ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Таран С. М.
Пользователь: taransm
Дата подписания: 12.09.2024

С. М. Таран

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.08 Применение метода конечных элементов при построении цифровых двойников
для направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
уровень Магистратура
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.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Тараненко П. А.
Пользователь: taranenkopa
Дата подписания: 11.09.2024

П. А. Тараненко

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Щербакова А. О.
Пользователь: shcherbakovaao
Дата подписания: 11.09.2024

А. О. Щербакова

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

это применение современных пакетов прикладных программ, основанных на использовании метода конечных элементов, для проектирования деталей и конструкций путем анализа напряженно-деформированного состояния для использования полученных знаний в практической инженерной деятельности при оценке прочности и жесткости соответствующих машин и конструкций и при построении цифровых двойников.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина включает в себя методы решения задач прочности, устойчивости и динамики конструкций средствами ANSYS WORKBENCH, также в курсе рассматриваются особенности построения деталей и сборок в SOLID WORKS, передача геометрических моделей в расчетный пакет прикладных программ ANSYS WORKBENCH, сквозное проектирование от построения детали (сборки) до получения результатов прочностных расчетов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает: типичные расчетные случаи, рассчитанные на предотвращение критической ситуации, связанной с нарушением прочности конструкции, типовые задачи, решаемые методом конечных элементов в современных системах CAE 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 CAE, основанных на использовании метода конечных элементов
ОПК-3 Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	Знает: причины нарушения работоспособности элементов конструкции; виды расчетных случаев, применяемых в прочностных расчетах; интерфейс и основы работы в широко распространенных современных CAD и CAE системах, основанных на применении метода конечных элементов Умеет: обосновывать выбор метода расчета, создавать адекватные геометрические модели деталей и механизмов для инженерного анализа; эффективно разбивать детали на конечные элементы; вычислять и анализировать поля напряжений, деформаций и перемещений при статическом, динамическом и тепловом воздействии; выполнять расчеты на устойчивость; делать многовариантные расчеты

	и выполнять параметрическую оптимизацию; анализировать результаты расчетов и формулировать выводы Имеет практический опыт: анализа проблемной ситуации, разработки адекватной расчетной конечноэлементной модели, анализа результатов и формулировки выводов
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: основы метода конечных элементов Умеет: корректировать геометрические модели изделия для последующего построения конечноэлементной модели; создавать конечноэлементные модели механических систем, выполнять их расчет, анализировать результаты расчета конечноэлементных моделей; Имеет практический опыт: владения современными конечноэлементыми пакетами; расчета динамики и прочности конечноэлементных моделей конструкций

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	1.Ф.08 Экспериментальный модальный анализ, 1.О.10 Компьютерное моделирование в Ansys Workbench, Производственная практика (эксплуатационная) (3 семестр)

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 4 з.е., 144 ч., 74,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
Общая трудоёмкость дисциплины	144	72	72
Аудиторные занятия:	64	32	32
Лекции (Л)	0	0	0
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	32	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	69,25	35,75	33,5

3) Выработка навыков решения задач в Ansys Workbench и SolidWorks путем повторения и самостоятельного решения задач, разобранных на занятиях	15,75	15.75	0
2) Подготовка к КР№2	5	5	0
5) Выработка навыков решения задач в Ansys Workbench и SolidWorks путем повторения и самостоятельного решения задач, разобранных на занятиях	13,5	0	13.5
7) Подготовка к КР№6	5	0	5
1) Подготовка к КР№1	5	5	0
6) Решение домашнего задания №5 (разработка тьюториала)	5	0	5
8) Подготовка к экзамену	10	0	10
4) Подготовка к зачету	10	10	0
Консультации и промежуточная аттестация	10,75	4,25	6,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Теоретические основы МКЭ	8	0	8	0
2	Основы работы в Design modeler	10	0	8	2
3	Основы работы в Ansys Workbench	36	0	6	30
4	Основы работы в Solid Works	10	0	10	0

5.1. Лекции

Не предусмотрены

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Введение. Основы моделирования при выполнении прочностных расчетов конструкций. Теория напряжений и деформаций. Основные уравнения механики	2
2	1	Основы МКЭ. Матричная модель упругой конструкции (треугольные КЭ при ПНС)	2
3	1	Основы МКЭ. Матричная модель упругой конструкции (сведение задачи к одномерной – стержневые конструкции и осесимметричные)	2
4	1	Контрольная работа №1 (МКЭ, основы моделирования, матричная модель конструкции)	2
5	2	Создание эскизов и простых деталей (DM-Intro_17.0_WS2.1_Sketching)	2
6	2	Методы создания деталей (DM-Intro_17.0_WS2.2_Modeling)	2
7	2	Работа со стержневыми и оболочечными элементами конструкций (DM-Intro_17.0_WS5.1_Beam_and_Shell_Modeling); (DM-Intro_17.0_WS5.3_Beam_Modeling)	2
8	2	Модификация имеющейся модели. Параметризация (DM-Intro_17.0_WS5.2_Bracket)	2
9	3	Параметры. Решение задач оптимизации по функции отклика «Скоба с клином»	2

