

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Факультет математики и информационных технологий
Кафедра теории упругости и вычислительной математики
имени академика А.С. Космодамианского

УТВЕРЖДАЮ
проректор

«17» апреля 2025 г.
МП

П.А. Машаров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

НЕКЛАССИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕОРИИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Укрупненная группа направлений подготовки	01.00.00 Математика и механика
Программа высшего образования	Программа магистратуры
Направление подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) образовательной программы	Прикладная математика и информатика
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Неклассические модели теории деформирования»** для обучающихся по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика (Профиль: Прикладная математика и информатика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 г. № 13 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2025 года.

Разработчик:

профессор кафедры теории упругости
и вычислительной математики
имени академика А.С. Космодамианского
д-р физ.-мат. наук, доцент

И.А. Моисеенко

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики им. акад. А.С. Космодамианского.
Протокол от 03.04.2025 г. № 10.

И.о. заведующего кафедрой

И. А. Моисеенко

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета математики и
информационных технологий
16.04.2025 г.

И. А. Моисеенко

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.
Протокол от 16.04.2025 г. № 3.
Председатель

Л. И. Селякова

Руководитель основной образовательной
программы, д-р физ.-мат. наук, доц.
03.04.2025 г.

Р. Н. Нескороев

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:
базовая подготовка бакалаврского цикла по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика, рассредоточенная (обязательная), Производственная практика: научно-исследовательская работа (обязательная), Производственная практика: преддипломная практика (обязательная).

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы (далее – ОП)	01.04.02 Прикладная математика и информатика (Профиль: Прикладная математика и информатика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.1 Неклассические модели теории деформирования
Часть образовательной программы	Вариативная часть
Количество зачетных единиц / всего часов	4 / 144

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	1	2	17	34	-	93	144	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Подготовка будущего магистра к самостоятельной работе по проведению вычислительных экспериментов, связанных с применением современных моделей и методов математической теории волнового деформирования, подходов к абстрагированию при изучении реальных процессов, моделей деформируемой среды, методов постановки и решения задач при использовании различных неклассических моделей волнового деформирования изотропных протяженных цилиндрических тел, методов численной реализации решений на современных ЭВМ.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

ПК-4. Способен самостоятельно проводить научные исследования или руководить коллективом с целью получения новых научных и/или прикладных результатов, применяя современные математические модели и методы, прикладное программное обеспечение.

4.2. Индикаторы компетенций

ПК-4.1. Применяет современные математические модели и методы, а также прикладное программное обеспечение и методы реализации математических алгоритмов на языках программирования для исследования неклассических моделей теории деформирования.

4.3. Результаты обучения

ПК-2.1.1. Знает принципы разработки математических методов для решения задач научной и проектно-технологической деятельности.

ПК-2.1.2. Умеет применять системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности.

ПК-2.1.3. Аргументированно выбирает методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения профессиональных задач.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Неклассические модели теории деформирования	
1. Решение уравнений в системе Maple	1.1. Решение алгебраических и трансцендентных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений. 1.2. Аналитические и приближенные решения дифференциальных уравнений. 1.3. Приближенные решения систем дифференциальных уравнений.
2. Графика в системе Maple	2.1. Двумерная графика. 2.2. Трёхмерная графика.
3. Программирование в среде Maple	3.1. Синтаксис и семантика инструкций, реализующих основные алгоритмические конструкции. 3.2. Функциональная парадигма в Maple. 3.3. Организация библиотек. 3.4. Ввод и вывод данных.
4. Волновые процессы в протяженных радиально неоднородных изотропных цилиндрах. Математическая модель	4.1. Общие уравнения линейной трехмерной модели волнового деформирования цилиндрических тел. 4.2. Понятия фазовой и групповой скорости нормальных упругих бегущих волн.
5. Осесимметричные волны крутильного типа	5.1. Двухфакторная модель радиальной неоднородности. 5.2. Базисные решения и дисперсионные

	соотношения. 5.3. Постановка вычислительного эксперимента. 5.4. Проведение вычислительного эксперимента и анализ его результатов.
6. Осесимметричные волны продольно-сдвигового типа	6.1. Двухфакторная модель радиальной неоднородности. 6.2. Базисные решения и дисперсионные соотношения. 6.3. Постановка вычислительного эксперимента. 6.4. Проведение вычислительного эксперимента и анализ его результатов.
7. Вторые гармоники нормальных упругих волн в протяженных изотропных цилиндрах. Математическая модель	7.1. Нелинейный симметричный тензор деформаций Грина. 7.2. Несимметричный первый и симметричный второй тензоры напряжений Пиола - Кирхгофа. 7.3. Удельная внутренняя энергия упругого деформирования. 7.4. Представление упругого потенциала Мурнагана через инварианты тензора деформаций. 7.5. Общие уравнения нелинейной трехмерной модели волнового деформирования цилиндрических тел.
8. Вторые осесимметричных волн крутильного типа	8.1. Базисное решение линейного приближения для случая осесимметричных волн крутильного типа. 8.2. Базисное решение линейного приближения для случая осесимметричных волн продольно-сдвигового типа. 8.3. Частное решение для первого нелинейного приближения осесимметричных волн крутильного типа. 8.4. Постановка вычислительного эксперимента. 8.5. Проведение вычислительного эксперимента и анализ его результатов.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 1, семестр – 1

