**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Загребина С. А.
Пользователь: zagrebinasa
Дата подписания: 31.05.2022

С. А. Загребина

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П1.24.02 Применение системы ANSYS к моделированию физических процессов
**для направления** 02.03.01 Математика и компьютерные науки
**уровень** Бакалавриат
**профиль подготовки** Компьютерное моделирование в инженерном и технологическом проектировании
**форма обучения** очная
**кафедра-разработчик** Прикладная математика и программирование

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки, утверждённым приказом Минобрнауки от 23.08.2017 № 807

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Замышляева А. А.
Пользователь: zamyshliaevaaa
Дата подписания: 31.05.2022

А. А. Замышляева

Разработчик программы,
к.экон.н., доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Дрозин Д. А.
Пользователь: drozinda
Дата подписания: 30.05.2022

Д. А. Дрозин

Челябинск

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является приобретение теоретических знаний в области решения инженерных задач и приобретение умения и навыков расчета инженерных конструкций в программном комплексе Ansys . Задачи. 1. Изучение основных положений метода конечных элементов в Ansys. 2. Изучение практического применения метода конечных элементов в программном комплексе Ansys.

## Краткое содержание дисциплины

В курсе студенты познакомятся с теоретическими основами метода конечных элементов, который лежит в основе расчетов инженерных конструкций. Научатся проводить расчеты консольной балки, балочных конструкций, ферм и проводить расчет температурных напряжений с использованием программного комплекса Ansys.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ПК-2 Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий | Знает: принципы математического моделирования физических процессов и технических систем применительно к программе ANSYS<br>Имеет практический опыт: работы с программным комплексом ANSYS для решения задач математического моделирования физических процессов |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| Дискретная оптимизация,<br>Вычислительная математика,<br>Введение в компьютерный анализ и интерпретация данных,<br>Офисные приложения и технологии,<br>Нейроматематика,<br>Анализ и обработка больших массивов данных,<br>Теория оптимизации,<br>Основы компьютерного моделирования,<br>САПР технологических процессов,<br>Вычислительная геометрия в инженерном проектировании,<br>Искусственный интеллект и нейронные сети,<br>Программирование на языке Java,<br>Современные технологии разработки программного обеспечения,<br>Web-программирование,<br>Практикум по основам компьютерного | Не предусмотрены |

| | |
|---|---|
| моделирования,<br>Практикум по интерактивным графическим системам,<br>Методы и средства научной визуализации,<br>Производственная практика, научно-исследовательская работа (6 семестр) | |

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

| Дисциплина | Требования |
|---|---|
| Современные технологии разработки программного обеспечения | Знает: современные технологии и методы программирования, основные технологии разработки программного обеспечения Умеет: формировать требования, спецификацию и структуру программы при решении прикладных задач, оценивать результаты тестирования, локализовать ошибки в коде, работать с основными технологиями разработки программного обеспечения Имеет практический опыт: использования современных CASE-средств,применяемых при проектировании, тестировании и командной разработке, использования основных технологий разработки программного обеспечения |
| Основы компьютерного моделирования | Знает: основные понятия и методы компьютерного моделирования динамических систем Умеет: применять методы компьютерного моделирования динамических систем Имеет практический опыт: реализации моделирующих алгоритмов для исследования характеристик и поведения динамических систем. |
| Анализ и обработка больших массивов данных | Знает: основные элементы процесса анализа больших данных, основные подходы к обработке больших массивов данных Умеет: визуализировать имеющиеся данные, отбрасывать несущественную информацию, структурировать информацию в рамках поставленной задачи Имеет практический опыт: использования современных высоконагруженных систем хранения и обработки больших данных |
| Нейроматематика | Знает: Умеет: применять базовые методы математических и естественных наук, программирования и информационных технологий для решения задач с помощью нейронных сетей , использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта Имеет практический опыт: использования существующих |