10	3	Потеря устойчивости Eigenvaluebuckling и с учетом геометрической нелинейности «Сектор композитного купола»	2
11	3	Потеря устойчивости - расчеты с учетом геометрической нелинейности предварительно деформированной конструкции «Тонкостенная оболочка с опорными и нагружающими роликами»	2
12	4	Введение. Создание в SolidWorks эскизов и деталей (часть 1)	2
13	4	Создание в SolidWorks эскизов и деталей (часть 2)	2
14	4	Механизмы. Сопряжения. Метод построения сборок сверху-вниз «Прижимной механизм»	2
15	4	Механизмы. Сопряжения. Методы построения сборок снизу-вверх «Карданный шарнир»	2
16	4	Повторение пройденного материала, подготовка к экзамену	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Контрольная работа №2 (Создание деталей для последующих расчетов МКЭ - особенности моделирования геометрии прижимного механизма)	2
2	3	Знакомство с ANSYS WORKBENCH. Теоретические основы работы в программе	2
3	3	Знакомство с ANSYS WORKBENCH «Шарнир прижимного механизма»	2
4	3	Статический конструкционный анализ	2
5	3	Знакомство с ANSYS WORKBENCH «Расчет соединения рукоятки с шарниром»	2
6	3	Оболочечное и твердотельное моделирование. Использование осевой симметрии «Задача об изгибе уголка»	2
7	3	Особенности расчетов напряжений и деформаций при ПНС и ПДС; использование осевой симметрии «Расчет соединения болта и гайки с учетом осевой симметрии»	2
8	3	Работа с результатами расчетов. Расчет конструкции из неупругого материала «Полоса из неупругого материала с отверстием»	2
9	3	Работа с сеткой конечных элементов. Глобальные настройки. Локальные настройки. «Сборка деталей со сложной геометрией»	2
10	3	Генерация сетки КЭ	2
11	3	Работа с сеткой конечных элементов. Проверка качества «Улучшение сетки»	2
12	3	Особенности решения контактных задач «3D соединение поршень-клапан» «2D соединение шестерня-рейка с учетом ПНС»	2
13	3	Динамическое нагружение до разрушения с учетом стохастического распределения по сетке КЭ параметра критерия прочности «Динамическое растяжение пластины с отверстием	2
14	3	Анализ свободных колебаний (лекция4_модальный анализ). Тепловой анализ (лекция8_тепло). Расчеты на устойчивость. Параметры. Нелинейные расчеты	2
15	3	Решение тепловой задачи «Ячейка композита»	2
16	3	Многошаговый анализ. Подмоделирование «Болтовое соединение» «Решение задачи с подмоделью»	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС

Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
3) Выработка навыков решения задач в Ansys Workbench и SolidWorks путем повторения и самостоятельного решения задач, разобранных на занятиях	Основная литература [1,2}; методические пособия для самостоятельной работы студента, для преподавателя [1]	1	15,75
2) Подготовка к КР№2	Основная литература [1,2}; методические пособия для самостоятельной работы студента, для преподавателя [1]	1	5
5) Выработка навыков решения задач в Ansys Workbench и SolidWorks путем повторения и самостоятельного решения задач, разобранных на занятиях	Основная литература [1,2}; методические пособия для самостоятельной работы студента, для преподавателя [1]	2	13,5
7) Подготовка к КР№6	Основная литература [1,2}; методические пособия для самостоятельной работы студента, для преподавателя [1]	2	5
1) Подготовка к КР№1	Основная литература [1,2}; методические пособия для самостоятельной работы студента, для преподавателя [1]	1	5
6) Решение домашнего задания №5 (разработка тьюториала)	Основная литература [1,2}; методические пособия для самостоятельной работы студента, для преподавателя [1]	2	5
8) Подготовка к экзамену	Основная литература [1,2}; методические пособия для самостоятельной работы студента, для преподавателя [1]	2	10
4) Подготовка к зачету	Основная литература [1,2}; методические пособия для самостоятельной работы студента, для преподавателя [1]	1	10

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	1	Текущий контроль	КР №1	1	5	КР №1 проводится на занятии в виде письменной контрольной работы. Включает 5 вопросов, длится 30 мин. Ответ на каждый вопрос равен 1 баллу	зачет
2	1	Текущий контроль	КР №2	1	5	Задача выполнена полностью (95% и более) - 5 баллов; задача выполнена на 80% и более - 4 балла; задача выполнена на 60% и более - 3 балла; задача выполнена менее, чем на 60% - 0 баллов	зачет
3	1	Текущий	Контрольное	2	5	Требуется решить на занятиях задачи из	зачет