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Неклассические модели теории деформирования	17	34	–	93	144
1. Решение уравнений в системе Maple	2	4	–	11	17
2. Графика в системе Maple	2	4	–	11	17
3. Программирование в среде Maple	2	4	–	11	17
4. Волновые процессы в протяженных радиально неоднородных изотропных цилиндрах. Математическая модель	2	4		11	17
5. Осесимметричные волны крутильного	2	4		11	17

типа					
6. Осесимметричные волны продольно-сдвигового типа	2	4		11	17
7. Вторые гармоники нормальных упругих волн в протяженных изотропных цилиндрах. Математическая модель	2	4		11	17
8. Вторые гармоники осесимметричных волн крутильного типа	3	6		16	25
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	17	34	–	93	144

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Решение алгебраических и трансцендентных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений.
2. Аналитические и приближенные решения дифференциальных уравнений.
3. Приближенные решения систем дифференциальных уравнений.
4. Двумерная графика в системе Maple.
5. Трёхмерная графика в системе Maple.
6. Синтаксис и семантика инструкций, реализующих основные алгоритмические конструкции.
7. Функциональная парадигма в Maple.
8. Организация библиотек.
9. Ввод и вывод данных.
10. Общие уравнения линейной трехмерной модели волнового деформирования цилиндрических тел.
11. Понятия фазовой и групповой скорости нормальных упругих бегущих волн.
12. Двухфакторная модель радиальной неоднородности.
13. Базисные решения и дисперсионные соотношения.
14. Постановка вычислительного эксперимента.
15. Проведение вычислительного эксперимента и анализ его результатов.
16. Двухфакторная модель радиальной неоднородности.
17. Базисные решения и дисперсионные соотношения.
18. Постановка вычислительного эксперимента.
19. Проведение вычислительного эксперимента и анализ его результатов.
20. Нелинейный симметричный тензор деформаций Грина.
21. Несимметричный первый и симметричный второй тензоры напряжений Пиола - Кирхгофа.
22. Удельная внутренняя энергия упругого деформирования.
23. Представление упругого потенциала Мурнагана через инварианты тензора деформаций.
24. Общие уравнения нелинейной трехмерной модели волнового деформирования цилиндрических тел.
25. Базисное решение линейного приближения для случая осесимметричных волн крутильного типа.
26. Базисное решение линейного приближения для случая осесимметричных волн продольно-сдвигового типа.
27. Частное решение для первого нелинейного приближения осесимметричных волн крутильного типа.
28. Постановка вычислительного эксперимента.

29. Проведение вычислительного эксперимента и анализ его результатов.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике:

1. Двумерная графика в системе Maple.
2. Двухфакторная модель радиальной неоднородности.
3. Базисное решение линейного приближения для случая осесимметричных волн крутильного типа.

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

7.3. Образец содержания экзаменационного билета

1. Функциональная парадигма в Maple.
2. Понятия фазовой и групповой скорости нормальных упругих бегущих волн.
3. Частное решение для первого нелинейного приближения осесимметричных волн крутильного типа.

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Экзамен проводится с целью повышения оценки. К баллам, полученным студентом в семестре, применяется коэффициент 0,5.

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа студента в аудитории	5
	Самостоятельная работа, лабораторные работы	75
	Контрольная работа по теоретическому материалу	25
ИТОГО		100
Экзамен		50
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено

80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6), в Учебно-практическом вычислительном центре ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6, корпус 12).

Для проведения лекций требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской / сенсорным экраном / мультимедийный проектор с экраном и ноутбуком, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя.

Для проведения практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской / сенсорным экраном / мультимедийный проектор с экраном и ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя.

Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная маркерной доской или сенсорным экраном / мультимедийный проектор с экраном и ноутбук, персональные компьютеры, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в аудиториях Главного корпуса (ауд. 511, 605, 610).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

10.1. Основная литература

1. Дзундза А.И. Программное обеспечение ЭВМ. Maple. Учебное пособие. / А.И. Дзундза, М.Д. Гремалюк, И.А. Моисеенко, С.А. Прийменко. – Донецк: ДонГУ, 2015. – 130 с.
2. Новацкий В. Теория упругости / В. Новацкий ; пер. с пол. Б. Е. Победри. – М. : Мир, 1975. – 872 с.
3. Тимошенко С. П. Курс теории упругости / С. П. Тимошенко ; под ред. Э.И. Григолюка. – К. : Наук. думка, 1972. – 507 с.

10.2. Дополнительная литература

4. Безухов, Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести. – М.: Высш. шк., 1968. – 512 с.

11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. **Официальная страница Eclipse** URL: <https://www.eclipse.org/eclipse/> (дата обращения: 31.01.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.
5. **Официальная страница Java SDK** URL: <https://www.oracle.com/java/technologies/downloads/> (дата обращения: 31.01.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.
6. **Справочник по Java и XML** URL: <https://betacode.net/> (дата обращения: 31.01.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.
7. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
8. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
9. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
10. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
11. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF, Eclipse (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).