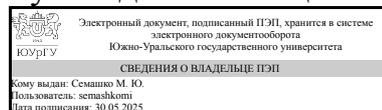


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель специальности



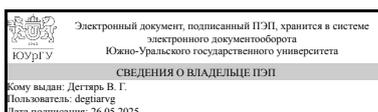
М. Ю. Семашко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.28 Метод конечных элементов
для специальности 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
уровень Специалитет
форма обучения очная
кафедра-разработчик Летательные аппараты

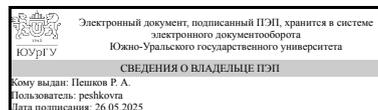
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, утверждённым приказом Минобрнауки от 18.08.2020 № 1055

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., 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
ОПК-8 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Знает: метод Ньютона (функции Find, Minerr), метод секущих (функция root), экстремум функции, 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 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
ОПК-14 Способен моделировать и использовать известные решения в новом приложении применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения	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
Нет	1.О.26 Компьютерный инженерный анализ конструкций авиационной и ракетной техники, 1.О.34 Автоматизация процессов производства, снаряжения и испытания боеприпасов, 1.О.25 Проектно-конструкторская подготовка производства летательных аппаратов

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

Нет

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)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75	
Выполнение контрольных заданий	33,75	33,75	
Подготовка к зачету	20	20	
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	4	0	0
3	Основные понятия вариационных методов в механике сплошных сред	4	4	0	0
4	Матричный метод перемещений для стержневых систем	6	4	2	0
5	Метод конечных элементов в механике конструкций	6	4	2	0
6	Конечные элементы сплошной среды	6	4	2	0
7	Численное интегрирование в методе конечных элементов	6	4	2	0
8	Соотношения метода конечных элементов в задачах динамики	6	4	2	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	4
2	3	Основные понятия вариационных методов в механике сплошных сред	4
3	4	Матричный метод перемещений для стержневых систем	4
4	5	Метод конечных элементов в механике конструкций	4
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	4	Расчет ферменной конструкции матричным методом перемещений. Построение геометрической модели конструкции. Системы координат. Матрицы узловых сил и смещений. Решение системы уравнений МКЭ.	2
3	5	Расчет ферменной конструкции методом конечных элементов.	2
4	6	Моделирование с использованием плоских и пространственных конечных элементов. Особенности закрепления модели.	2
5	7	Моделирование конструкций сложной формы. Приложение распределённой нагрузки	2
6	8	Определение собственных форм и частот конструкции	2
7	9	Расчет напряжений в оболочках (мембранах и баках) нагруженных давлением	2
8	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
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
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

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	6	Текущий контроль	Контрольное задание-1	10	10	Контрольное задание осуществляется на последнем занятии изучаемых разделов с 1 по 2. 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	зачет

						<p>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	10	10	<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	10	10	<p>Контрольное задание осуществляется на последнем занятии изучаемых разделов с 5 по 6. 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</p>	зачет

						<p>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>	
4	6	Текущий контроль	Контрольное задание-4	10	10	<p>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).</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
5	6	Текущий контроль	Контрольное задание-5	10	10	<p>Контрольное задание осуществляется на последнем занятии по разделу 9. 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</p>	зачет

					<p>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 по дисциплине больше или равен 60 %.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине менее 60 %</p>	зачет
7	6	Текущий контроль	Контрольная работа в виде письменного опроса-1	5	5	<p>Необходимо ответить на вопросы из списка.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 0,5 балла.</p> <p>Частично правильный ответ соответствует 0,25 балла.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 5.</p>	зачет

						Весовой коэффициент мероприятия - 5.	
8	6	Текущий контроль	Контрольная работа в виде письменного опроса-2	5	5	<p>Необходимо ответить на вопросы из списка.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 0,5 балла.</p> <p>Частично правильный ответ соответствует 0,25 балла.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 5.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия - 5.</p>	зачет

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 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>	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: метод Ньютона (функции Find, Minerr), метод секущих (функция goot), экстремум функции, характеристики современных программных пакетов, реализующих метод конечных элементов	+				+		+		+
ОПК-8	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			+				+	+	+

Нет

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
Практические занятия и семинары	109 (2)	Класс вычислительной техники оснащенный современными ПК. Программное обеспечение: Microsoft Office, MathCad, ANSYS
Лекции	306 (2)	Компьютер, проектор.