

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**

### **МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ ПРОЧНОСТИ**

(наименование дисциплины (модуля))

### **Уровень высшего образования**

**бакалавриат**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

### **Направление подготовки / специальность**

**01.03.03 Механика и математическое моделирование**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

### **Направленность образовательной программы**

**профиль «Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг»**

(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

| № варианта | Место дисциплины в учебном плане образовательной программы | Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД   |
|------------|--|---|
| 1          | Блок 1. Дисциплины (модули)<br>Обязательная часть          | Дисциплина Б1.О.33, «Методы решения инженерных задач прочности» относится к части ООП направления подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование, формируемой участниками образовательных отношений. |

## 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**   |                                  |
| <b>ПК-3.</b> Умеет разрабатывать, исследовать, применять математические модели для расчётов, проводить расчётно-экспериментальные работы и исследования, обработку результатов, оформление отчётной документации | <b>ПК-3.1. Знает</b> классические модели механики, методы решения задач, современные программные комплексы для проведения расчётных исследований, методы проведения, обработки и анализа результатов экспериментальных исследований. | <i>Знать:</i> разделы механики теоретической механики и МСС, необходимые при проведении расчётных работ, основы проведения экспериментальных работ для определения требуемых механических характеристик | <i>Собеседование</i>             |
|  | <b>ПК-3.2. Умеет</b> проводить расчётно-экспериментальные исследования, выбирать и применять современные программные комплексы, получать, обрабатывать и анализировать результаты исследований.                                      | <i>Уметь:</i> применять классические модели СС для описания поведения реальных сред   |                                  |
|  | <b>ПК-3.3. Владеет навыками</b> применения математического моделирования и расчётно-экспериментальных исследований.  | <i>Владеть навыками:</i> применяемыми при разработке математических моделей классических СС   |                                  |
| <b>ПК-4.</b> Имеет опыт проведения работ по обработке и анализу научно-технической   | <b>ПК-4.1. Знает</b> особенности поиска научно-технической информации в различных источниках, методов и тех-   | <i>Знать:</i> основы физических процессов, описывающих процессы, происходящие в конструкциях,   | <i>Собеседование</i>             |

| 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**   |                                  |
| информации и результатов исследования                 | <p>нологий её обработки и анализа, а также способов представления.</p> <p><b>ПК-4.2. Умеет</b> организовать целенаправленный поиск информации в различных источниках, выбирать методы и технологии её обработки, анализа и представления, исходя из поставленной задачи.</p> <p><b>ПК-4.3. Владеет навыками</b> поиска и анализа научно-технической информации в различных источниках для решения стандартных профессиональных задач, а также опыт публичного представления научных результатов.</p> | <p>возможности современных профессиональных ПК</p> <p><i>Уметь</i> при решении прикладных задач выделять физические аспекты поведения конструкций, использовать специализированные информационные ресурсы</p> <p><i>Владеть</i> основами методик моделирования физических процессов с использованием современных профессиональных ПК, а также опытом публичного представления научных результатов</p> |                                  |

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

|  | очная форма обучения |
|--|----------------------|
| <b>Общая трудоемкость</b>                      | <b>5 ЗЕТ</b>         |
| <b>Часов по учебному плану</b>                 | <b>180</b>           |
| <b>в том числе</b>                             |                      |
| <b>аудиторные занятия (контактная работа):</b> | <b>54</b>            |
| - занятия лекционного типа                     | 26                   |
| - занятия семинарского типа                    | 26                   |
| <b>Контроль самостоятельной работы (КСР)</b>   | <b>2</b>             |
| <b>самостоятельная работа</b>                  | <b>90</b>            |
| <b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>      | <b>36</b>            |

#### 3.2. Содержание дисциплины

| Очная форма обучения  |              |  |                        |
|---|--------------|--|------------------------|
| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (мо-) | Всего (часы) | в том числе  |                        |
|   |              | контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них | Самостоятельная работа |