		контроль	задание №3			списка. Критерии оценки каждой задачи: решено более 90% - 5 баллов; решено более 80% - 4 балла; решено более 60% - 3 балла; решено менее 60% - 0 баллов. Итоговая оценка получается как среднее арифметическое	
4	2	Текущий контроль	Контрольное задание 4	2	5	Требуется решить на занятиях задачи из списка. Критерии оценки каждой задачи: решено более 90% - 5 баллов; решено более 80% - 4 балла; решено более 60% - 3 балла; решено менее 60% - 0 баллов. Итоговая оценка получается как среднее арифметическое	экзамен
5	2	Текущий контроль	Контрольное задание 5	1	5	Работа выполнена полностью (95% и более) - 5 баллов; задача выполнена на 80% и более - 4 балла; задача выполнена на 60% и более - 3 балла; задача выполнена менее, чем на 60% - 0 баллов	экзамен
6	2	Текущий контроль	КР №6	1	5	Задача выполнена полностью (95% и более) - 5 баллов; задача выполнена на 80% и более - 4 балла; задача выполнена на 60% и более - 3 балла; задача выполнена менее, чем на 60% - 0 баллов	экзамен
7	1	Проме-жуточная аттестация	Зачет	-	40	Задание выполнено полностью (95% и более) - 5 баллов; задание выполнено на 80% и более - 4 балла; задание выполнено на 60% и более - 3 балла; задание выполнено менее, чем на 60% - 0 баллов	зачет
8	2	Проме-жуточная аттестация	Экзамен	-	40	Задание выполнено полностью (95% и более) - 5 баллов; задание выполнено на 80% и более - 4 балла; задание выполнено на 60% и более - 3 балла; задание выполнено менее, чем на 60% - 0 баллов	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. (в редакции приказов от 10.03.2022 № 25-13/09, от 02.09.2024 № 158-13/09)). Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (экзамен) для улучшения своего итогового рейтинга по дисциплине. Оценка за дисциплину формируется на основе величины текущего рейтинга обучающегося по дисциплине: "Отлично" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85…100 %; "Хорошо" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75…84 %; "Удовлетворительно" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60…74 %; "Неудовлетворительно" - величина	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	рейтинга обучающегося по дисциплине 0…59 %.	
зачет	При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. (в редакции приказов от 10.03.2022 № 25-13/09, от 02.09.2024 № 158-13/09)). Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (зачет) для улучшения своего итогового рейтинга по дисциплине. Оценка за дисциплину формируется на основе величины текущего рейтинга обучающегося по дисциплине: "Зачтено" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60…100 %; "Незачтено" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0…59 %.	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
УК-1	Знает: типичные расчетные случаи, рассчитанные на предотвращение критической ситуации, связанной с нарушением прочности конструкции, типовые задачи, решаемые методом конечных элементов в современных системах CAE	+			+			+	+
УК-1	Умеет: на основе системного подхода решать задачи методом конечных элементов, вырабатывать стратегию действий для предотвращения нарушения прочности конструкции	+		+	+			+	+
УК-1	Имеет практический опыт: решения задач в современных системах CAE, основанных на использовании метода конечных элементов			+	+	+	+	+	+
ОПК-3	Знает: причины нарушения работоспособности элементов конструкции; виды расчетных случаев, применяемых в прочностных расчетах; интерфейс и основы работы в широко распространенных современных CAD и CAE системах, основанных на применении метода конечных элементов	+	+	+	+			+	+
ОПК-3	Умеет: обосновывать выбор метода расчета, создавать адекватные геометрические модели деталей и механизмов для инженерного анализа; эффективно разбивать детали на конечные элементы; вычислять и анализировать поля напряжений, деформаций и перемещений при статическом, динамическом и тепловом воздействии; выполнять расчеты на устойчивость; делать многовариантные расчеты и выполнять параметрическую оптимизацию; анализировать результаты расчетов и формулировать выводы	+	+	+	+			+	+
ОПК-3	Имеет практический опыт: анализа проблемной ситуации, разработки адекватной расчетной конечноэлементной модели, анализа результатов и формулировки выводов		+	+	+	+		+	+
ПК-3	Знает: основы метода конечных элементов	+		+	+			+	+
ПК-3	Умеет: корректировать геометрические модели изделия для последующего построения конечноэлементной модели; создавать конечноэлементные модели механических систем, выполнять их расчет, анализировать результаты расчета конечноэлементных моделей;		+	+			+	+	+
ПК-3	Имеет практический опыт: владения современными конечноэлементыми пакетами; расчета динамики и прочности конечноэлементных моделей конструкций		+	+	+	+		+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Басов К. А. ANSYS : справ. пользователя / К. А. Басов. - 2-е изд., стер.. - М. : ДМК-Пресс, 2012. - 639 с. : ил.
2. Каплун А. Б. Ansys в руках инженера : практ. рук. / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева ; предисл. А. С. Шадского. - Изд. стер.. - М. : URSS : ЛИБРОКОМ, 2014. - 269 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.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1.

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