

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

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 10 от 27.08.2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы компьютерного зрения

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы
Математическое моделирование и искусственный интеллект

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.01 Основы компьютерного зрения относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-Ф2: Способен проектировать, разрабатывать, внедрять, развертывать и управлять моделями машинного обучения	<p>ПК-Ф2.1: Знает основные алгоритмы и методы машинного обучения</p> <p>ПК-Ф2.2: Знает основные концептуальные и теоретические модели искусственного интеллекта и машинного обучения</p> <p>ПК-Ф2.3: Умеет использовать методы машинного обучения на практике, оценивать качество методов, разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели машинного обучения</p>	<p>ПК-Ф2.1:</p> <p>ПК-Ф2.1. Знает основные алгоритмы и методы машинного обучения, основы языка Python или среды вычислений R.</p> <p>ПК-Ф2.2:</p> <p>ПК-Ф2.2. Знает основные концептуальные и теоретические модели искусственного интеллекта и машинного обучения:</p> <p>Обучение с учителем</p> <p>Обучение без учителя</p> <p>Обучение с подкреплением</p> <p>Обучение с частичным участием учителя</p> <p>Глубокое обучение.</p> <p>ПК-Ф2.3:</p> <p>ПК-Ф2.3. Умеет использовать методы машинного обучения на практике, оценивать качество методов, работать с библиотекой Scikit-Learn или средой для статистических вычислений R, разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели машинного обучения.</p>	Задачи	Зачёт: Задачи
ИП-2: Способен оптимизировать	ИП-2.1: Выполняет мониторинг	ИП-2.1: ИП-2.1. 3-1. Знает методы и	Собеседование	Зачёт:

<p>производительность программного обеспечения</p>	<p>производительности программного обеспечения ИП-2.2: Выполняет оптимизацию программного кода</p>	<p>средства мониторинга производительности компьютерного программного обеспечения. ИП-2.1. 3-2. Знает метрики производительности программного обеспечения ИП-2.1. 3-3. Знает современные инструменты мониторинга производительности программного обеспечения ИП-2.1. У-1. Умеет применять методы и средства мониторинга производительности компьютерного программного обеспечения ИП-2.1. У-2. Умеет интерпретировать диагностические данные мониторинга производительности компьютерного программного обеспечения ИП-2.1. У-3. Умеет определять "узкие места" программного обеспечения. ИП-2.2: ИП-2.2. 3-1. Знает методы и средства оптимизации производительности компьютерного программного обеспечения. ИП-2.2. 3-2. Знает современные инструменты оптимизации производительности программного обеспечения ИП-2.2. У-1. Умеет оптимизировать программный код с использованием специализированных программных средств. ИП-2.2. У-2. Умеет вырабатывать варианты оптимизации производительности компьютерного программного обеспечения.</p>		<p>Задачи</p>
--	--	---	--	---------------

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействиях с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	
Введение в компьютерное зрение.	4	2		2	2
Библиотека OpenCV.	10	2	4	6	4
Введение в машинное обучение.	8	2		2	6
Введение в глубокое обучение	8	2		2	6
Классификация изображений.	14	2	6	8	6
Детектирование объектов на изображениях.	14	2	6	8	6
Семантическая сегментация изображений.	3	1		1	2
Выравнивание и склеивание изображений.	3	1		1	2
Отслеживание движения и сопровождение объектов на видео.	7	2		2	5
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	16	16	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

Цели и задачи изучения дисциплины.

Цель дисциплины «Основы компьютерного зрения» состоит в том, чтобы познакомить студентов с областью компьютерного зрения и изучить базовые алгоритмы.

Данная цель предполагает решение следующих задач:

1. Изучение студентами основных постановок задач компьютерного зрения.
2. Понимание места машинного зрения как отрасли науки среди смежных областей, таких как, аналитическая геометрия, искусственный интеллект, машинное обучение, теория управления.
3. Изучение алгоритмов обработки и хранения изображений и видео.
4. Изучение базовых элементов различных систем компьютерного зрения.
5. Изучение алгоритмов распознавания образов и анализа изображений.

