

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) 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**	
ПК-3. Умеет разрабатывать, исследовать, применять математические модели для расчётов, проводить расчётно-экспериментальные работы и исследования, обработку результатов, оформление отчётной документации	<p>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.</p>	<p><i>Знать:</i> разделы механики теоретической механики и МСС, необходимые при проведении расчётных работ, основы проведения экспериментальных работ для определения требуемых механических характеристик</p>	<i>Собеседование</i>
	<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><i>Уметь:</i> применять классические модели СС для описания поведения реальных сред</p> <p><i>Владеть навыками:</i> применяемыми при разработке математических моделей классических СС</p>	
ПК-4. Имеет опыт проведения работ по обработке и анализу научно-технической	<p>ПК-4.1. Знает особенности поиска научно-технической информации в различных источниках, методов и тех-</p>	<p><i>Знать:</i> основы физических процессов, описывающих процессы, происходящие в конструкциях,</p>	<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>ногий её обработки и анализа, а также способов представления.</p> <p>ПК-4.2. Умеет организовать целенаправленный поиск информации в различных источниках, выбирать методы и технологии её обработки, анализа и представления, исходя из поставленной задачи.</p> <p>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.</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
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	54
- занятия лекционного типа	26
- занятия семинарского типа	26
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
самостоятельная работа	90
Промежуточная аттестация – экзамен	36

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	
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	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
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
		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
		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.
хорошо	зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых 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.
		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	зачтено	Уровень знаний в объеме, превышающем про-	Продемонстрированы все основные умения. Решены	Продемонстрирован 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 НИ 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.