

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
президиумом Ученого совета ННГУ
от 14.12.2021 г. протокол № 4

Рабочая программа дисциплины

Компьютерное моделирование

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

01.05.01 Фундаментальная математика и механика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Фундаментальная механика и приложения

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2022 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части Б1.О.17

| № варианта | Место дисциплины в учебном плане образовательной программы | Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД |
|------------|--|---|
| 1 | Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть | Дисциплина Б1.О.17, Компьютерное моделирование относится к обязательной части ООП специальность 01.05.01 Фундаментальные математика и механика |

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции | | Наименование оценочного средства |
|---|--|--|----------------------------------|
| | Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора) | Результаты обучения по дисциплине** | |
| ПК-2. Способен самостоятельно анализировать поставленную задачу, выбирать корректные методы её решения, применять математически сложные алгоритмы в современных специализированных программных комплексах, реализовывать в них новые алгоритмы | ПК-2.1. Знает теоретические основы и методологию построения решений фундаментальных задач математики и механики, основы информационных технологий. | Знает теоретические основы и методологию построения решений фундаментальных задач математики и механики, основы информационных технологий. | <i>Контрольные задачи</i> |
| | ПК-2.2. Умеет осуществлять анализ и выбор методов и алгоритмов решения задач профессиональной деятельности. ПК-2.3. Владеет навыками решения задач математики и механики в соответствии с выбранным методом и построенным алгоритмом с использованием современных программных комплексов. | Умеет осуществлять анализ и выбор методов и алгоритмов решения задач профессиональной деятельности. Владеет навыками решения задач математики и механики в соответствии с выбранным методом и построенным алгоритмом с использованием современных программных комплексов. | |
| ПК-3. Умеет самостоятельно разрабатывать, исследовать, применять математические модели для расчётов, проводить расчётные работы и исследования, обработку результатов, оформление отчётной документации | ПК-3.1. Знает классические модели естествознания, методы решения задач, современные программные комплексы для проведения расчётных исследований, методы проведения, обработки и анализа результатов экспериментальных исследований. | Знает классические модели естествознания, методы решения задач, современные программные комплексы для проведения расчётных исследований, методы проведения, обработки и анализа результатов экспериментальных исследований. | <i>задачи</i> |
| | ПК-3.2. Умеет проводить расчётно-экспериментальные исследования, выбирать и применять современные программные комплексы, получать, обрабатывать и анализировать результаты исследований. ПК-3.3. Владеет навыками применения математического моделирования и расчётно-экспериментальных исследований. | Умеет проводить расчётно-экспериментальные исследования, выбирать и применять современные программные комплексы, получать, обрабатывать и анализировать результаты исследований. Владеет навыками применения математического моделирования и расчётно-экспериментальных исследований. | |

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

| | очная форма обучения |
|---|----------------------|
| Общая трудоемкость | 3 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану | 108 |
| в том числе | |
| контактная работа: | 65 |
| - занятия лекционного типа | 32 |
| - занятия семинарского типа | 32 |
| - текущий контроль (КСР) | 1 |
| самостоятельная работа | 43 |
| Промежуточная аттестация – зачёт | |

3.2. Содержание дисциплины

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины | Всего (часы) | в том числе | | | | |
|--|--------------|---|---------------------------|----------------------------|------------------------|---|
| | | контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Занятия лабораторного типа | Всего контактных часов | |
| 1. Геометрическое моделирование на плоскости. Задание № 1 (ANSYS APDL). | 13 | 4 | 4 | | 8 | 5 |
| 2. Геометрическое моделирование трёхмерных (объёмных) объектов. Задание № 2 (ANSYS APDL). | 13 | 4 | 4 | | 8 | 5 |
| 3. Геометрическое моделирование на плоскости. Задание № 3 (ANSYS Workbench Designer Modeler). | 13 | 4 | 4 | | 8 | 5 |
| 4. Геометрическое моделирование трёхмерных (объёмных) объектов. Задание № 4 (ANSYS Workbench Designer Modeller). | 13 | 4 | 4 | | 8 | 5 |
| 5. Дискретизация 2D и 3D объектов. Задание № 5 (ANSYS APDL). | 13 | 4 | 4 | | 8 | 5 |
| 6. Дискретизация 2D и 3D объектов. Задание № 6 (ANSYS Workbench Meshing). | 13 | 4 | 4 | | 8 | 5 |
| 7. Задача теплопроводности (математическая модель, основы МКЭ, компьютерное моделирование. Задание № 7. | 14 | 4 | 4 | | 8 | 6 |
| 8. Визуализация результатов численного решения модельной задачи теплопроводности (ANSYS APDL и Workbench). | 15 | 4 | 4 | | 8 | 7 |
| Текущий контроль (КСР) | 1 | | | | 1 | |
| Промежуточная аттестация - ЗАЧЁТ | | | | | | |
| Итого | 108 | 32 | 32 | | 65 | 43 |

Текущий контроль успеваемости реализуется в форме опросов на занятиях семинарского типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачёт).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы (порядок их выполнения, форма контроля):

- повторение материала, пройденного на занятиях лекционного типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях лекционного и семинарского типа),
- самостоятельное изучение отдельных вопросов программы (1 раз в семестр, опрос на занятиях семинарского типа),
- подготовка к занятиям семинарского типа, решение задач по списку, представленному преподавателем (в течение всего семестра, опрос на занятиях семинарского типа),
- подготовка к промежуточному контролю успеваемости (зачет).

