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

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 03C1BBABF83E153235592ADEEC463FDD
Владелец МАШАРОВ ПАВЕЛ АНАТОЛЬЕВИЧ
Действителен с 06.07.2026 по 29.09.2027
Должность проректор

УТВЕРЖДАЮ
проректор

_____ П.А. Машаров
«16» апреля 2026 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИКЛАДНЫЕ МОДЕЛИ АНАЛИЗА ДАННЫХ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

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 информационные технологии
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2026

Рабочая программа дисциплины **«Прикладные модели анализа данных и машинного обучения»** для обучающихся по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика (Профиль: Прикладная математика и информационные технологии), 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 2026 года.

Разработчик:
доцент кафедры теории упругости
и вычислительной математики
им. акад. А.С. Космодамианского,
канд. физ.-мат. наук, доцент Е.В. Авдюшина

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики им. акад. А.С. Космодамианского.
Протокол от 09.04.2026 № 12

И.о. заведующего кафедрой Р. Н. Нескородев

СОГЛАСОВАНО:

Врио декана факультета математики и
информационных технологий Н.Е. Мащенко
16.04.2026

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.
Протокол от 15.04.2026 № 3
Председатель Ю.В. Абраменкова

Руководитель основной образовательной
программы, д-р физ.-мат. наук, доц. Р.Н. Нескородев
09.04.2026

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, Численные методы, Теория вероятностей и математическая статистика, Специализированный язык программирования Python в численных методах исследования моделей деформирования;

дисциплины программы магистратуры: Современные численные методы решения прикладных задач.

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

дисциплины программы магистратуры: Методы принятия решений.

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 информационные технологии)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.4. Прикладные модели анализа данных и машинного обучения
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор вуза
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					
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	Форма контроля
Очная	1	2	17	34	–	93	144	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями дисциплины «Прикладные модели анализа данных и машинного обучения» являются освоение студентами основных теоретических сведений и практических навыков в области анализа данных и машинного обучения, ознакомление с современными методами решения задач классификации объектов, восстановления регрессии, кластеризации, ранжирования, основанными на современном математическом аппарате.

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

4.1. Компетенции

ПК-2. Способен разрабатывать и руководить процессом разработки и проектирования программного обеспечения для решения задач профессиональной деятельности.

4.2. Индикаторы компетенций

ПК-2.2. Разрабатывает и исследует полученные математические модели конкретных задач в области анализа данных и машинного обучения.

4.3. Результаты обучения

ПК-2.2.1. Знаком с основными подходами к построению математических моделей в области анализа данных и машинного обучения.

ПК-2.2.2. Умеет выбирать и использовать математические методы и программные средства для решения конкретных задач анализа данных и машинного обучения.

ПК-2.2.3. Аргументированно выбирает методы решения конкретных задач анализа данных и машинного обучения, применяет их для построения математических моделей с последующим установлением свойств объектов и связей между объектами.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Прикладные модели анализа данных и машинного обучения	
Основные понятия в машинном обучении.	История машинного обучения. Постановка задачи машинного обучения. Типы задач машинного обучения. Признаки. Модель и алгоритм обучения. Обучение на основе минимизации эмпирического риска. Переобученность и недообученность модели.

Задачи восстановления регрессии. Задачи классификации.	Метрические алгоритмы: метрический алгоритм классификации, метод ближайшего соседа, метод k ближайших соседей, метод k взвешенных ближайших соседей, отступ объекта. Разведочный анализ и корреляция. Коэффициенты корреляции Пирсона, Спирмена, Кенделла. Методы восстановления регрессии: постановка задачи восстановления регрессии, критерии оценки коэффициентов уравнения регрессии, метод наименьших квадратов, многомерная линейная регрессия, коэффициент детерминации, проблема мультиколлинеарности, Ridge regression. Lasso Линейная классификация: постановка задачи линейной классификации, функционал ошибки для классификации, оценка функции потерь, обучение классификатора, метрики качества классификации, несбалансированные выборки. Многоклассовые задачи: One-vs-all, матрица ошибок. Решающие деревья и случайные леса: логические правила, понятие решающего дерева, жадное построение решающего дерева, энтропия, алгоритм поиска разбиения, неустойчивость решающих деревьев, усреднение деревьев, композиции алгоритмов; Majority vote и усреднение наблюдений, бустинг, Бэггинг, случайный лес. Поиска разбиения в случае бэггинга. Алгоритм построения случайного леса. Градиентный бустинг.
Метрики качества регрессии и классификации	Метрики качества регрессии: среднеквадратичная ошибка. средняя абсолютная ошибка, математическое ожидание, медиана, мода, оптимальный прогноз, квантили, коэффициент детерминации. Метрики качества классификации: доля правильных ответов, матрица ошибок, точность, полнота, среднее арифметическое, минимум, F-мера, оценка принадлежности классу. PR-кривая. AUC PR. ROC-кривая. AUC ROC. Метрика Gini.

