МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_ |

**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)

Квалификация (степень)

|  |
| --- |
| бакалавр |

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

|  |
| --- |
| очная |

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2021 год

1. **Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина «Методы решения инженерных задач прочности» относится к части формируемой участниками образовательных отношений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ варианта** | **Место дисциплины в учебном плане образовательной программы** | **Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД** |
| 2 | Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений | Дисциплина Б1.В.07, «Методы решения инженерных задач прочности» относится к части ООП направления подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование, формируемой участниками образовательных отношений. |

1. **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-3**. Умеет разрабатывать, исследовать, применять математические модели для расчётов, проводить расчётно-экспериментальные работы и исследования, обработку результатов, оформление отчётной документации | **ПК-3.1**. **Знает** классические модели механики, 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.  **ПК-3.3**. **Владеет навыками** применения математического моделирования и расчётно-экспериментальных исследований. | *Уметь*: применять классические модели СС для описания поведения реальных сред  *Знать*: разделы механики теоретической механики и МСС, необходимые при проведении расчётных работ, основы проведения экспериментальных работ для определения требуемых механических характеристик  *Владеть*: подходами, применяемыми при разработке математических моделей классических СС | *Собеседование* |
| **ПК-4**. Имеет опыт проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования | **ПК-4.1**. **Знает** особенности поиска научно-технической информации в различных источниках, методов и технологий её обработки и анализа, а также способов представления.  **ПК-4.2**. **Умеет** организовать целенаправленный поиск информации в различных источниках, выбирать методы и технологии её обработки, анализа и представления, исходя из поставленной задачи.  **ПК-4.3**. **Владеет навыками** поиска и анализа научно-технической информации в различных источниках для решения стандартных профессиональных задач, а также опыт публичного представления научных результатов. | *Уметь* при решении прикладных задач выделять физические аспекты поведения конструкций, использовать специализированные информационные ресурсы  *Знать*: основы физических процессов, описывающих процессы, происходящие в конструкциях, возможности современных профессиональных ПК  *Владеть* основами методик моделирования физических процессов с использованием современных профессиональных ПК | *Собеседование* |

1. **Структура и содержание дисциплины** 
   1. **Трудоемкость дисциплины**[[1]](#footnote-1)

|  |  |
| --- | --- |
|  | **очная форма обучения** |
| **Общая трудоемкость** | **\_\_5\_ ЗЕТ** |
| **Часов по учебному плану** | **180** |
| **в том числе** |  |
| **аудиторные занятия (контактная работа):** | **53** |
| **- занятия лекционного типа** | **26** |
| **- занятия семинарского типа**  **Контроль самостоятельной работы (КСР)** | **26**  **2** |
| **самостоятельная работа** | **90** |
| **Промежуточная аттестация – экзамен**[[2]](#footnote-2) | **36** |

* 1. **Содержание дисциплины**[[3]](#footnote-3)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Очная форма обучения | | | | | | | |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),** | **Всего**  **(часы)** | в том числе | | | | | |
| **контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**  из них | | | | | **Самостоятельная работа обучающегося, часы** |
| **Занятия лекционного типа** | **Занятия семинарского типа** | **Занятия лабораторного типа** | **Всего** | |
| Тема1. 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 | 45 | 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. | 45 | 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 внутренних и внешних динамических воздействиях в авариях и катастрофах. | 47 | 7 | 7 |  | | 12 | 23 |
| Тема 4 Основы методологии механического и математического моделирования решения задач прочности в рамках системы эксплуатационного мониторинга ресурса ЯЭУ для управления ее сроком службы. | 44 | 7 | 7 |  | | 12 | 22 |
| Итого | 143 | 26 | 26 |  | | 52 | 91 |

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

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**[[4]](#footnote-4)

**Виды самостоятельной работы студентов:**

* проработка теоретического материала лекционных занятий;
  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.

1. **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 .