Тема 1. Введение в компьютерное зрение.

1. Что такое компьютерное зрение?
2. В чем сложность задач компьютерного зрения?
3. Примеры задач компьютерного зрения: системы видеонаблюдения (детектирование движения и запись видео в видеорегистраторах, детектирование определенных объектов – оставленные предметы и машины, подсчет движущихся объектов на сцене, сопровождение объектов и определение их скорости,

анализ траекторий движения, сопровождение объекта по нескольким камерам); биометрия (распознавание отпечатков, распознавание лица и др.); медицинские приложения (анализ медицинских изображений); повышение качества изображений (удаление шума, повышение контраста, восстановление изображений); организация работы с цифровыми базами данных (поиск по фото); системы помощи водителю (определение изменения полосы движения, поиск и распознавание светофоров и дорожных знаков; детектирование пешеходов и др.).

4. Формирование изображений. Камера Обскура.
5. Цифровые изображения: бинарные, полутоновые и мультиспектральные изображения. Основные операции.
6. Цветные изображения. Цветовые пространства.
7. Классические задачи компьютерного зрения: классификация изображений, детектирование объектов на изображениях, семантическая сегментация изображений, сопровождение объектов на кадрах видеопотока.
8. Литература и программные инструменты.

Тема 2. Библиотека OpenCV.

1. Краткая информация о библиотеке.
2. Схема разработки и состав библиотеки OpenCV.
3. Типовая схема использования библиотеки OpenCV.
4. С чего начать? (официальная страница, документация, FAQ)
5. Базовые структуры данных и операции над ними: точка, прямоугольник (и другие геометрические фигуры), матрица.
6. Модуль для разработки интерфейса highgui. Демонстрация приложений.
 - a. Чтение / запись / отображение изображения. Отрисовка геометрических примитивов на изображении, изменение внутренней области изображения (например, размытие).
 - b. Загрузка / отображение видео.
7. Модуль обработки изображений imgproc. Демонстрация приложений.
 - a. Преобразование изображений (в другие цветовые пространства).
 - b. Фильтрация.
 - c. Морфологические операции.
 - d. Поиск границ объектов и геометрических примитивов.

Тема 3. Введение в машинное обучение.

1. Что такое машинное обучение?
2. Классификация задач машинного обучения.
3. Задача обучения с учителем.
 - a. Постановка задач классификации и восстановления регрессии.
 - b. Методы обучения с учителем: метод ближайшего соседа, машина опорных векторов, деревья решений. Ансамбли решающих правил: баггинг и бустинг.
 - c. Пример решения задачи классификации рукописных цифр из набора данных MNIST.
4. Задача обучения без учителя: кластеризация и понижение размерности.
5. Основные ресурсы.
6. Программные пакеты.

Тема 4. Введение в глубокое обучение.

1. Что такое глубокое обучение?
2. Классификация нейросетевых моделей по способу обучения.
3. Полносвязные нейронные сети.
4. Сверточные нейронные сети: схема построения, основные операции. Пример модели AlexNet.
5. Перенос обучения (transfer learning).
6. Модуль DNN библиотеки OpenCV. Программный интерфейс: загрузка модели, установка входа, получение выхода сети и его обработка.

Тема 5. Классификация изображений.

1. Математическая постановка задачи.
2. Наборы данных.
3. Показатели качества решения задачи классификации.
4. Детекторы и дескрипторы ключевых точек. Методы группы «мешок слов» (bag-of-words).
5. Модели объектов, основанные на описании частей.
6. Нейросетевые модели.

Тема 6. Детектирование объектов на изображениях.

1. Математическая постановка задачи.
2. Наборы данных.
3. Показатели качества решения задачи детектирования объектов.
4. Алгоритмы детектирования объектов.
 - a. Методы, основанные на извлечении признаков. Метод «скользящего» окна. Пирамида масштабов.
 - b. Методы поиска по шаблону.
 - c. Нейросетевые модели.

Тема 7. Семантическая сегментация изображений.

