

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

Базы данных

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.11 Базы данных 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-КРМ_4: Способен использовать базы данных при создании программных модулей и компонентов	ПК-КРМ_4.1: Пишет программный код с использованием языков определения и манипулирования данными в базах данных ПК-КРМ_4.2: Проектирует базы данных для программных модулей и компонентов ПК-КРМ_4.3: Оптимизирует производительность работы с базами данных	ПК-КРМ_4.1: Уметь: - писать программный код с применением языков определения и манипулирования данными в базах данных. - составлять запросы на языке SQL ПК-КРМ_4.2: Уметь: - формировать четкие и полные требования к проектируемой базе данных, учитывая назначение и функциональность программного модуля или компонента, определяет критичные аспекты данных и операций над ними. ПК-КРМ_4.3: Уметь: - оценивать и измерять производительность запросов к базе данных, распознавать причины низкой производительности и выбирать правильные пути для оптимизации. Владеть: - проведение мониторинга производительности базы данных, фиксация проблемных зон и предоставление	Практическое задание	Зачёт: Практическое задание

		предложений по их устранению.		
--	--	----------------------------------	--	--

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	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	23
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 взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора торные работы), часы	Всего	
0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	
Тема 1. Основы реляционных баз данных	12	6	2	8	4
Тема 2. Профессиональное использование SQL и реляционной модели данных	15	6	4	10	5
Тема 3. Теория и дизайн реляционных баз данных	14	6	2	8	6
Тема 4. Профессиональные вопросы проектирования и использования баз данных	16	6	4	10	6
Тема 5. Множественный доступ и защита данных	7	4	2	6	1
Тема 6. Современные тенденции развития баз данных и СУБД	7	4	2	6	1
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	32	16	49	23

Содержание разделов и тем дисциплины

Цели и задачи изучения дисциплины

Цель данного курса состоит в формировании концептуальных представлений об основных принципах построения баз данных, систем управления базами данных; о математических моделях, описывающих базу данных; о принципах проектирования баз данных; а также анализе основных технологий реализации баз данных.

Задачи

- 1) Изучить теоретические основы дисциплины «Базы данных».
- 2) Обеспечить формирование компетенции ПК-КРМ_4 в соответствии с требованиями образовательной программы.
- 3) Сформировать умения анализа производительности запросов к базам данных, выявления причин снижения производительности и выбора оптимальных методов повышения эффективности их выполнения.

Содержание:

Тема 1. Основы реляционных баз данных Лекция 1. Введение в базы данных и СУБД

- a) Основные понятия и определения БД и СУБД
- b) Основные понятия и виды моделей данных

Лекция 2. Реляционная модель (принципы) и начало SQL.

- a) Принципы построения реляционной модели данных.
- b) Начало SQL – синтаксис и простые запросы
- c) Основные принципы языка SQL – синтаксис и стадии выполнения
- d) Основные типы данных
- e) Операции модификации данных

Лекция 3. Принципы SQL – функции и многотабличные (агрегатные) запросы

- a) Многотабличные запросы (соединение таблиц) – принципы
- b) Использование JOIN конструкции
- c) Агрегатные (multirow) функции

Тема 2. Продвинутое использование SQL и реляционной модели данных Лекция 4. Принципы SQL – подзапросы

- a) Принципы использования, понятия и определения
- b) Многоколоночные и многострочные подзапросы

- c) Правила применения и использование в запросах

Лекция 5. Процедурное расширение SQL – PL/SQL: принципы и использование

- a) Понятия и концепции клиент-серверного программирования и процедурного расширения
- b) Общие принципы программирования на стороне клиента. Embedded SQL – общие принципы и использование.
- c) Серверное программирование и принципы построения информационных клиент-серверных систем
- d) Процедуры, функции и триггеры.

Лекция 6. Процедурное расширение SQL – PL/SQL: применения для разработки приложений

- a) Синтаксис языка PL/SQL.
- b) Программирование процедур и функций.
- c) Особенности разработки и программирования триггеров.
- d) Курсоры, их разработка и применение

Тема 3. Теория и дизайн реляционных баз данных

Лекция 7. Реляционная модель данных – теория и практика

- a) Реляционная алгебра – теория и применение.
- b) Операции соединения в реляционной алгебре.
- c) Преобразования выражений реляционной алгебры.

