

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  
от 30.11.2022 г. протокол № 13

**Рабочая программа дисциплины**

Непрерывные математические модели

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

01.04.02 Прикладная математика и информатика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Математическое моделирование физико-механических процессов

(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 части, формируемой участниками образовательных отношений.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина <b>Б1.В.02</b> , «Непрерывные математические модели» относится к обязательной части ООП направления подготовки направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика

## 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-4. Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	ПК-4.1. Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач.	<b>Знать</b> специализированные разделы механики деформируемого твердого тела, необходимые при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Собеседование, зачёт
	ПК-4.2. Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач.	<b>Уметь</b> применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей при решении исследовательских и практических задач механики деформируемого твердого тела генерировать новые подходы.	Собеседование, зачёт
	ПК-4.3. Имеет навыки применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	<b>Владеть</b> навыками, владеет специальными методами, решения задач идентификации свойств материала	Собеседование, зачёт
ПК-5. Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное	ПК-5.1. Знает типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной	<b>Знать</b> типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения непрерывных математических моделей	Собеседование, зачёт

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	
обеспечение для решения задач научной деятельности	<p>деятельности.</p> <p>ПК-5.2. Умеет применять типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности.</p> <p>ПК-5.3. Имеет навыки разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности.</p>	<p><b>Уметь</b> применять типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач в области непрерывных математических моделей.</p> <p><b>Владеть</b> навыками разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач непрерывных математических моделей.</p>	

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>2 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	32
- текущий контроль (КСР)	1
<b>самостоятельная работа</b>	<b>7</b>
<b>Промежуточная аттестация – зачет</b>	<b>2</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

Очная форма обучения			
Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	тельная работа обучающ

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1. Численные методы решения задач идентификации свойств материала	35	16	16		32	3
Тема 2 Вариационно-разностный метод решения двумерных осесимметричных и ассиметричных задач нелинейной динамики и устойчивости	37	16	16		32	4
Текущий контроль	1				1	
Итого	72	32	32		65	7

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 идентификации свойств материала; использования вариационно-разностного метода решения двумерных осесимметричных и ассиметричных задач нелинейной динамики и устойчивости.
- компетенций - ПК-4; ПК-5.

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий семинарского типа.

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

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 контрольной работы, собеседования, и промежуточной аттестации в форме вопросов к зачету.

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

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		<u>Знания</u>	<u>Умения</u>	<u>Навыки</u>
плохо	не зачтено	Отсутствие знаний теоретического материала.	Отсутствие минимальных умений.	Отсутствие владения материалом.
		Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа	Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		Знания	Умения	Навыки
		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		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
хорошо		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.
очень хорошо	зачтено	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.
отлично		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.
превосходно		Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов	Продemonстрирован 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»

Оценка		Уровень подготовки
	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»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1. Контрольные вопросы

№	Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1.	Математические модели нелинейно-упругих материалов.	ПК-4
2.	Постановки краевых задач теории упругости	ПК-4
3.	Нелинейная динамическая теория упругости. Основные уравнения нелинейной динамики.	ПК-4
4.	Осесимметричная задача. Точные решения некоторых нелинейных задач.	ПК-4
5.	Колебания и волны в упругой среде.	ПК-4
6.	Устойчивость пологой арки. Критические силы при иных видах закрепления стержня.	ПК-4
7.	Устойчивость стержня в упругой среде.	ПК-4

### 5.2.2. Вопросы к зачёту по дисциплине

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. При какой геометрии арки под действием внешнего давления необходимо проводить анализ устойчивости с учетом деформации средней линии и когда можно не учитывать растяжимость нейтральной оси?	ПК-4
2. Какую характеристику элемента конструкции мы можем определить в результате решения задачи в геометрически нелинейной постановке?	ПК-4
3. Как оценить устойчивое и неустойчивое состояние равновесия?	ПК-4
4. Как различаются критические нагрузки и соответствующие им формы потери устойчивости цилиндрических оболочек при продольном сжатии?	ПК-4
5. Каковы условия применимости теории пологих оболочек при исследовании задач устойчивости оболочек?	ПК-4
6. Сформулировать постановку задачи устойчивости по Эйлеру сжатых пластин при различных видах граничных условий	ПК-4

<i>Вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
7. Сформулировать постановку задачи устойчивости по Эйлеру цилиндрических оболочек при продольном сжатии и различных видах граничных условий.	ПК-4
8. Сформулировать постановку задачи устойчивости по Эйлеру сферических оболочек при различных граничных условиях и действии внешнего давления.	ПК-4

1

### **5.2.3. Типовые задания для оценки сформированности компетенции «ПК-5»**

1. Основные понятия динамики и устойчивости тонкостенных конструкций: устойчивость упруго-пластических колец при динамическом нагружении.
2. Метод продолжения по параметру и его применение к нелинейным задачам устойчивости пологих оболочек
3. Устойчивость цилиндрических оболочек при продольном сжатии: линейная задача, нелинейная задача
4. Устойчивость цилиндрических оболочек при внешнем давлении: линейная задача, нелинейная задача
5. Уравнения устойчивости пологих оболочек при безмоментном докритическом состоянии.

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

#### **а) основная литература:**

1. Абросимов Н.А., Баженов В.Г. Нелинейные задачи динамики композитных конструкций. Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 2002. (10экз.)

#### **б) дополнительная литература:**

1. Абросимов Н.А. Математические модели решения нелинейных задач динамики многослойных композитных оболочек: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019. – 57 с. (10экз.)

#### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

##### **(в соответствии с содержанием дисциплины)**

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics.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 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Автор д.ф.-м.н, с.н.с. Абросимов Н.А.

Рецензент заведующий кафедрой Прикладной механики и подъемно-транспортных машин ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта» д.ф.-м.н., проф., Волков И.А.

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

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

от 30.11.2022 года, протокол № 3.