1. Математическая постановка задачи.
2. Наборы данных.
3. Показатели качества решения задачи классификации.
4. Связь с задачей классификации. Основная проблема решения задачи семантической сегментации.
5. Нейросетевые модели для решения задачи семантической сегментации.

Тема 8. Выравнивание и склеивание изображений.

1. Выравнивание пары изображений (глобальные параметрические трансформации).
2. Надежный метод наименьших квадратов и RANSAC.
3. Склеивание изображений. Параметрические модели движения.

4. Оптимальное смешивание пикселей склеиваемых изображений для минимизации видимых швов и других артефактов.

Тема 9. Отслеживание движения и сопровождение объектов на видео.

1. Постановки задач определения движения и сопровождения объектов на видео.
2. Методы детектирование и оценки движения.
3. Обучение модели фона.
4. Вычитание фона.
5. Постановка задачи слежения за объектом в видео потоке.
6. Численный метод поиска оптимального оптического потока.
7. Слежение за объектом с помощью алгоритма Meanshift.
8. Предсказание движения с помощью фильтра Калмана.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Открытые онлайн-курсы MOOC:

Математические методы распознавания образов., <http://www.intuit.ru/studies/courses/2265/243/info>.

Иные учебно-методические материалы:

– Паттерсон Дж., Гибсон А. Глубокое обучение с точки зрения практика: монография / Паттерсон Дж.; Гибсон А. – Москва: ДМК-пресс, 2018. – 418 с. – ISBN 978-5-97060-481-6.

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=772987&idb=0>

– Селянкин В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений: учебное пособие для вузов / Селянкин В. В. - 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 152 с. – Книга из коллекции Лань – Информатика. – ISBN 978-5-507-45583-6.

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=829599&idb=0>

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-Ф2:

1. Задача определения низкоуровневых характеристик изображения: градиентов, ребер, угловых точек.
2. Задача построения компонент связности на изображении.
3. Задача поиска геометрических примитивов на изображении.

4. Задача построения ключевых точек на изображении.
5. Задача построения дескрипторов для ключевых точек на изображении.
6. Задача детектирования объектов с помощью ключевых точек.
7. Задача автоматического отделения объекта от фона.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнены не все практические задания или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, получен неверный ответ, результаты работы не представлены преподавателю).

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ИП-2:

1. Методы формирования изображений. Камера Обскура. Перспективная проекция.
2. Обработка бинарных изображений. Нахождение связанных компонент. Морфологические операции.
3. Обработка и низкоуровневый анализ полутоновых изображений. Линейная фильтрация изображения. Фильтры Собеля. Выделение границ объектов. Понятие гистограммы и улучшение контрастности. Эквиализация гистограммы.
4. Мультиспектральные изображения. Виды цветовых пространств.
5. Классификация задач машинного обучения. Обзор методов машинного обучения.
6. Задача обучения с учителем. Метод ближайшего соседа.
7. Задача обучения без учителя: кластеризация. Методы кластеризации.
8. Глубокое обучение. Основные виды нейросетевых моделей. Метод обратного распространения ошибки для обучения сетей.
9. Сверточные нейронные сети. Особенности построения, примеры сверточных сетей.
10. Постановка задачи классификации изображений. Показатели качества решения задачи классификации.
11. Постановка задачи классификации изображений. Детекторы и дескрипторы ключевых точек. Детектор Моравеца. Детектор Харриса.
12. Постановка задачи классификации изображений. Метод «мешок слов» (bag-of-words).
13. Постановка задачи классификации изображений. Нейросетевые модели для классификации изображений (сверточные сети, остаточные блоки, insertion-блоки).
14. Постановка задачи детектирования объектов на изображениях. Показатели качества детектирования объектов.

15. Постановка задачи детектирования объектов на изображениях. Методы, основанные на извлечении признаков. Метод «скользящего» окна. Пирамида масштабов.
16. Постановка задачи детектирования объектов на изображениях. Нейросетевые модели для детектирования объектов.
17. Постановки задач детектирования движения и сопровождения объектов.
18. Обучение модели фона. Вычитание фона.
19. Численный метод поиска оптимального оптического потока.
20. Слежение за объектом с помощью алгоритма Meanshift.
21. Предсказание движения с помощью фильтра Калмана.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дал развернутый ответ на все вопросы без существенных ошибок.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущест	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

			не в полном объеме	в полном объеме, но некоторые с недочетами	некоторые с недочетами	енными недочетам и, выполнены все задания в полном объеме	
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-Ф2

1. Численное решение задачи наложения фотоэффектов на изображении.