| | |
|---|---|
| | прикладных систем, основанных на применении нейронных сетей, применения методов проектирования и производства программного продукта, принципов построения, структуры и приемов работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта |
| Методы и средства научной визуализации | Знает: базовые принципы визуализации, особенности постановок задач, возникающих в разных предметных областях Умеет: Имеет практический опыт: применения современных средств визуализации для решения ряда актуальных прикладных задач |
| САПР технологических процессов | Знает: основные понятия процесса проектирования, структуру и классификацию САПР Умеет: использовать методики объектно-ориентированного анализа и проектирования систем и подсистем при разработке компонентов, использовать методики объектно-ориентированного анализа и проектирования систем и подсистем при разработке компонентов Имеет практический опыт: проектирования сложных технических систем с использованием средств автоматизированного проектирования, практическими навыками работы с САПР для решения задачи проектирования, проектирования сложных технических систем с использованием средств автоматизированного проектирования, практическими навыками работы с САПР для решения задачи проектирования |
| Дискретная оптимизация | Знает: основные понятия дискретной оптимизации Умеет: применять минимаксные теоремы дискретной оптимизации Имеет практический опыт: применения типовых алгоритмов дискретной оптимизации |
| Web-программирование | Знает: базисные языки программирования, применяемые при разработке WEB приложений Умеет: создавать программное обеспечение, основанное на web-интерфейсе Имеет практический опыт: применения методов проектирования и производства web-приложений, принципов построения, структуры и приемов работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта , использования программных средств, применяемых при создании web-приложений |
| Вычислительная математика | Знает: существующие стандартные пакеты прикладных программ Умеет: применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов Имеет практический опыт: использования |

| | |
|---|---|
| | методов математических и естественных наук, программирования и информационных технологий |
| Офисные приложения и технологии | Знает: основные методы использования информационных технологий Умеет: работать с современными информационными технологиями Имеет практический опыт: использования современных информационных технологий |
| Программирование на языке Java | Знает: возможности языка и области применения Java –приложений; основные пакеты и классы языка Java, синтаксис, базовые классы библиотеки языка Java Умеет: разрабатывать приложения с графическим интерфейсом, создавать классы на языке Java для решения типовых задач по принципам объектно-ориентированного программирования Имеет практический опыт: использования базовых методов математических и естественных наук, программирования и информационных технологий для разработки приложений, применения инструментальных средств для разработки приложений, библиотек и пакетов программ на языке программирования Java в научной и практической деятельности |
| Искусственный интеллект и нейронные сети | Знает: характеристики, топологию, назначение и области применения наиболее распространенных искусственных нейронных сетей Умеет: использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта, программно реализовать ИНС с любой топологией Имеет практический опыт: применения методов проектирования и производства программного продукта, принципов построения, структуры и приемов работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта, построения и использования нейронных сетей с помощью современных программных средств |
| Вычислительная геометрия в инженерном проектировании | Знает: современные методы построения алгоритмов вычислительной геометрии Умеет: Имеет практический опыт: использования современных методов построения алгоритмов вычислительной геометрии |
| Введение в компьютерный анализ и интерпретация данных | Знает: Умеет: формулировать цели личностного и профессионального развития и определять условия их достижения Имеет практический опыт: планирования самостоятельной работы и собственной деятельности, использования базовых методов математических и естественных наук, программирования и информационных технологий |

| | |
|---|---|
| Практикум по интерактивным графическим системам | Знает: Умеет: применять интерактивную графику в информационных системах Имеет практический опыт: работы с инструментальными средствами компьютерной графики |
| Теория оптимизации | Знает: основы построения оптимизационных задач и алгоритмы их решения Умеет: использовать методы оптимизации в математическом моделировании Имеет практический опыт: навыками решения практических задач с использованием базовых методов математических и естественных наук, программирования и информационных технологий |
| Практикум по основам компьютерного моделирования | Знает: Умеет: моделировать компьютерные изображения в пакете Math Works-MATLAB Имеет практический опыт: использовать средства моделирования компьютерных изображений в пакете Math Works-MATLAB |
| Производственная практика, научно-исследовательская работа (6 семестр) | Знает: Умеет: прогнозировать и принимать обоснованные социально-экономические решения; грамотно планировать распределение финансов в различных областях жизнедеятельности, анализировать и систематизировать полученную информацию, выбирать приёмы и методы её обработки Имеет практический опыт: использования необходимой информации из текстов профессиональной направленности, использования базовых методов математических и естественных наук, программирования и информационных технологий, применения методов проектирования и производства программного продукта, принципов построения, структуры и приемов работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта, определения и решения круга задач в рамках поставленной цели, самостоятельного принятия обоснованных экономических решений в профессионально деятельности, применения основных методов обработки информации для решения практических задач |