Анализ данных. Feature importance, feature extraction, feature selection	Постановка задачи понижения размерности. Важность признаков (feature importance). One hot encoding. Избыточные признаки. Шумовые признаки. Методы понижения размерности. Отбор признаков (feature selection) и извлечение признаков (feature extraction). Одномерные методы. Отбор с помомощью моделей (embedded methods). Метод главных компонент.
Задача классификации и ранжирования	Задача кластеризации: постановка задачи кластеризации, жёсткая и мягкая кластеризация, метод K средних, выбор количества кластеров, DBSCAN (Density-based clustering), иерархическая кластеризация. Задача ранжирования: постановка задачи ранжирования, метрики качества ранжирования, подходы в обучении модели ранжирования.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Прикладные модели анализа данных и машинного обучения	**17**	**34**	**–**	**93**	**144**
Основные понятия в машинном обучении.	4	6	–	8	16
Задачи восстановления регрессии. Задачи классификации.	6	14		46	68
Метрики качества регрессии и классификации.	2	4	–	16	22
Анализ данных. Feature importance, feature extraction, feature selection	2	4	–	8	14
Задача классификации и ранжирования	3	6	–	15	24
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОП	**17**	**34**	**–**	**93**	**144**

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

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Постановка задачи машинного обучения.
2. Типы задач машинного обучения.
3. Признаки.
4. Модель и алгоритм обучения.
5. Обучение на основе минимизации эмпирического риска.
6. Степени обученности модели.
7. Переобученность и недообученность.
8. Метрический алгоритм классификации.
9. Метод ближайшего соседа.

10. Метод *k* ближайших соседей.
11. Метод *k* взвешенных ближайших соседей.
12. Отступ объекта.
13. Корреляция.
14. Коэффициенты корреляции Пирсона, Спирмена, Кенделла.
15. Постановка задачи восстановления регрессии.
16. Критерии оценки коэффициентов уравнения регрессии.
17. Метод наименьших квадратов.
18. Многомерная линейная регрессия.
19. Коэффициент детерминации.
20. Проблема мультиколлинеарности.
21. Ridge regression. Lasso.
22. Постановка задачи линейной классификации.
23. Функционал ошибки для классификации.
24. Оценка функции потерь.
25. Обучение классификатора.
26. Метрики качества классификации.
27. Несбалансированные выборки.
28. One-vs-all.
29. Матрица ошибок.
30. Логические правила.
31. Понятие решающего дерева.
32. Жадное построение решающего дерева.
33. Энтропия.
34. Алгоритм поиска разбиения.
35. Неустойчивость решающих деревьев.
36. Усреднение деревьев.
37. Композиции алгоритмов. Majority vote и усреднение наблюдений.
38. Бустинг.
39. Бэггинг. Случайный лес.
40. Поиска разбиения в случае бэггинга.
41. Алгоритм построения случайного леса.
42. Градиентный бустинг.
43. Среднеквадратичная ошибка.
44. Средняя абсолютная ошибка.
45. Математическое ожидание.
46. Медиана.
47. Мода.
48. Оптимальный прогноз.
49. Квантили.
50. Коэффициент детерминации.
51. Доля правильных ответов.
52. Матрица ошибок.
53. Точность.
54. Полнота.
55. Среднее арифметическое.
56. Минимум.
57. F-мера.
58. Оценка принадлежности классу.
59. PR-кривая. AUC PR.
60. ROC-кривая. AUC ROC.
61. Метрика Gini.

62. Постановка задачи понижения размерности.
63. Избыточные признаки. Шумовые признаки.
64. Методы понижения размерности.
65. Важность признаков (feature importance).
66. Отбор признаков (feature selection) и извлечение признаков (feature extraction).
67. Одномерные методы.
68. Отбор с помомощью моделей (embedded methods).
69. Метод главных компонент.
70. Постановка задачи кластеризации.
71. Жёсткая и мягкая кластеризация.
72. Метод K средних.
73. Выбор количества кластеров.
74. DBSCAN (Density-based clustering).
75. Иерархическая кластеризация.
76. Постановка задачи ранжирования.
77. Метрики качества ранжирования.
78. Подходы в обучении модели ранжирования.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

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

7.3. Темы индивидуальных заданий

– Восстановление линейной регрессии.
– One Hot Encoding.
– Сравнение методов градиентного бустинга из библиотек Scikit-learn и Catboost.
– Восстановление нелинейной регрессии с помощью решающих деревьев и случайного леса;
– Задача кластеризации.
– Итоговое индивидуальное задание (восстановление линейной регрессии, обучение моделей решающего дерева, бустинг и бэггинг, задача кластеризации).