2. Численные решения задачи классификации изображений набора данных с использованием метода «мешок слов» и нейросетевых подходов.

3. Численное решение задачи детектирования объектов на изображениях с использованием нейросетевых моделей.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ИП-2

1. Численное решение задачи наложения фотоэффектов на изображении. Решение задачи предполагает разработку программной реализации с использованием базовых типов данных и операций над матрицами в библиотеке OpenCV.

Возможные фотоэффекты для рассмотрения:

- Преобразование цветного изображения в формате RGB в оттенки серого.
- Масштабирование изображение.
- Фотоэффект «сепия».
- Фотоэффект «виньетка».
- Фотоэффект «пикселизация заданной прямоугольной области».

2. Численные решения задачи классификации изображений набора данных с использованием метода «мешок слов» и нейросетевых подходов. Сравнение качества решения задачи классификации с использованием разработанных методов. Решение задачи предполагает разработку программной реализации на базе библиотеки OpenCV.

Возможные наборы данных для решения задачи классификации перечислены ниже. Каждый набор можно использовать в полном объеме, либо выбрать отдельные классы интересующих объектов.

- Fruits-360 dataset [<https://www.kaggle.com/datasets/moltean/fruits>].
- Fashion MNIST [<https://www.kaggle.com/datasets/zalando-research/fashionmnist>].
- Cifar-10 [<https://www.kaggle.com/c/cifar-10>].
- Images of primitive 3D objects for classification [<https://www.kaggle.com/sirsolim/images-of-primitive-3d-objects-for-classification>].

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнены не все практические задания или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, получен неверный ответ, результаты работы не представлены преподавателю).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Разработка мультимедийных приложений с использованием библиотек OpenCV и IPP / Бовырин А.В., Дружков П.Н., Ерухимов В.Л., Золотых Н.Ю., Кустикова В.Д., Лысенков И.Д., Мееров И.Б., Писаревский В.Н., Половинкин А.Н., Сысоев А.В. - Москва : ИНТУИТ, 2016., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=663128&idb=0>.
2. Гудфеллоу Я. Глубокое обучение : монография / Гудфеллоу Я.; Бенджио И.; Курвилль А. - Москва : ДМК-пресс, 2018. - 652 с. - ISBN 978-5-97060-618-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=772962&idb=0>.
3. Селянкин В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений : учебное пособие для вузов / Селянкин В. В. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 152 с. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-507-45583-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=829599&idb=0>.
4. Шолле Ф. Глубокое обучение с R и Keras : монография / Шолле Ф. - Москва : ДМК-пресс, 2023. - 646 с. - ISBN 978-5-93700-189-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=935198&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Введение в естественно-интуитивное взаимодействие с компьютером / Юфрякова О.А., Березовская Ю.В., Некрасова В.А., Носов К.А. - Москва : ИНТУИТ, 2016., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=662915&idb=0>.
2. Паттерсон Дж. Глубокое обучение с точки зрения практика : монография / Паттерсон Дж.; Гибсон А. - Москва : ДМК-пресс, 2018. - 418 с. - ISBN 978-5-97060-481-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=772987&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Anaconda – свободно распространяемая платформа для разработки приложений на языке программирования Python [<https://anaconda.org>]
2. Библиотека OpenCV – свободно распространяемое ПО [<http://opencv.org>].
3. Библиотека PyTorch – свободно распространяемое ПО [<https://pytorch.org>].

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 по направлению подготовки/специальности 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Кустикова Валентина Дмитриевна, кандидат технических наук, доцент.

Рецензент(ы): Ломакина Любовь Сергеевна, доктор технических наук.

Заведующий кафедрой: Мееров Иосиф Борисович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25.06.2025, протокол № Протокол №11.