

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

« 29 » марта 2024 г.
МП

П.А. Машаров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

Укрупненная группа направлений подготовки	01.00.00 Математика и механика
Программа высшего образования	Программа магистратуры
Направление подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Магистерская программа	Прикладная математика и информатика
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Современные проблемы прикладной математики и информатики» для обучающихся по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика (Магистерская программа: 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 2024 года.

Разработчик:

доцент кафедры теории упругости
и вычислительной математики
им. акад. А.С. Космодамианского,
канд. физ.-мат. наук



Е.С. Глушанков

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики им. акад. А.С. Космодамианского.
Протокол от 26.03.2024 г. № 10

Врио заведующего кафедрой



Р.Н. Нескородев

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета математики и
информационных технологий
28.03.2024 г.



И.А. Моисеенко

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.
Протокол от 27.03.2024 г. № 3.
Председатель



Л. И. Селякова

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,
д-р физ.-мат. наук, доцент
26.03.2024 г.



Р.Н. Нескородев

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Математический анализ, Алгебра и геометрия, Численные методы, Теория вероятностей и математическая статистика.

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

дисциплины программы магистратуры: Прикладные модели анализа данных и машинного обучения.

практики: Производственная практика: преддипломная практика.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	01.04.02 Прикладная математика и информатика (Магистерская программа: Прикладная математика и информатика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.7. Современные проблемы прикладной математики и информатики
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	5 / 180

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	1	34	34	–	112	180	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями дисциплины «Современные проблемы прикладной математики и информатики» являются ознакомление студентами с основными теоретическими сведениями и практическими навыками использования современных математических методов решения задач прикладной математики и информатики; с перспективами развития и существующими открытыми проблемами прикладной математики и информатики.

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

4.1. Компетенции

УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия.

УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.

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

УК-4.3. Изучает и применяет актуальные методы решения задач прикладной математики, описанные в современной академической и профессиональной литературе.

УК-6.1. Оценивает пригодность конкретных математических методов для решения актуальных задач прикладной математики и информатики.

ПК-4.2. Проводит исследования с целью получения научных и прикладных результатов в сфере решения открытых проблем теории чисел, вычислительной математики, теории алгоритмов.

4.3. Результаты обучения

УК-4.3.1. Знаком с современной академической и профессиональной литературой по актуальным проблемам и методам прикладной математики и информатики.

УК-4.3.2. Умеет применять современные математические методы для решения актуальных задач прикладной математики и информатики.

УК-4.3.3. Владеет информацией о современном состоянии и перспективах развития прикладной математики и информатики.

УК-6.1.1. Знает достоинства и недостатки, особенности различных современных математических методов.

УК-6.1.2. Умеет выбирать и использовать наиболее оптимальные математические методы для решения различных задач прикладной математики и информатики.

УК-6.1.3. Оценивает современные математические методы с точки зрения оптимальности для решения конкретных задач прикладной математики и информатики.

ПК-4.2.1. Знает разложение Холецкого; QR-разложение матриц; собственное и сингулярное разложение матриц; список открытых проблем теории чисел, вычислительной математики, теории математических алгоритмов.

ПК-4.2.2. Умеет применять алгоритм имитации отжига, LU-разложение матриц, находить решения плохо обусловленных и переопределённых систем уравнений.

ПК-4.2.3. Владеет навыками интегрирование функций одной и многих переменных, L1-регуляризации, L2-регуляризации.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Современные численные методы решения прикладных задач.	
Методы Монте-Карло.	Интегрирование функций одной переменной. Интегрирование функций многих переменных. Алгоритм имитации отжига.
Разложения матриц.	LU-разложение матриц. Разложение Холецкого. QR-разложение матриц. Собственное разложение матриц. Сингулярное разложение матриц.
Проблемы, возникающие при решении систем линейных алгебраических уравнений.	Вырожденные системы уравнений. Несовместные системы уравнений. Плохо обусловленные системы уравнений. Переопределённые системы уравнений. L ₂ -регуляризация. L ₁ -регуляризация.

