

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 «16» июня 2021 г. № 8

Рабочая программа дисциплины

Нелинейные задачи механики сплошных сред

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

01.05.01 Фундаментальные математика и механика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Фундаментальная механика и приложения

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2021 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Нелинейные задачи механики сплошных сред» относится к обязательной части ООП

№ 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.24.04, «Нелинейные задачи механики сплошных сред» относится к обязательной части ООП специальность 01.05.01 Фундаментальные математика и механика.

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**	
ОПК-1. Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	ОПК-1.1. Знает основы фундаментальных физико-математических дисциплин и других естественных наук.	Знает основы фундаментальных физико-математических дисциплин, необходимые при создании моделей реальных тел и конструкций.	<i>собеседование</i>
	ОПК-1.2. Умеет формулировать, анализировать и решать профессиональные задачи с применением фундаментальных знаний математики, физики и других естественных наук.	Умеет применять и модифицировать известные модели реальных тел и конструкций.	<i>Собеседование, выполнение лабораторных работ</i>
	ОПК-1.3. Имеет практический опыт постановки и решения актуальных задач математики и механики.	Имеет опыт решения нелинейных краевых задач МДТТ.	<i>Собеседование, выполнение лабораторных работ</i>
ОПК-2. Способен создавать, анализировать и	ОПК-2.1. Знает основные положения, терминологию и	Знает основной набор современных методов и алгоритмов математического моделирования нелинейного деформирования	<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**	
реализовывать новые математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении	методологию в области математического и алгоритмического моделирования.	твердых тел и конструкций.	
	ОПК-2.2. Умеет осуществлять анализ и выбор методов решения задач профессиональной и научной деятельности на основе теоретических знаний в области математических и компьютерных наук.	Умеет осознанно выбрать оптимальные методы при анализе исследовательских и практических задач нелинейного деформирования твердых тел	<i>собеседование, выполнение лабораторных работ</i>
	ОПК-2.3. Имеет практический опыт разработки новых методов математического моделирования для решения задач профессиональной и научной деятельности.	Имеет опыт использования методов и алгоритмов математического моделирования нелинейного деформирования твердых тел, в частности, средствами программного комплекса ANSYS.	<i>собеседование</i>
ОПК-4. Способен использовать в педагогической деятельности научные основы знаний в сфере математики и механики	ОПК-4.1 Знает основы преподавания физико-математических дисциплин и компьютерных наук в средней школе, специальных и высших учебных заведениях.	Знает методические и фактические основы преподавания физико-математических дисциплин и компьютерных наук в высших учебных заведениях.	<i>собеседование</i>
	ОПК-4.2 Умеет использовать полученные фундаментальные и специальные знания в области физико-математических наук в преподавательской	Умеет использовать полученные фундаментальные и специальные знания в области численного решения задач механики в преподавательской деятельности	<i>собеседование, выполнение лабораторных работ</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**	
	деятельности.		
	ОПК-4.3 Имеет практический опыт планирования и подготовки учебных занятий, а также представления известных научных знаний и результатов собственных научных исследований.	Имеет практический опыт планирования и подготовки учебных занятий, в частности, обучения работе с программным комплексом ANSYS.	<i>собеседование, выполнение лабораторных работ</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	4 з.е.
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	32
- контроль СР	2
самостоятельная работа	42
Промежуточная аттестация – экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Очная форма обучения						
Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				СР ¹ , часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		ЗЛеТ ₂	ЗСеТ ₃	ЗЛаТ ₄	Всего	
Введение. Классификация нелинейных задач МДТТ. Основные средства и инструменты решения нелинейных задач в ANSYS.	12	4		4	8	4
Геометрически нелинейные задачи МДТТ.	16	6		6	12	4
Физически нелинейные задачи МДТТ.	16	6		6	12	4

Очная форма обучения						
Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				СР ¹ , часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		ЗЛеТ ₂	ЗСеТ ₃	ЗЛаТ ₄	Всего	
Контактные нелинейные задачи МДТТ.	16	6		6	12	4
Высокопроизводительные вычисления и особенности распараллеливания решения задач в системе ANSYS.	12	4		4	8	4
Решение комплексных нелинейных задач в ANSYS	19	6		6	12	7
Выполнение итоговой работы	15					15
¹ Самостоятельная работа обучающегося.						
² Занятия лекционного типа.						
³ Занятия семинарского типа.						
⁴ Занятия лабораторного типа.						

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий лабораторного типа. Промежуточная аттестация (экзамен) проходит в форме собеседования по отчету об итоговой лабораторной работе.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде лабораторной (в специализированной аудитории - терминал-классе) и самостоятельной работы студентов.

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы (порядок их выполнения, форма контроля):

- самостоятельная теоретическая подготовка к занятиям лабораторного типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях),
- подготовка и отчет по выполненным в специализированной аудитории лабораторным работам.