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | Шкала оценивания сформированности компетенций | | | | | | |
|--|--|--|---|---|--|--|--|
| | плохо | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | очень хорошо | отлично | превосходно |
| | Не зачтено | | зачтено | | | | |
| <u>Знания</u> | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. |
| <u>Умения</u> | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. | Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продemonстрированы все основные умения, Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |

| | | | | | | | |
|---------------|--|---|---|--|--|--|---|
| <u>Навыки</u> | Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки. | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач |
|---------------|--|---|---|--|--|--|---|

Шкала оценки при промежуточной аттестации

| Оценка | | Уровень подготовки |
|------------|---------------------|--|
| зачтено | Превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно» |
| | Отлично | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» |
| | Очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» |
| | Хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» |
| | Удовлетворительно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| не зачтено | Неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» |
| | Плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1. Контрольные вопросы

| | |
|---------|-----------------------------|
| Вопросы | Код формируемой компетенции |
|---------|-----------------------------|

| | |
|--|---------|
| Геометрические примитивы на плоскости | |
| Построение отрезка прямой | ПК-2, 3 |
| Построение дуги окружности | ПК-2, 3 |
| Касательная к окружности | ПК-2, 3 |
| Касательная к 2-м окружностям | ПК-2, 3 |
| Сопряжение 2-х окружностей дугой окружности | ПК-2, 3 |
| Сопряжение прямой и окружности дугой окружности | ПК-2, 3 |
| Построение симметричных элементов | ПК-2, 3 |
| Моделирование снизу вверх | ПК-2, 3 |
| Моделирование сверху вниз | ПК-2, 3 |
| Геометрические примитивы в пространстве | ПК-2, 3 |
| Булевы операции с объектами | ПК-2, 3 |
| Дискретизация 2D и 3D объектов | ПК-2, 3 |
| Построения в ANSYS Mechanical APDL и Workbench Designer Modeller | ПК-2, 3 |
| Типы элементов | ПК-2, 3 |
| Свободная сетка | ПК-2, 3 |
| Регулярная сетка | ПК-2, 3 |
| Квазирегулярная сетка | ПК-2, 3 |
| Равномерная сетка | ПК-2, 3 |
| Сгущение сетки | ПК-2, 3 |
| Построения в ANSYS Mechanical APDL и Workbench Meching | ПК-2, 3 |
| Математическое и компьютерное моделирование | ПК-2, 3 |

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-2, 3

Вопросы:

- Геометрические примитивы на плоскости
- Построение отрезка прямой
- Построение дуги окружности
- Касательная к окружности
- Касательная к 2-м окружностям
- Сопряжение 2-х окружностей дугой окружности
- Сопряжение прямой и окружности дугой окружности
- Построение симметричных элементов
- Моделирование снизу вверх
- Моделирование сверху вниз
- Геометрические примитивы в пространстве
- Булевы операции с объектами
- Дискретизация 2D и 3D объектов
- Построения в ANSYS Mechanical APDL и Workbench Designer Modeller
- Типы элементов
- Свободная сетка
- Регулярная сетка
- Квазирегулярная сетка
- Равномерная сетка
- Сгущение сетки
- Построения в ANSYS Mechanical APDL и Workbench Meching
- Математическое и компьютерное моделирование

Вопросы зачёта:

- Геометрические примитивы на плоскости
- Построение отрезка прямой

- Построение дуги окружности
- Касательная к окружности
- Касательная к 2-м окружностям
- Сопряжение 2-х окружностей дугой окружности
- Сопряжение прямой и окружности дугой окружности
- Построение симметричных элементов
- Моделирование снизу вверх
- Моделирование сверху вниз
- Геометрические примитивы в пространстве
- Булевы операции с объектами
- Дискретизация 2D и 3D объектов
- Построения в ANSYS Mechanical APDL и Workbench Designer Modeller
- Типы элементов
- Свободная сетка
- Регулярная сетка
- Квазирегулярная сетка
- Равномерная сетка
- Сгущение сетки
- Построения в ANSYS Mechanical APDL и Workbench Meching

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Жидков А.В. Применение системы ANSYS к решению задач геометрического и конечно-элементного моделирования. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Информационные системы в математике и механике». Нижний Новгород, 2006, 115 с. <http://www.unn.ru/pages/e-library/aids/2006/1.pdf>.

б) дополнительная литература:

1. Леонтьев Н.В. Применение системы ANSYS к решению задач модального и гармонического анализа. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Информационные системы в математике и механике». Нижний Новгород, 2006, 101 с. <http://www.unn.ru/pages/e-library/aids/2006/2.pdf>
2. Шабаров В.В. Применение системы ANSYS к решению гидрогазодинамических задач. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Информационные системы в математике и механике». Нижний Новгород, 2006, 108 с. <http://www.unn.ru/pages/e-library/aids/2006/3.pdf>
3. Берендеев Н.Н. Применение системы ANSYS к оценке усталостной долговечности. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Новые подходы в исследованиях и разработках информационно-телекоммуникационных систем и технологий». Нижний Новгород, 2006, 83 с. <http://www.unn.ru/pages/e-library/aids/2006/4.pdf>
4. Шабаров В.В. Расчет гидроаэродинамических характеристик крыльев вихревыми методами. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Применение программных средств в научных исследованиях и преподавании математики и механики». Нижний Новгород, 2007, 39 с. <http://www.unn.ru/pages/e-library/aids/2007/58.pdf>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного и семинарского типа), оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.05.01 Фундаментальные математика и механика.

Автор: к.т.н., доц. _____ Жидков А.В.

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой ТКЭМ,

д.ф.-м.н., профессор _____ Игумнов Л.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 01.12.2021 года, протокол № 2.