Раздел 2. Открытые проблемы прикладной математики и информатики.	
Открытые проблемы математики.	Известные списки открытых математических проблем. Открытые проблемы теории чисел. Открытые проблемы вычислительной математики. Открытые проблемы теории математических алгоритмов.
Открытые проблемы информатики.	Открытые проблемы теории алгоритмов. Открытые проблемы вычислительной сложности алгоритмов.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Современные численные методы решения прикладных задач.	26	26	–	86	138
Методы Монте-Карло.	4	4	–	12	20
Разложения матриц.	8	8	–	26	42
Особые случаи систем линейных алгебраических уравнений.	14	14	–	48	76
Раздел 2. Открытые проблемы прикладной математики и информатики.	8	8	–	26	42
Открытые проблемы математики.	4	4	–	12	20
Открытые проблемы информатики.	4	4	–	14	22
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	34	34	–	112	180

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

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Метод Монте-Карло интегрирования функций одной переменной.
2. Метод Монте-Карло интегрирования функций многих переменных.
3. Алгоритм имитации отжига.
4. LU-разложение матрицы.
5. Разложение Холецкого.
6. QR-разложение матриц.
7. Собственное разложение матриц.
8. Сингулярное разложение матриц.
9. Вырожденные системы линейных алгебраических уравнений.
10. Несовместные системы линейных алгебраических уравнений.
11. Плохо обусловленные системы линейных алгебраических уравнений.
12. Переопределённые системы линейных алгебраических уравнений.
13. Псевдорешение системы линейных алгебраических уравнений.
14. L_2 -регуляризация.
15. L_1 -регуляризация.

Раздел 2

16. Проекты распределённых вычислений для проверки гипотез.
17. Проблема Гольдбаха.
18. Множество простых чисел-близнецов.
19. Гипотеза Била.
20. Гипотеза Коллатца.
21. Существование совершенного кубоида.
22. Предельный порядок точности методов Рунге-Кутты.
23. Проблема «умирающей матрицы» для матриц порядка 2×2 .
24. Порядок сложности быстрых алгоритмов умножения чисел.
25. Порядок сложности быстрых алгоритмов умножения матриц.
26. Сложность факторизации целых чисел.
27. Сложность дискретного логарифмирования.
28. Проблема $P=NP$.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике по темам:

- нахождение псевдорешения переопределённых систем уравнений;
- регуляризация плохо обусловленных систем уравнений;
- быстрое умножение матриц.

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

7.3. Темы индивидуальных заданий

- метод Монте-Карло интегрирования функций одной переменной;
- метод Монте-Карло интегрирования функций многих переменных;
- разложения матриц;
- нахождение псевдорешения переопределённых систем уравнений;
- регуляризация плохо обусловленных систем уравнений;
- быстрое умножение матриц.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку (зачет). Те, кого набранные баллы не устраивают, сдают индивидуальные задания, выполняют зачетную контрольную работу. Максимальное количество баллов за зачетную контрольную работу – 70. Оценка за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на зачетной контрольной работе и выставляется согласно принятому порядку.

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Индивидуальные задания	45
	Контрольные работы по практике	20
2	Индивидуальные задания	15
	Контрольные работы по практике	10
	Контрольная работа по проверке теоретических знаний	10
ИТОГО		100
Зачетная контрольная работа		70
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале
		Зачет
90-100	A	зачтено
80-89	B	зачтено
75-79	C	зачтено
70-74	D	зачтено
60-69	E	зачтено
35-59	FX	не зачтено
0-34	F	не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;

– в форме электронного документа.

10. 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.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Соболев И.М. Метод Монте-Карло / И.М. Соболев. – М.: Наука, 1983. – 78 с.
2. Тихонов А.Н. Численные методы решения некорректных задач / А.Н. Тихонов, А.В. Гончарский, В.В. Степанов, А.Г. Ягола. – М.: Наука, 1990. – 231 с.
3. Boyd S. Convex Optimization / S. Boyd, L. Vandenberghe. — Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2004. – 716 p. – URL: https://stanford.edu/~boyd/cvxbook/bv_cvxbook.pdf (дата обращения: 24.03.2024). – Режим доступа: свободный.
4. Open Problems in Mathematics / ed. J.F. Nash, M.Th. Rassias. – Cham: Springer Intl Publ. Switzerland, 2016. – XIII, 543 p.

11.2. Дополнительная литература

5. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц / Ф.Р. Гантмахер. – М.: Наука, 1988. – 552 с.
6. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы / С.М. Ермаков. – М.: Наука, 1975. – 472 с.
7. Стюарт И. Величайшие математические задачи / И. Стюарт. – М.: Альпина нон-фикшн, 2015. – 460 с.
8. Федотов А. М. Некорректные задачи со случайными ошибками в данных / А. М. Федотов. – Новосибирск : Наука, 1990. – 279 с.
9. Shanks D. Solved and Unsolved Problems in Number Theory / D. Shanks. – New York: AMS Chelsea, 2002. – XIV, 256 p.

12. 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. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.

13. 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. Python 3.12.2 (лицензия PSF для свободного программного обеспечения)
5. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).