| дуля),   |    | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Занятия лабораторного типа | Всего |    |
|--|----|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-------|----|
| Тема 1. Задачи прочности при создании ядерных энергетических установок. Механизмы деформирования и разрушения. Предельные состояния конструкционных материалов, критерии прочности и долговечности. Методические основы моделирования различных механизмов деформирования. Основные положения, стадии и виды расчетов на прочность конструкций ЯЭУ | 35 | 6                        | 6                         |                            | 12    | 23 |
| Тема 2 Теоретические основы, методы и порядок определения напряженно-деформированного состояния в конструкциях ЯЭУ. Методики механического и математического моделирования различных механизмов деформирования и разрушения. Основные закономерности теории прочности.   | 35 | 6                        | 6                         |                            | 12    | 23 |
| Тема 3 Методы решения задач прочности конструкций при статическом, циклическом механическом и температурном нагружениях, расчеты на устойчивость, формоизменение, сопротивление хрупкому разрушению и вибропрочность. Методики расчетов на сейсмические воздействия, оценки целостности, герметичности и несущей способности конструкций при       | 37 | 7                        | 7                         |                            | 14    | 23 |

|   |     |    |    |  |    |    |
|---|-----|----|----|--|----|----|
| внутренних и внешних динамических воздействиях в авариях и катастрофах.   |     |    |    |  |    |    |
| Тема 4 Основы методологии механического и математического моделирования решения задач прочности в рамках системы эксплуатационного мониторинга ресурса ЯЭУ для управления ее сроком службы. | 35  | 7  | 7  |  | 14 | 21 |
| Текущий контроль  | 2   |    |    |  | 2  |    |
| Промежуточная аттестация  | 36  |    |    |  |    |    |
| Итого   | 180 | 26 | 26 |  | 54 | 90 |

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 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: применять классические модели СС для описания поведения реальных сред; моделирования физических процессов с использованием современных профессиональных ПК, а также опытом публичного представления научных результатов
- компетенций – ПК-3; ПК-4.

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий семинарского. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме- экзамен

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

##### **Виды самостоятельной работы студентов:**

- проработка теоретического материала лекционных занятий;

##### **4.1. Проработка теоретического материала лекционных занятий**

Выполняется самостоятельно с использованием лекционных материалов. Контроль выполняется в форме проведения ежемесячного устного экспресс - опроса по понятиям, фактам, формулировкам, выполняемого в течение 15 минут на научно-практических занятиях. Опросы включают по пять коротких вопросов и оцениваются баллами от 0 до 5 (сумма баллов, полученных за ответ на каждый вопрос), а также итоговым двоичным показателем «зачтено» - «не зачтено». «Зачтено» соответствует полученным баллам от 3 и выше.

##### **4.3. Подготовка к выполнению письменных контрольных работ**

В течение семестра проводится две домашние контрольные работы по материалам разделов лекционного курса (см. таблицу с описанием разделов дисциплины из п. 3.2.).

Для подготовки к контрольным работам рекомендуется повторно прочитать соответствующий лекционный материал, просмотреть полезные разделы в соответствующих источниках из списка рекомендованной литературы (раздел 6), а также самостоятельно решить несколько задач по теме контрольной работы.

#### 4.4. Подготовка к промежуточной аттестации в форме зачета

В качестве методических материалов при подготовке к зачету рекомендуется использовать собственные конспекты лекций, просмотреть решения задач, выполненные на практических занятиях и во время выполнения домашних заданий, а также источники, рекомендованные в списке литературы раздела 6.

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 (модулю)

Фонд оценочных средств включает: контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме *заданий* и промежуточной аттестации в форме вопросов к экзамену.

#### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

| Шкала оценивания сформированности компетенций |                   | Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)  |   |  |
|---|-------------------|---|---|--|
|   |                   | Знания  | Умения  | Навыки   |
| <b>плохо</b>                                  | <b>не зачтено</b> | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа  | Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа |
| <b>неудовлетворительно</b>                    |                   | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.  | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.   | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.                 |
| <b>удовлетворительно</b>                      | <b>зачтено</b>    | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.   | Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.                               | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами                        |
| <b>хорошо</b>                                 |                   | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок                         | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.                       |
| <b>очень хорошо</b>                           |                   | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок                   | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.                      | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.                        |
| <b>отлично</b>                                |                   | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.  | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.          | Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.                              |
| <b>превосходно</b>                            |                   | Уровень знаний в объеме, превышающем про-   | Продemonстрированы все основные умения. Реше-   | Продemonстрирован творческий подход к ре-  |

| Шкала оценивания сформированности компетенций | Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) |  |                           |
|---|--|--|---------------------------|
|   | Знания   | Умения   | Навыки                    |
|   | грамму подготовки.   | ны все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов | шению 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