7.4. Образец содержания экзаменационного билета

ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра теории упругости и вычислительной математики
имени академика А.С. Космодамианского

Направление подготовки:	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Магистерская программа:	Прикладная математика и информатика
Программа подготовки:	магистратура
Семестр:	1
Учебная дисциплина:	«Прикладные модели анализа данных и машинного обучения»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Метод k ближайших соседей.
2. Метрики качества классификации.
3. Определить коэффициенты уравнения линейной регрессии зависимости показателя Y от признака X.

X	1	2	3	4	5

Y	2	5	9	14	19

Утверждено на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского.
Протокол № __ от «__» _____ 20__ года.

Заведующий кафедрой _____ _____

Экзаменатор _____ _____

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.

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
2	Индивидуальные задания	43
3	Индивидуальные задания	47
4	Контрольная работа по проверке теоретических знаний	10
ИТОГО		100
Промежуточная аттестация		100
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале
		Экзамен
90-100	A	отлично
80-89	B	хорошо
75-79	C	
70-74	D	удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	неудовлетворительно
0-34	F	

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, 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 учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд. 605).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины могут применяться 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. Горшенин, А. К. Методы машинного обучения. Классические алгоритмы: учебное пособие / А. К. Горшенин. — Москва : РТУ МИРЭА, 2026. — 121 с. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/523312 (дата обращения: 08.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Потапова, К. А. Прикладная разработка систем искусственного интеллекта на языке Питон: алгоритмы кластеризации больших наборов данных : учебно-методическое пособие / К. А. Потапова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2025. — 67 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/516283 (дата обращения: 08.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Потапова, К. А. Основы машинного обучения на языке Питон : учебно-методическое пособие / К. А. Потапова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2025. — 66 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/493361 (дата обращения: 08.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10.2. Дополнительная литература

4. Смоленцева, Т. Е. Технологии и инструментарий машинного обучения (01.03.04, 09.03.03) : учебное пособие / Т. Е. Смоленцева. — Москва : РТУ МИРЭА, 2025. — 82 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/493562 (дата обращения: 08.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Митина, О. А. Технологии и инструментарий машинного обучения : учебное пособие / О. А. Митина, В. В. Жаров. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023. — 203 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/368633 (дата обращения: 08.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Бондаренко Н.С. Анализ данных в научных исследованиях: учеб.-метод. пособие / Н.С. Бондаренко. – Донецк: ДонНУ, 2018. – 173 с.

11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU**: сайт / НЭБ (ООО). – Москва, 2000- . – URL: https://elibrary.ru (дата обращения: 08.04.2026). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
2. **Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»**: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: https://cyberleninka.ru/ (дата обращения: 08.04.2026). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
3. **Национальная подписка**: сайт / РЦНИ. – Москва, 2020- . – URL: https://podpiska.rcsi.science/ (дата обращения: 08.04.2026). – Режим доступа: для авторизов.пользователей ДонГУ. – Текст: электронный.
4. **Национальная электронная библиотека** (НЭБ): федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: https://rusneb.ru/ (дата обращения: 08.04.2026). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
5. **Образовательная платформа Юрайт**: сайт. – Москва, 2013- . – URL: https://urait.ru/library/svobodnyy-dostup/ (дата обращения: 08.04.2026). – Режим доступа: издания свободного доступа, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронная библиотека РГБ**: раздел сайта / РГБ. – Текст: электронный // Российская государственная библиотека: официальный сайт. – https://ldiss.rsl.ru/electroniclibrary. – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – Виртуальный читальный зал РГБ на территории НБ ДонГУ.
7. **Электронно-библиотечная система Лань**: сайт / ЭБС Лань. – С.-Петербург, 2011- . – URL: https://e.lanbook.com (дата обращения: 08.04.2026). – Режим доступа: издания Сетевой электронной библиотеки, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
8. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: http://library.donnu.ru/ (дата обращения: 08.04.2026). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
9. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: http://library.donnu.ru/catalog/ (дата обращения: 08.04.2026). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
10. **Электронный архив ДонГУ**: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: http://repo.donnu.ru/ (дата обращения: 08.04.2026). – Режим доступа: свободный.

12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. РЕД ОС, Astra Linux (OEM).
2. OpenOffice, LibreOffice.