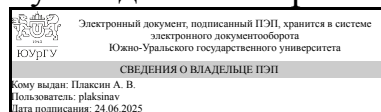


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



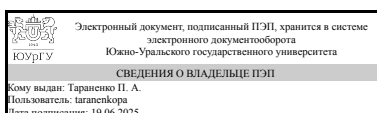
А. В. Плаксин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.09.М1.03 Расчеты на прочность
для направления 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Техническая механика

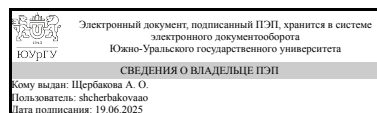
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утверждённым приказом Минобрнауки от 17.08.2020 № 1044

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



П. А. Тараненко

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



А. О. Щербакова

1. Цели и задачи дисциплины

Обучить студентов применению современных пакетов прикладных программ, основанных на использовании метода конечных элементов, для проектирования деталей и конструкций путем анализа напряженно-деформированного состояния, а также для использования полученных знаний в практической инженерной деятельности при оценке прочности и жесткости машин, механизмов и конструкций.

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, 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
ПК-8 Способен участвовать в проектировании нестандартного оборудования, средств автоматизации и механизации, режущего инструмента для реализации технологических процессов механообрабатывающего производства.	Знает: - знает причины нарушения работоспособности конструкции; - знает виды прочностных расчетов; - знает интерфейс современных CAD и CAE систем Умеет: - умеет выбирать метод расчета; - умеет подготавливать адекватные геометрические модели деталей для инженерного анализа; - умеет корректировать геометрическую модель детали для последующего конечноэлементного расчета; - умеет эффективно разбивать исследуемую деталь на конечные элементы; - умеет выполнять расчеты на прочность и жесткость конструкции при статическом, динамическом и тепловом воздействии; - умеет выполнять расчеты на устойчивость; - умеет делать многовариантные расчеты и выполнять оптимизацию; - умеет анализировать результаты расчетов и формулировать выводы Имеет практический опыт: - имеет практический опыт использования современных конечноэлементных пакетов для расчетов на прочность; - имеет практический опыт подготовки геометрических моделей для последующего расчета методом конечных элементов в широко распространенных CAE системах; - имеет практический опыт расчетов на прочность, анализа результатов и формулировки выводов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.09.М1.02 Проектирование деталей машин, 1.Ф.09.М1.01 Цифровое моделирование механизмов	ФД.02 3D прототипирование и оцифровка реальных объектов, 1.О.32 Проектная деятельность, 1.Ф.02 Автоматизация производственных процессов в машиностроении

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

Дисциплина	Требования
1.Ф.09.М1.02 Проектирование деталей машин	Знает: - знает основы проектирования элементов машиностроительных конструкций;- знает методы расчета кинематических и динамических характеристик элементов машиностроительных конструкций;- знает методы расчета на прочность и жесткость типовых элементов конструкций;- знает правила оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД Умеет: - умеет составлять расчетные схемы;- умеет выбирать материалы деталей;- умеет выполнять силовые расчеты с использованием современных средств компьютерного моделирования;- умеет разрабатывать конструкции различных деталей с применением современных систем автоматизированного проектирования (САПР) Имеет практический опыт: - имеет практический опыт использования современных систем автоматизированного проектирования;- имеет практический опыт разработки и оформления цифровых параметрических эскизов, деталей, сборочных единиц в современных САПР;- имеет практический опыт разработки электронной конструкторской документации по электронной модели изделия
1.Ф.09.М1.01 Цифровое моделирование механизмов	Знает: - знает теоретические основы и методы цифрового моделирования механических систем Умеет: - умеет разрабатывать цифровые модели механических систем по их натурным прототипам;- умеет выполнять кинематический, силовой и динамический анализ конструкций;- умеет выполнять расчёт параметров конструкции, определяющих ее работоспособность;- умеет выполнять оптимизацию параметров конструкции Имеет практический опыт: - имеет практический опыт использования современных программ моделирования твердотельной динамики;- владеет современными методами компьютерного моделирования динамических систем- имеет практический опыт построения и исследования цифровых моделей машин и механизмов

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 72,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	71,5	71,5
Подготовка к контрольной работе "Подготовка геометрических моделей для прочностных расчетов"	10	10
Подготовка к экзамену	41,5	41,5
Выработка навыков решения задач путем повторения и самостоятельного решения задач, разобранных на занятиях	10	10
Разработка пошаговой инструкции решения задачи	10	10
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основы метода конечных элементов	32	32	0	0
2	Применение пакета прикладных программ Ansys Workbench для прочностных расчетов конструкций	32	0	32	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Принцип возможных перемещений и метод Ритца как возможная основа МКЭ	2
2	1	Типы элементов (топология, степени свободы, способы интегрирования). Требования к элементам и сетке. Сходимость решений. Структура пакетов МКЭ	2
3	1	Тонкостенные стержни. Обзор теории и моделирование в МКЭ	2
4	1	Пластины и оболочки. Обзор теории и моделирование в МКЭ	2
5	1	Технология решения нелинейных задач	2
6	1	Физическая нелинейность. Модели материалов	2
7	1	Деформирование конструкций при циклическом неупругом нагружении	2