Формами контроля самостоятельной работы студентов, соответственно, являются:

- сдача теоретического допуска к лабораторной работе (может проходить как в письменной форме, так и в форме устного собеседования)
- защита отчета о выполненной лабораторной работе – в виде собеседования.
- Самостоятельное выполнение итоговой лабораторной работы с индивидуальным заданием.

Экзамен выставляется по итогам успешной сдачи итоговой работы при условии успешной сдачи всех запланированных на семестр работ.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и тематика итоговых работ для 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 тестовых заданий, вопросов для собеседования, заданий для итоговой лабораторной работы, по итогам которой выставляется экзамен.

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
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.	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		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»
	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. Вопросы для собеседования

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Записать соотношения деформации – перемещения для случая малых деформаций, но конечных перемещений	ОПК-1
2. Установить, какие варианты соотношений деформации – перемещения подходят для моделирования задачи потери устойчивости упругих систем.	ОПК-1
3. Какие варианты соотношений деформации – напряжения подходят для моделирования задачи закритического поведения деформируемых систем.	ОПК-1
4. Гиперупругие материалы. Примеры соотношений. Задание свойств.	ОПК-1
5. Модели пластического деформирования	ОПК-1
6. Изотропное и кинематическое упрочнение	ОПК-1
7. Пластического шарнира при изгибе балки. Условие образования.	ОПК-1
8. В чем заключается нелинейность контактных задач	ОПК-1
9. Особенности контактного алгоритма в ANSYS	ОПК-2
10. Метод Ньютона-Рафсона в ANSYS	ОПК-2
11. Метод длины дуги «arc length». В каких задачах применим	ОПК-2
12. Использование интерфейса ANSYS при создании модели конструкции	ОПК-4
13. Использование интерфейса ANSYS при задании сценария решения нелинейной задачи	ОПК-4

5.2.2. Задания для лабораторных работ.

Задания для лабораторных работ приведены в [1].

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

№	а) основная литература:	К-во ¹
1.	Леонтьев Н.В. Нелинейные задачи механики деформируемого твердого тела. Практикум. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. - 71 с. Электронное издание http://www.unn.ru/books/met_files/lab_Leon.doc	Э
2.	Оден Дж. Конечные элементы в нелинейной механике сплошных сред. М.: Мир, 1976 464 с. (4 экз.)	Э, 3 экз.
3.	Васидзу К. «Вариационные методы в теории упругости и пластичности» изд. «Мир» 1987г; (4 экз)	Э
4.	Ansys Help System 14.0, 14.5, 17.2. Ansys Inc.	

№	б) дополнительная литература:	К-во ¹
1.	Александров В.М., Мхитарян С.М. Контактные задачи для тел с тонкими покрытиями и прослойками. М.: Наука, 1983 . 458 с. (6 экз.)	Э
2.	Лурье А. И. Нелинейная теория упругости. М.: Наука. 1980. (4 экз.)	Э
3.	Биргер И.А. «Соппротивление материалов» изд. Москва «Наука» 1986г. (4 экз.)	1
4.	Босов С.И., Леонтьев Н.В., Двоешерстов М.Ю. МКЭ-моделирование FBAR-резонаторов // Вестник ННГУ. № 1(1) Радиофизика. 2014. С. 63-68. http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik/19931778_2014_-_1-1(1)_unicode/9.pdf	Э

№	в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)	«Л» или «С» ²
1.	http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/solid.htm	С
2.	http://www.cadfem-cis.ru/	С
3.	https://www.facebook.com/cadfemcis	С
4.	http://www.youtube.com/user/CADFEM	С
5.	http://www.cae-club.ru/forum	
6.	Научно-образовательный центр при МИАН – http://www.mi.ras.ru/	
7.	Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ – http://lib.mexmat.ru/	
8.	электронная библиотека - http://www.hi-edu.ru	С
9.	электронные поисковые системы Yandex, Google и т.д.	С

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс с установленным ПО ANSYS Academic Research Mechanical and CFD.

¹Указывается количество экземпляров в библиотеке ННГУ. Если издание доступно в электронном виде (указана ссылка), указывается буква «Э».

²Указывается буква «Л», если программное обеспечение – лицензионное, или «С» – в свободном доступе.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.05.01
Фундаментальные математика и механика.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики
от 2 июня 2021 года, протокол № 8.

Автор(ы)	_____	к.т.н., доцент Леонтьев Н.В.
----------	-------	---------------------------------

Рецензент(ы)	_____
--------------	-------

Заведующий кафедрой теоретической, компьютерной и экспериментальной механики	_____	д.ф.-м.н., профессор Игумнов Л.А.
--	-------	--------------------------------------