

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

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Компьютерное моделирование

---

Уровень высшего образования

Специалитет

---

Направление подготовки / специальность

01.05.01 - Фундаментальные математика и механика

---

Направленность образовательной программы

Фундаментальная механика и приложения

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.17 Компьютерное моделирование относится к обязательной части образовательной программы.

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

| Формируемые компетенции<br>(код, содержание компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции   |   | Наименование оценочного средства   |                               |
|--|---|---|------------------------------------|-------------------------------|
|  | Индикатор достижения компетенции<br>(код, содержание индикатора)  | Результаты обучения по дисциплине   | Для текущего контроля успеваемости | Для промежуточной аттестации  |
| 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 | <p>ПК-2.1: Знает теоретические основы и методологию построения решений фундаментальных задач математики и механики, основы информационных технологий.</p> <p>ПК-2.2: Умеет осуществлять анализ и выбор методов и алгоритмов решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ПК-2.3: Владеет навыками решения задач математики и механики в соответствии с выбранным методом и построенным алгоритмом с использованием современных программных комплексов.</p> | <p>ПК-2.1: Знает теоретические основы и методологию построения решений фундаментальных задач математики и механики, основы информационных технологий.</p> <p>ПК-2.2: Умеет осуществлять анализ и выбор методов и алгоритмов решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ПК-2.3: Владеет навыками решения задач математики и механики в соответствии с выбранным методом и построенным алгоритмом с использованием современных программных комплексов.</p> | Задания                            | Зачёт:<br>Контрольные вопросы |
| ПК-3: Умеет самостоятельно разрабатывать, исследовать, применять математические модели для расчётов, проводить расчётные работы и исследования, обработку результатов,   | 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.   | 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.   | Задания                            | Зачёт:<br>Контрольные вопросы |

|  |   |   |  |  |
|--|---|---|--|--|
| оформление<br>отчётной<br>документации | <p>ПК-3.2: Умеет проводить расчётно-экспериментальные исследования, выбирать и применять современные программные комплексы, получать, обрабатывать и анализировать результаты исследований.</p> <p>ПК-3.3: Владеет навыками применения математического моделирования и расчётно-экспериментальных исследований.</p> | <p>ПК-3.2:<br/>Умеет проводить расчётно-экспериментальные исследования, выбирать и применять современные программные комплексы, получать, обрабатывать и анализировать результаты исследований.</p> <p>ПК-3.3:<br/>Владеет навыками применения математического моделирования и расчётно-экспериментальных исследований.</p> |  |  |
|--|---|---|--|--|

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

|  | очная                    |
|--|--------------------------|
| <b>Общая трудоемкость, з.е.</b>  | <b>3</b>                 |
| <b>Часов по учебному плану</b>   | <b>108</b>               |
| в том числе  |                          |
| <b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>                           |                          |
| - занятия лекционного типа   | 32                       |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 32                       |
| - КСР  | 1                        |
| <b>самостоятельная работа</b>  | <b>43</b>                |
| <b>Промежуточная аттестация</b>  | <b>0</b><br><b>Зачёт</b> |

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

| Наименование разделов и тем дисциплины | Всего<br>(часы) | в том числе  |  |        |   |
|--|-----------------|--|--|--------|---|
|  |                 | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них |  |        | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
|  |                 | Занятия лекционного типа   | Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы | Всего  |   |
|  | о<br>ф          | о<br>ф   | о<br>ф   | о<br>ф | о<br>ф                                    |

|  |     |    |    |    |    |
|--|-----|----|----|----|----|
|  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 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 Modeller).                   | 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  |
| Аттестация   | 0   |    |    |    |    |
| КСР  | 1   |    |    | 1  |    |
| Итого  | 108 | 32 | 32 | 65 | 43 |

### Содержание разделов и тем дисциплины

1. Геометрическое моделирование на плоскости. Задание № 1 (ANSYS APDL).
2. Геометрическое моделирование трёхмерных (объёмных) объектов. Задание № 2 (ANSYS APDL).
3. Геометрическое моделирование на плоскости. Задание № 3 (ANSYS Workbench Designer Modeller).
4. Геометрическое моделирование трёхмерных (объёмных) объектов. Задание № 4 (ANSYS Workbench Designer Modeller).
5. Дискретизация 2D и 3D объектов. Задание № 5 (ANSYS APDL).
6. Дискретизация 2D и 3D объектов. Задание № 6 (ANSYS Workbench Meshing).
7. Задача теплопроводности (математическая модель, основы МКЭ, компьютерное моделирование. Задание № 7.
8. Визуализация результатов численного решения модельной задачи теплопроводности (ANSYS APDL и Workbench).

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

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).

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-2:**

- 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

#### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-3:**

- 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

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

| Оценка     | Критерии оценивания  |
|------------|--|
| зачтено    | Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя |
| не зачтено | Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя   |

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

| Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения 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 не существенных ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. |
| <u>Умения</u>   | Отсутствие  | При решении   | Продемонс  | Продемонс   | Продемонс  | Продемонс  | Продемонстр  |

|               |  |   |   |  |   |  |   |
|---------------|--|---|---|--|---|--|---|
|               | минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа          | стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки            | трированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме | трированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | трированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | трированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме | трированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| <u>Навыки</u> | Отсутствие базовых навыков. 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 некоторым и недочетами                            | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и 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 оценивания при промежуточной аттестации

| Оценка     |                     | Уровень подготовки   |
|------------|---------------------|--|
| зачтено    | превосходно         | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой |
|            | отлично             | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».  |
|            | очень хорошо        | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»  |
|            | хорошо              | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».   |
|            | плохо               | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»  |