8	1	Описание разрушения	2
9	1	Контактные взаимодействия	2
10	1	Динамические задачи. Анализ переходных процессов, собственных частот и форм, гармонический анализ	2
11	1	Задачи устойчивости. Две возможные постановки - eigenvalue buckling и геометрически нелинейный анализ. Проблема исходных данных и допусков	2
12	1	МКЭ для решения тепловых задач	2
13	1	Многодисциплинарные и связанные задачи. Варианты построения расчетной процедуры, типы элементов	2
14	1	Оптимизация	2
15	1	Динамические задачи в явной (explicit) постановке. Основные уравнения, типы элементов, специфические погрешности расчета	2
16	1	Методы Лагранжа и Эйлера. Бессеточные методы - SPH, EFG (обзор). Интерпретация результатов, полученных МКЭ, при оценке прочности и долговечности конструкций	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Подготовка геометрических моделей. Создание эскизов и простых деталей	2
2	2	Подготовка геометрических моделей. Методы создания деталей	2
3	2	Работа со стержневыми и оболочечными элементами конструкций при подготовки геометрической модели	2
4	2	Модификация имеющейся геометрической модели. Параметризация геометрии	2
5	2	Контрольная работа "Подготовка геометрической модели для последующего прочностного расчета"	2
6	2	Знакомство с ANSYS WORKBENCH. Подетальный анализ механизма. Использование зеркальной симметрии	2
7	2	Оболочечное и твердотельное моделирование. Концентрация напряжений	2
8	2	Особенности расчетов напряжений и деформаций при ПНС и ПДС; использование осевой симметрии. Сквозное проектирование	2
9	2	Особенности решения контактных задач. Типы контактов. Проблемы сходимости решения	2
10	2	Работа с результатами расчетов. Учет физической и геометрической нелинейности. Расчет конструкции из неупругого материала	2
11	2	Работа с сеткой конечных элементов. Глобальные настройки. Локальные настройки. Проверка качества	2
12	2	Решение тепловой задачи	2
13	2	Динамическое и квазистатическое нагружение. Критерии разрушения конечных элементов	2
14	2	Многошаговый анализ. Подмоделирование	2
15	2	Параметры. Решение задач оптимизации по функции отклика	2
16	2	Потеря устойчивости с учетом геометрической нелинейности и Eigenvaluebuckling	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
Подготовка к контрольной работе "Подготовка геометрических моделей для прочностных расчетов"	Основная литература [1,2]; методические пособия для самостоятельной работы студента, для преподавателя [1]	5	10
Подготовка к экзамену	Основная литература [1,2]; методические пособия для самостоятельной работы студента, для преподавателя [1]	5	41,5
Выработка навыков решения задач путем повторения и самостоятельного решения задач, разобранных на занятиях	Основная литература [1,2]; методические пособия для самостоятельной работы студента, для преподавателя [1]	5	10
Разработка пошаговой инструкции решения задачи	Основная литература [1,2]; методические пособия для самостоятельной работы студента, для преподавателя [1]	5	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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
10	5	Текущий контроль	Контрольная работа "Подготовка геометрической модели для прочностного расчета"	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	дифференцированный зачет
20	5	Текущий контроль	Разработка пошаговой инструкции решения задачи	1	5	5 баллов – задание выполнено полностью в установленный срок с первого раза; 4 балла – задание выполнено полностью в установленный срок с некоторыми доработками; 3 балла – задание сдано полностью, позже установленного срока, после	дифференцированный зачет

						значительных доработок 0 баллов – задание не сдано или выполнено не полностью	
30	5	Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет (практическая часть)	-	20	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	дифференцированный зачет
40	5	Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет (лекционная часть)	-	20	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 (дифференцированный зачет) для улучшения своего итогового рейтинга по дисциплине. Оценка формируется на основе величины текущего рейтинга обучающегося по дисциплине: "Отлично" - величина рейтинга обучающегося по	дифференцированный зачет

					дисциплине 85...100 %; "Хорошо" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %; "Удовлетворительно" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %; "Неудовлетворительно" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный 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 (дифференцированный зачет) для улучшения своего итогового рейтинга по дисциплине. Оценка 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 рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ KM			
		10	20	30	40
ПК-8	Знает: - знает причины нарушения работоспособности конструкции; - знает виды прочностных расчетов; - знает интерфейс современных CAD и CAE систем	+	+	+	+
ПК-8	Умеет: - умеет выбирать метод расчета; - умеет подготавливать адекватные геометрические модели деталей для инженерного анализа; - умеет корректировать геометрическую модель детали для последующего конечноэлементного расчета; - умеет эффективно разбивать исследуемую деталь на конечные элементы; - умеет выполнять расчеты на прочность и жесткость конструкции при статическом, динамическом и тепловом воздействии; - умеет выполнять расчеты на устойчивость; - умеет делать многовариантные расчеты и выполнять оптимизацию; - умеет анализировать результаты расчетов и формулировать выводы	+	+	+	+
ПК-8	Имеет практический опыт: - имеет практический опыт использования	+	+	+	+

	современных конечноэлементных пакетов для расчетов на прочность; - имеет практический опыт подготовки геометрических моделей для последующего расчета методом конечных элементов в широко распространенных САЕ системах; - имеет практический опыт расчетов на прочность, анализа результатов и формулировки выводов				
--	--	--	--	--	--

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Икрин, В.А. Сопротивление материалов с элементами теории упругости и пластичности : учебник для студентов строителей / В.А.Икрин. - М.: Издательство АСВ, 2005. - 424с.: ил.

б) дополнительная литература:

1. Агапов, В.И. Метод конечных элементов в статике, динамике и устойчивости конструкций: учебное пособие /В.П.Агапов. - 2-е изд., испр. и доп. - М. Издательство АСВ, 2004. - 248 с.:ил., табл.
2. Трушин, С.Н. Метод конечных элементов. Теория и задачи : учебное пособие / С.И.Трушин. - М. Издательство АСВ, 2008. - 256 с.: ил.

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