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 82,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|---|---|---|
| | | Номер семестра |
| | | 8 |

| | | |
|---|---|---|
| Общая трудоёмкость дисциплины | 144 | 144 |
| *Аудиторные занятия:* | 72 | 72 |
| Лекции (Л) | 24 | 24 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 24 | 24 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 24 | 24 |
| *Самостоятельная работа (СРС)* | 61,5 | 61,5 |
| Подготовка к лекциям | 58 | 58 |
| Подготовка к промежуточной аттестации | 3,5 | 3.5 |
| Консультации и промежуточная аттестация | 10,5 | 10,5 |
| Вид 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 | Основные положения метода конечных элементов в Ansys | 16 | 8 | 8 | 0 |
| 2 | Практическое применение метода конечных элементов в программном комплексе Ansys | 56 | 16 | 16 | 24 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Роль вычислительных методов в расчетах на прочность. Элементы матричной алгебры. Матричная форма записи основных соотношений теории упругости. | 2 |
| 2 | 1 | Область применения метода конечных элементов. Основные этапы практической реализации. Типы конечных элементов. Стержневой элемент. | 2 |
| 3 | 1 | Балочный элемент. Функции формы конечных элементов и матрица жесткости. Линейный плоский треугольный элемент. Квадратичный треугольный элемент. Линейный четырехугольный элемент. Преобразование нагрузки. | 2 |
| 4 | 1 | Пластины и оболочки. Основные соотношения теории пластин и оболочек. Основные положения теории тонких пластин. Основные положения теории толстых пластин. Конечные элементы для пластин и оболочек. | 2 |
| 5 | 2 | Основные части комплекса Ansys и их назначения. Предварительная подготовка вход в программу. Основные стадии решения задач. | 2 |
| 6 | 2 | Основные типы и имена элементов. Основные команды пакетного и интерактивного режимов. Построение модели. Построение сетки. | 2 |
| 7 | 2 | Приложение нагрузок и получение решения. Обработка, печать и сохранение результатов. | 2 |
| 8 | 2 | Стержневые и балочные конструкции. Консольная балка. Плоский изгиб балки. | 2 |
| 9 | 2 | Определения реакций опор и усилий в стержнях плоской фермы. Расчет составных рам. Определение реакций опор и внутренних связей составной конструкции. | 2 |
| 10 | 2 | Кручение стержней. Кривые стержни. Начальные деформации. | 2 |
| 11 | 2 | Температурные напряжения. Плоские задачи. Статический анализ уголкового кронштейна. | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 12 | 2 | Пространственные задачи. Толстостенный цилиндр под внутренним давлением. Статический анализ изогнутого стержня. | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Матричная форма записи основных соотношений теории упругости. | 2 |
| 2 | 1 | Основные этапы практической реализации. Стержневой элемент. | 2 |
| 3 | 1 | Балочный элемент. Преобразование нагрузки. | 2 |
| 4 | 1 | Пластины и оболочки. Конечные элементы для пластин и оболочек. | 2 |
| 5 | 2 | Основные части комплекса Ansys и их назначения. Предварительная подготовка вход в программу. | 2 |
| 6 | 2 | Построение модели. Построение сетки. | 2 |
| 7 | 2 | Приложение нагрузок и получение решения. Обработка, печать и сохранение результатов. | 2 |
| 8 | 2 | Стержневые и балочные конструкции. Консольная балка. | 2 |
| 9 | 2 | Определения реакций опор и усилий в стержнях плоской фермы. Расчет составных рам. | 2 |
| 10 | 2 | Кривые стержни. | 2 |
| 11 | 2 | Температурные напряжения. | 2 |
| 12 | 2 | Толстостенный цилиндр под внутренним давлением. | 2 |

## 5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1-2 | 2 | Построение 3D модели с использованием примитивов | 4 |
| 3-4 | 2 | Рассчитать нагрузки консольной балки | 4 |
| 5-6 | 2 | Рассчитать нагрузки балочные конструкции | 4 |
| 7-8 | 2 | Расчет реакций опор и усилий в стержнях плоской фермы | 4 |
| 9-10 | 2 | Расчет кривых стержней | 4 |
| 11-12 | 2 | Расчет температурного напряжения | 4 |