* 1. **Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**[[5]](#footnote-5)

| **Шкала оценивания сформированности компетенций** | | **Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Знания | Умения | Навыки |
| **плохо** | **не зачтено** | 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 |
| **неудовлетворительно** | 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. |
| **удовлетворительно** | **зачтено** | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. | Продемонстрированы 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 |
| **хорошо** | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами. |
| **очень хорошо** | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. |
| **отлично** | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. |
| **превосходно** | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без 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» |
| незачтено | 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» |

* 1. **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**[[6]](#footnote-6)
     1. **Контрольные вопросы**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №№ | Вопрос | | *Код формируемой компетенции* | |
|  | | Задачи прочности при создании ядерных энергетических установок. | | ПК-3, ПК-4 | |
|  | | Механизмы деформирования и разрушения. | | ПК-3, ПК-4 | |
|  | | Предельные состояния конструкционных материалов, | | ПК-3, ПК-4 | |
|  | | критерии прочности и долговечности. | | ПК-3, ПК-4 | |
|  | | Основные положения, расчетов на прочность конструкций ЯЭУ | | ПК-3, ПК-4 | |
|  | | виды расчетов на прочность конструкций ЯЭУ | | ПК-3, ПК-4 | |
|  | | Теоретические основы определения напряженно-деформированного состояния в конструкциях ЯЭУ | | ПК-3, ПК-4 | |
|  | | методы определения напряженно-деформированного состояния в конструкциях ЯЭУ | | ПК-3, ПК-4 | |
|  | | Методики механического моделирования различных механизмов деформирования и разрушения | | ПК-3, ПК-4 | |
|  | | Методики математического моделирования различных механизмов деформирования и разрушения | | ПК-3, ПК-4 | |
|  | | Основные закономерности теории прочности. | | ПК-3, ПК-4 | |
|  | | Методы решения задач прочности конструкций при статическом нагружении | | ПК-3, ПК-4 | |
|  | | Методы решения задач прочности конструкций при циклическом механическом нагружении | | ПК-3, ПК-4 | |
|  | | Методы решения задач прочности конструкций при температурном нагружении | | ПК-3, ПК-4 | |
|  | | Методики расчетов на сейсмические воздействия. | | ПК-3, ПК-4 | |
|  | | Оценки целостности, герметичности и несущей способности конструкций при внутренних и внешних динамических воздействиях в авариях и катастрофах | | ПК-3, ПК-4 | |
|  | | 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 HI 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](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 ФГОС ВО 01.03.03 Механика и математическое моделирование.

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

от 24.02.2021 года, протокол № 5.

Автор(ы) д.ф.-м.н., профессор В.А.Панов

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой ТКиЭМ д.ф.-м.н., профессор Л.А. Игумнов

1. *(ЗАПОЛНИТЬ в соответствии с учебным планом* [↑](#footnote-ref-1)
2. *(указать нужное)* [↑](#footnote-ref-2)
3. *(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)* [↑](#footnote-ref-3)
4. *(УКАЗЫВАЮТСЯ виды самостоятельной работы обучающегося, порядок их выполнения и контроля, дается учебно-методическое обеспечение (возможно в виде ссылок) самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины)* [↑](#footnote-ref-4)
5. *(при использовании традиционных форм аттестации (зачет, экзамен) шкалы оценивания могут быть «зачет-незачет», «зачет с оценкой», «оценка» по cемибалльной и пятибалльной шкалам).*

   *ЕСЛИ используется балльно-рейтинговая система оценивания или другие системы – могут быть использованы другие шкалы оценивания, но при этом НЕОБХОДИМО описать принципы выставления баллов и дальнейшего перевода этих баллов в традиционные шкалы оценивания «зачет-незачет», «зачет с оценкой», «оценка» по семибалльной шкале)* [↑](#footnote-ref-5)
6. *(ЗАПОЛНИТЬ согласно оценочным средствам табл.2)* [↑](#footnote-ref-6)