	Панюков, А. В. Полиномиальный алгоритм распознавания мощности гамильтонова покрытия графа [Электрон. текстовые дан.] : препринт / А. В. Панюков ; Юж.-Урал. гос. ун-т, ЮУрГУ. – Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2016. - Режим доступа : http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000552403	Электронный каталог ЮУрГУ	Лог Авт
8	Дополнительная литература	Павловская, О. О. Научно-конструкторские разработки. Поиск идеи и технико-экономическое обоснование [Электрон. текстовые дан.] : учеб. пособие по направлениям 220100.68 и 230100.68 / О. О. Павловская ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр.; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2014. - Режим доступа : http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000529029	Электронный каталог ЮУрГУ	Лог Авт
9	Дополнительная литература	Плотникова, Н. В. Теория систем [Электрон. текстовые дан.] : учеб. пособие по специальности 230201.65 и направлениям 220100.62 и 220200.62 / Н. В. Плотникова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр.; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2014. - Режим доступа :	Электронный каталог ЮУрГУ	Лог Авт

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -Creo Academic(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

10. 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		CEL-1700/ASUS P4BGL/256M PC2100/40.0 G SG 7200/FDD/A313U/KB/M/Монитор 17” Samsung 743N