### **5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2**

1. Геометрические примитивы на плоскости
2. Построение отрезка прямой
3. Построение дуги окружности
4. Касательная к окружности
5. Касательная к 2-м окружностям
6. Сопряжение 2-х окружностей дугой окружности
7. Сопряжение прямой и окружности дугой окружности
8. Построение симметричных элементов
9. Моделирование снизу вверх
10. Моделирование сверху в них
11. Геометрические примитивы в пространстве
12. Булевы операции с объектами
13. Дискретизация 2D и 3D объектов
14. Построения в ANSYS Mechanical APDL и Workbench Designer Modeller
15. Типы элементов
16. Свободная сетка
17. Регулярная сетка
18. Квазирегулярная сетка
19. Равномерная сетка
20. Сгущение сетки
21. Построения в ANSYS Mechanical APDL и Workbench Mechning
22. Математическое и компьютерное моделирование

#### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3**

1. Геометрические примитивы на плоскости
2. Построение отрезка прямой
3. Построение дуги окружности
4. Касательная к окружности
5. Касательная к 2-м окружностям
6. Сопряжение 2-х окружностей дугой окружности
7. Сопряжение прямой и окружности дугой окружности
8. Построение симметричных элементов
9. Моделирование снизу вверх
10. Моделирование сверху в них
11. Геометрические примитивы в пространстве
12. Булевы операции с объектами
13. Дискретизация 2D и 3D объектов
14. Построения в ANSYS Mechanical APDL и Workbench Designer Modeller
15. Типы элементов

16. Свободная сетка
17. Регулярная сетка
18. Квазирегулярная сетка
19. Равномерная сетка
20. Сгущение сетки
21. Построения в ANSYS Mechanical APDL и Workbench Meching
22. Математическое и компьютерное моделирование

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

| Оценка     | Критерии оценивания   |
|------------|---|
| зачтено    | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок |
| не зачтено | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки     |

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. ANSYS: справочник пользователя / Басов К.А. - Москва : ДМК-пресс, 2008., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=636508&idb=0>.
2. Банщикова И. А. Комплекс ANSYS: нелинейный прочностной анализ конструкций : учеб. пособие / Банщикова И. А., Расторгуев Г. И. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 94 с. - Утверждено Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции НГТУ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-7782-2816-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=720657&idb=0>.
3. Басов К.А. ANSYS для конструкторов : монография / Басов К.А. - Москва : ДМК-пресс, 2016. - 248 с. - ISBN 978-5-97060-372-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=868697&idb=0>.
4. Басов К.А. ANSYS: справочник пользователя : справочник / Басов К.А. - Москва : ДМК-пресс, 2014. - 640 с. - ISBN 978-5-97060-089-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=772953&idb=0>.
5. Жидков А. В. Моделирование композитов в среде ansys с помощью пространственного слоистого конечного элемента : учебно-методическое пособие / Жидков А. В., Леонтьев Н. В. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020. - 35 с. - Рекомендовано научно-методическим советом исследовательской школы «Компьютерная и экспериментальная механика» для студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки 01.05.01 «Фундаментальные математика и механика», 01.03.03 «Механика и математическое моделирование». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Физика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=783255&idb=0>.
6. Жидков А. В. Применение ansys : Учебно-методическое пособие. Ч. 2. Применение ansys : Учебно-методическое пособие / Жидков А. В., Леонтьев Н. В. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020. - 32 с. - Рекомендовано методической комиссией института

информационных технологий, математики и механики для студентов ННГУ, обучающихся по специальности 01.05.01 «Фундаментальные математика и механика», направлениям подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», 01.04.03 «Механика и математическое моделирование». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=783354&idb=0>.

7. Применение системы ANSYS к решению задач механики сплошной среды : практ. рук. / ННГУ. - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2006. - 227 с. - В надзаг.: Нац. проект "Образование". Инновац. образоват. программа Нижегород. ун-та : Образоват.-науч. центр "Информац.-телекоммуникац. системы: физ. основы и мат. обеспечение". - Авт. указ. на обороте тит. л. - ISBN 5-85746-928-7 : 47-00., 52 экз.

#### Дополнительная литература:

1. Берендеев Николай Николаевич. Исследование влияния внутреннего трения и способа возбуждения на вынужденные колебания системы : учебно-методическое пособие / Н. Н. Берендеев ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2012. - 50 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=851269&idb=0>.
2. Берендеев Н. Н. Методы решения задач усталости в пакете ansys workbench : учебно-методическое пособие / Берендеев Н. Н. - 2-е изд., испр. и доп. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020. - 73 с. - Рекомендовано методической комиссией физического факультета для студентов ИНГУ, обучающихся по направлениям подготовки: 03.03.02 «Физика» и 03.04.02 «Физика». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=783339&idb=0>.
3. Решение задач механики сплошной среды в программном комплексе ANSYS / Мурашов М.В., Панин С.Д. - Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=643006&idb=0>.
4. Павлов А. С. Решение задач механики деформируемого твёрдого тела в программе ANSYS : практикум для вузов / Павлов А. С. - Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. - 34 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-85546-825-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=714340&idb=0>.
5. Оконечников А. С. Прочностные и динамические расчеты в программном комплексе ANSYS WORKBENCH : учебное пособие / Оконечников А. С., С. Д., Ф. Г. - Москва : МАИ, 2021. - 101 с. - Редсовет МАИ. - Книга из коллекции МАИ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-4316-0805-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799097&idb=0>.

#### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

- 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>.
- 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>

- 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>

- 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>

- 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 (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 по специальности 01.05.01 - Фундаментальные математика и механика.

Автор(ы): Жидков Александр Васильевич, кандидат технических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Игумнов Леонид Александрович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.