| №№ | Вопрос  | Код формируемой компетенции |
|----|---|-----------------------------|
| 1. | Задачи прочности при создании ядерных энергетических установок. | ПК-3, ПК-4                  |
| 2. | Механизмы деформирования и разрушения.                          | ПК-3, ПК-4                  |
| 3. | Предельные состояния конструкционных материалов,                | ПК-3, ПК-4                  |
| 4. | критерии прочности и долговечности.                             | ПК-3, ПК-4                  |
| 5. | Основные положения, расчетов на прочность конструкций ЯЭУ       | ПК-3, ПК-4                  |

|     |  |            |
|-----|--|------------|
| 6.  | виды расчетов на прочность конструкций ЯЭУ   | ПК-3, ПК-4 |
| 7.  | Теоретические основы определения напряженно-деформированного состояния в конструкциях ЯЭУ  | ПК-3, ПК-4 |
| 8.  | методы определения напряженно-деформированного состояния в конструкциях ЯЭУ  | ПК-3, ПК-4 |
| 9.  | Методики механического моделирования различных механизмов деформирования и разрушения  | ПК-3, ПК-4 |
| 10. | Методики математического моделирования различных механизмов деформирования и разрушения  | ПК-3, ПК-4 |
| 11. | Основные закономерности теории прочности.  | ПК-3, ПК-4 |
| 12. | Методы решения задач прочности конструкций при статическом нагружении  | ПК-3, ПК-4 |
| 13. | Методы решения задач прочности конструкций при циклическом механическом нагружении   | ПК-3, ПК-4 |
| 14. | Методы решения задач прочности конструкций при температурном нагружении  | ПК-3, ПК-4 |
| 15. | Методики расчетов на сейсмические воздействия.   | ПК-3, ПК-4 |
| 16. | Оценки целостности, герметичности и несущей способности конструкций при внутренних и внешних динамических воздействиях в авариях и катастрофах | ПК-3, ПК-4 |
| 17. | Основы методологии механического и математического моделирования решения задач прочности   | ПК-3, ПК-4 |

**5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции –не предусмотрены**

**5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-3, ПК-4**

1. Заданы виды нагружения конструкций. Сформулировать механизмы деформирования и разрушения.
2. Известны механизмы разрушения конструкционного материала. Сформулировать предельные состояния и дать определения критериям прочности, устойчивости и долговечности.
3. Сформулирована задача прочности конструкции. Изложить методические основы, положения и стадии решения задач прочности.
4. Задана конструкция и виды нагружения. Изложить методики механического и математического моделирования механизмов деформирования и разрушения.
5. Задана конструкция и нагрузки. Решить задачи прочности при статическом, циклическом термосиловом нагружении.
6. Задана конструкция и нагрузки. Решить задачи на устойчивость, формоизменение, сопротивление хрупкому разрушению и вибропрочность.
7. Задана конструкция и сейсмическое воздействие. Решить задачу ее сейсмостойкости.
8. Задана конструкция и внутренние и внешние динамические воздействия. Решить задачи потери герметичности и несущей способности.

Задана конструкция и описание ее жизненного цикла в составе опасного производственного объекта. Изложить методологию эксплуатационного мониторинга ресурса по условиям прочности

**5.2.4. Темы курсовых работ, эссе, рефератов - не предусмотрено**



## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Коллинз Дж. Повреждение материалов в конструкциях. Анализ. Предсказание. Предотвращение: Пер. с англ. М.: Мир, 1984, 624 с. (2 экз.)
2. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле: Перевод с англ. М.: Машиностроение, 1985, 472 с. (12 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (ПНАЭ-Г-7-002-86). Росатомэнергонадзор СССР. М.: Энергоатомиздат, 1989. 525 с. (1 экз.)
2. Прочность конструкций при малоцикловом нагружении. Под общ. ред. Н.А. Махутова. М.: Наука, 1983. 270 с. (1 экз.)
3. Болотин В.В. Ресурс машин и конструкций. М.: Машиностроение, 1990. 447 с.
4. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций Н1 1-031-01. Вестник Госатомнадзора России. 2001. №6. с.7-31.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

<http://www.lib.unn.ru/> , Университетская библиотека ONLINE <http://www.biblioclub.ru> Библиотека "Лань" <http://e.lanbook.com/> , Ресурс открытого доступа Электронная физико-математическая библиотека EqWorld , <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/algebra.htm>).

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, 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 01.03.03 Механика и математическое моделирование

Автор(ы) д.ф.-м.н., профессор

В.А.Панов

Заведующий кафедрой ТКиЭМ д.ф.-м.н., профессор

Л.А. Игумнов

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.