## 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 лекциям | Основы работы в ANSYS 17 / Н. Н. Федорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов, Ю. В. Захарова. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 210 с. — ISBN 978-5-97060-425-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/90112 (дата обращения: 16.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Басов, К. А. Графический интерфейс комплекса ANSYS : руководство / К. А. | 8 | 58 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Басов. — Москва : ДМК Пресс, 2008. — 248 с. — ISBN 5-94074-074-X. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/1290 (дата обращения: 16.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. | | |
| Подготовка к промежуточной аттестации | Основы работы в ANSYS 17 / Н. Н. Федорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов, Ю. В. Захарова. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 210 с. — ISBN 978-5-97060-425-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/90112 (дата обращения: 16.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Басов, К. А. Графический интерфейс комплекса ANSYS : руководство / К. А. Басов. — Москва : ДМК Пресс, 2008. — 248 с. — ISBN 5-94074-074-X. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/1290 (дата обращения: 16.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. | 8 | 3,5 |

## 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-мест | Вид контроля | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов | Учи-тыва-ется в ПА |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 8 | Текущий контроль | Построение 3D модели с использованием примитивов | 20 | 1 | Если задание выполнено без ошибок, написан отчет в соответствии с требованиями, то выставляется 1 балл. Иначе 0 баллов. | экзамен |
| 2 | 8 | Текущий контроль | Рассчитать нагрузки консольной балки | 20 | 1 | Если задание выполнено без ошибок, написан отчет в соответствии с требованиями, то выставляется 1 балл. Иначе 0 баллов. | экзамен |
| 3 | 8 | Текущий контроль | Рассчитать нагрузки балочные конструкции | 20 | 1 | Если задание выполнено без ошибок, написан отчет в соответствии с требованиями, то выставляется 1 балл. Иначе 0 баллов. | экзамен |
| 4 | 8 | Текущий контроль | Расчет реакций опор и усилий в стержнях плоской | 20 | 1 | Если задание выполнено без ошибок, написан отчет в соответствии с требованиями, то выставляется 1 балл. | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | фермы | | | Иначе 0 баллов. | |
| 5 | 8 | Текущий контроль | Расчет кривых стержней | 20 | 1 | Если задание выполнено без ошибок, написан отчет в соответствии с требованиями, то выставляется 1 балл. Иначе 0 баллов. | экзамен |
| 6 | 8 | Текущий контроль | Расчет температурного напряжения | 20 | 1 | Если задание выполнено без ошибок, написан отчет в соответствии с требованиями, то выставляется 1 балл. Иначе 0 баллов. | экзамен |
| 7 | 8 | Проме-жуточная аттестация | Ответ по билету | - | 3 | Если вопрос раскрыт полностью - 1 балл.<br>Если вопрос раскрыт, но не полностью - 0.5 балла.<br>Если вопрос не раскрыт - 0 баллов | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| экзамен | На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент может улучшить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое не является обязательным. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится в смешанной форме - письменно-устной. Студенту выдается билет, содержащий 3 вопроса. На подготовку выделяется 1 час, после чего студент сдает работу в письменном виде. Затем проводится собеседование. | 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 |
| ПК-2 | Знает: принципы математического моделирования физических процессов и технических систем применительно к программе ANSYS | | + | + | + | + | + | + |
| ПК-2 | Имеет практический опыт: работы с программным комплексом ANSYS для решения задач математического моделирования физических процессов | + | + | + | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. 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:*

Не предусмотрены

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

1. Методические требования к оформлению отчетов

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Методические требования к оформлению отчетов

**Электронная учебно-методическая документация**

| № | Вид литературы | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание |
|---|---|---|---|
| 1 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Основы работы в ANSYS 17 / Н. Н. Федорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов, Ю. В. Захарова. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 210 с. — ISBN 978-5-97060-425-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/90112 (дата обращения: 16.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 2 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Басов, К. А. Графический интерфейс комплекса ANSYS : руководство / К. А. Басов. — Москва : ДМК Пресс, 2008. — 248 с. — ISBN 5-94074-074-X. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/1290 (дата обращения: 16.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 3 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Банщикова, И. А. Комплекс ANSYS: анализ устойчивости конструкций : учебное пособие / И. А. Банщикова, М. А. Леган, К. А. Матвеев. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 66 с. — ISBN 978-5-7782-3383-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118128 (дата обращения: 16.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. 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 | 332 (3б) | Компьютеры, проектор, доска |
| Лекции | 332 (3б) | Компьютеры, проектор, доска |
| Лабораторные занятия | 332 (3б) | Компьютеры, проектор, доска |