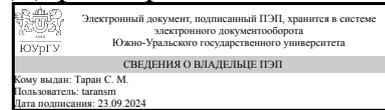


УТВЕРЖДАЮ:

Директор



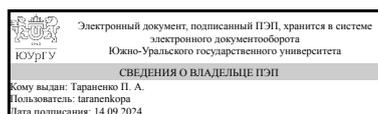
С. М. Таран

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.06.02 Компьютерное моделирование в механике для направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
уровень Магистратура
магистерская программа Цифровые двойники в двигателестроении и транспортном машиностроении
форма обучения очная
кафедра-разработчик Техническая механика

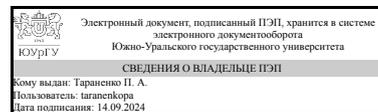
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 918

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



П. А. Тараненко

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



П. А. Тараненко

1. Цели и задачи дисциплины

Цель - углубленное изучение теоретических основ и технологий численного моделирования поведения механических систем. Задачи: - изучение технологий сведения задач механики деформируемого твердого тела к дискретным компьютерным моделям; анализ возможных ошибок и погрешностей; - изучение технологий сведения задач механики жидкости к дискретным компьютерным моделям; - изучение технологий решения задач с взаимодействием физических полей разной природы.

Краткое содержание дисциплины

Курс предполагает изучение методов создания и программной реализации математических моделей механических систем. Для понимания деталей работы методов, ограничений и возможных ошибок часть примеров выполняется с помощью общеинженерного программного обеспечения. Рассматривается также реализация соответствующих методов в современных специализированных программных комплексах.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен разрабатывать конструкции двигателей, транспортных средств и их компонентов с применением современных технологий цифровых двойников, анализировать влияние ключевых факторов на выходные характеристики изделий, внедрять и применять технологии цифровых двойников на разных стадиях жизненного цикла изделия	Знает: основы создания компьютерной модели для адекватного описания механического поведения реальной конструкции; гипотезы, лежащие в основе расчетных методов и способы упрощения моделей; особенности моделирования твердотельных, оболочечных и балочных элементов конструкций; причины выхода из строя типовых элементов автотранспортных средств Умеет: применять технологии цифровых двойников для анализа влияния ключевых факторов на выходные характеристики конструкции Имеет практический опыт: применения технологий цифровых двойников на этапе оценки прочности конструкции
ПК-3 Способен планировать работы и разрабатывать конструкции двигателей и автотранспортных средств на основе сложных конечноэлементных расчетов и результатов междисциплинарного анализа динамики и прочности их узлов и агрегатов; разрабатывать методики и проводить виртуальные испытания различных подсистем двигателей и автотранспортных средств	Знает: возможности современных систем компьютерного инжиниринга (CAE) Умеет: осваивать и применять их на практике CAE-системы для решения профессиональных задач Имеет практический опыт: расчетов напряженно-деформированного состояния и разрушения конструкций с помощью современных пакетов прикладных программ

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин,	Перечень последующих дисциплин,
------------------------------------	---------------------------------

видов работ учебного плана	видов работ
Применение метода конечных элементов при построении цифровых двойников	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Применение метода конечных элементов при построении цифровых двойников	Знает: типичные расчетные случаи, рассчитанные на предотвращение критической ситуации, связанной с нарушением прочности конструкции, типовые задачи, решаемые методом конечных элементов в современных системах САЕ Умеет: на основе системного подхода решать задачи методом конечных элементов, вырабатывать стратегию действий для предотвращения нарушения прочности конструкции Имеет практический опыт: решения задач в современных системах САЕ, основанных на использовании метода конечных элементов

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75	
Решение задач, разобранных на практических занятиях	20	20	
Подготовка к зачету	15,75	15,75	
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25	
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	Технологии численного моделирования механических систем	16	8	8	0

3	Связанные задачи	16	8	8	0
---	------------------	----	---	---	---

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Метод Рунге и метод Бунднова-Галеркина.	2
2	1	Методы явного и неявного интегрирования уравнений движения.	2
3	1	Подход Лагранжа и подход Эйлера.	2
4	1	Методы частиц (SPH, DES). Бессеточные методы (EFG)	2
9	3	Задачи мультифизики и связанные задачи	2
10	3	Решение мультифизических задач с помощью набора элементов разных типов	3
11	3	Решение связанных задач с помощью элементов с достаточным набором свойств	3

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1_1	1	Решение задач о балках с помощью методов Рунге и Бунднова-Галеркина. Оценка погрешности.	2
1_2	1	Решение задач о пластинах с помощью методов Рунге и Бунднова-Галеркина. Оценка погрешности.	2
1_7	1	Применение метода SPH (smoothed particle hydrodynamics)	2
1_6	1	Связывание решений на сетках Эйлера и Лагранжа	2
3_2	3	Связанные задачи: деформирование и тепловое состояние	2
3_3	3	Связанные задачи: диффузия, дилатация и напряженное состояние	2
3_1	3	Мультифизика: задача о нестационарных тепловых напряжениях	4

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
Решение задач, разобранных на практических занятиях	LS-DYNA user manual, vol.1, vol.2, vol.3 ANSYS user manual	3	20
Подготовка к зачету	LS-DYNA user manual, vol.1, vol.2, vol.3 ANSYS user manual	3	15,75

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	Учи-тыва-ется в ПА
1	3	Текущий контроль	Решение задач по теме 1	1	3	3 - верное решение с доказательством корректности, 2 - отсутствуют доказательства корректности, 1 - потребовалась помощь преподавателя, 0 - отсутствие решения или принципиально неверное решение	зачет
3	3	Проме-жуточная аттестация	зачет	-	3	3 - верное решение с доказательством корректности, 2 - отсутствуют доказательства корректности, 1 - потребовалась помощь преподавателя, 0 - отсутствие решения или принципиально неверное решение	зачет
4	3	Текущий контроль	Решение задач по теме 3	1	3	3 - верное решение с доказательством корректности, 2 - отсутствуют доказательства корректности, 1 - потребовалась помощь преподавателя, 0 - отсутствие решения или принципиально неверное решение	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	В соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе в ЮУрГУ, введенной приказом ректора от 24.05.2019 №179 с изменениями, введенными приказом от 10.03.2022 №25-13/09	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	3	4
ПК-1	Знает: основы создания компьютерной модели для адекватного описания механического поведения реальной конструкции; гипотезы, лежащие в основе расчетных методов и способы упрощения моделей; особенности моделирования твердотельных, оболочечных и балочных элементов конструкций; причины выхода из строя типовых элементов автотранспортных средств	+	+	+
ПК-1	Умеет: применять технологии цифровых двойников для анализа влияния ключевых факторов на выходные характеристики конструкции	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: применения технологий цифровых двойников на этапе оценки прочности конструкции	+	+	+

ПК-3	Знает: возможности современных систем компьютерного инжиниринга (CAE)	+	+	+
ПК-3	Умеет: осваивать и применять их на практике CAE-системы для решения профессиональных задач	+	+	+
ПК-3	Имеет практический опыт: расчетов напряженно-деформированного состояния и разрушения конструкций с помощью современных пакетов прикладных 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. Морозов Е. М. Метод конечных элементов в механике разрушения. - М. : Наука, 1980. - 254 с. : ил.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Чернявский А.О. Нелинейные и связанные задачи в методе конечных элементов. Учебное пособие - Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ. – 2021. – 62 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Чернявский А.О. Нелинейные и связанные задачи в методе конечных элементов. Учебное пособие - Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ. – 2021. – 62 с.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Не предусмотрено