

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
решением Ученого совета ННГУ
протокол от
«30» ноября 2022 г. № 13

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

2023 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.	Умеет осуществлять анализ и выбор методов и алгоритмов решения задач профессиональной деятельности.	
ПК-3. Умеет самостоятельно разрабатывать, исследовать, применять математические модели для расчётов, проводить расчётные работы и исследования, обработку результатов, оформление отчётной документации	ПК-2.3. Владеет навыками решения задач математики и механики в соответствии с выбранным методом и построенным алгоритмом с использованием современных программных комплексов.	Владеет навыками решения задач математики и механики в соответствии с выбранным методом и построенным алгоритмом с использованием современных программных комплексов.	<i>задачи</i>
	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.	
	ПК-3.2. Умеет проводить расчётно-экспериментальные исследования, выбирать и применять современные программные комплексы, получать, обрабатывать и анализировать результаты исследований.	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.	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 Modeler).	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

Практические занятия (семинарские занятия) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 32 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: решения задач математики и механики, применения математического моделирования и расчётно-экспериментальных исследований.
- компетенций – ПК-2, ПК-3.

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. Имеются 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	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с	Продemonстрированы все основные умения, Решены все основные задачи. Вы-

	вследствие отказа обучающегося от ответа	умения. Имели место грубые ошибки.	негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	полнены 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., доцент 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 30.11.2022 года, протокол № 3.