Лекция 8. Реляционная модель данных – функциональные зависимости и нормальные формы

- а) Понятие и разновидности функциональных зависимостей в реляционных таблицах.
 - б) Нормальные формы – определения и свойства
 - с) Свойства и применение нормализации при проектировании структуры БД. Денормализация. Лекция 9. Модель «Сущность-связь» (“Entity-Relationship” model) и проектирование базы данных
 - а) Основные понятия концептуальной модели данных.
 - б) Алгоритм проектирования структуры БД на основе ER-модели.
- Тема 4. Профессиональные вопросы проектирования и использования баз данных Лекция 10. Объекты и объектные расширения реляционной модели и их использование
- а) Представления – возможности и ограничения.
 - б) Сложные и наследуемые типы данных в реляционных СУБД.
 - с) Особенности разработки и использования в запросах.
- Лекция 11. Обзор принципов хранения больших и разреженных данных. EAV (“Entity-relationship values”) архитектура.
- а) Понятие и принципы Big Data.
 - б) Модель звезды и её использование.
 - с) Модель EAV (“Entity-relationship values”) и её поддержка в среде СУБД.
- Лекция 12. Аналитические функции языка SQL
- а) Общие принципы построения и использования аналитических функций.
 - б) Примеры использования при решении практических задач.
- Тема 5. Множественный доступ к данным и защита данных.
- а) Лекция 13. Транзакции и конкурентный доступ (1)
 - а) Принципы защиты данных в СУБД.
 - б) Концепция и принципы использования транзакций.
 - с) Конкурентный доступ и принципы взаимодействия. Лекция 14. Транзакции и конкурентный доступ (2)
 - а) Реализация транзакций в конкретных СУБД.
 - б) Уровни изоляции и системы блокировок.
 - с) Блокировки и транзакции.
- Тема 6. Современные тенденции развития баз данных и СУБД
- Лекция 15. Специальные возможности SQL и современных реляционных СУБД
- а) Формирование типов и наследование
 - б) Объектные типы данных и их использование
- Лекция 16. NoSQL подходы и NoSQL СУБД
- а) Общие принципы NoSQL развития моделей данных
 - б) Графовые СУБД
 - с) Документные СУБД
 - д) Принципы транзакций и распределения данных.

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.

1. Контрольные вопросы

Вопрос

Код формируемой

компетенции

1) Основные определения. Необходимость проектирования баз данных.

ПК-5, ПК-

КРМ_4

- 2) Принципы создания баз данных. ПК-5, ПК-КРМ_4
- 3) Модели данных. ПК-5, ПК-КРМ_4
- 4) Принципы и применение темпоральных баз данных. ПК-5, ПК-КРМ_4
- 5) Принципы и применение атрибутивного представления данных. ПК-5, ПК-КРМ_4
- 6) Логическая схема реализации темпоральных схем. ПК-5, ПК-КРМ_4
- 7) Алгоритмы и реализация темпоральных баз данных. ПК-5, ПК-КРМ_4
- 8) Логическая схема реализации атрибутивной схемы данных. ПК-5, ПК-КРМ_4
- 9) Реализация атрибутивной схемы в СУБД ORACLE. ПК-5, ПК-КРМ_4
- 10) Принципы и реализация многопользовательской работы. ПК-5, ПК-КРМ_4
- 11) Уровни блокировок. ПК-5, ПК-КРМ_4
- 12) Принципы и практика использования транзакций ПК-5, ПК-КРМ_4

2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-5

1) Модель представления данных — это

а. Логическая структура данных, хранимых в базе данных * б. Физическая структура данных, хранимых в базе данных в. Иерархическая структура данных г. Сетевая структура данных д. Нет верного варианта

2) Наиболее используемая (в большинстве БД) модель данных а. Реляционная модель *

б. Сетевая модель данных

в. Иерархическая модель данных

г. Системы инвертированных списков д. Все вышеперечисленные варианты

3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-КРМ_4

Практическое задание №1

Цель работы: приобретение навыков анализа предметной области. Содержание работы:

- Анализ текстового описания предметной области.
- Выделение основных абстракций в предметной области и определение их параметров.

Построение инфологической модели.

- Построение реляционной, иерархической и сетевой моделей. Задания:

1. Проанализировать данные, описанные в предметной области (варианты предметных областей прилагаются).

2. Выделить основные абстракции.

3. Для каждой из абстракций определить параметры, ее характеризующие.

4. Выяснить, как абстракции связаны друг с другом.

5. Рассмотреть различные варианты построения инфологической модели. Выбрать наилучший. Выбор обосновать.

6. Провести моделирование в рамках реляционной, иерархической и сетевой модели.

Примеры задания для самостоятельной работы

1) Создать концептуальную схему по выбранной предметной области (с учетом её развития) и на её основе спроектировать структуру реляционной базы данных (для PostgreSQL). Выделить обязательные поля, наложить условия целостности

2) Создать структуру базы данных (таблицы, представления, внешние ключи). Оформить структуру в виде скрипта на языке SQL.

3) Создать операторы языка SQL для вывода агрегатных данных (с использованием агрегатных функций и подзапросов).

- 4) Создать триггер INSERT для проверки правильности вводимых данных (на одно условие).
- 5) Создать процедуру для удаления родительской записи с соответствующими подчиненными (дочерними) записями в другой таблице.
- 6) Создать реализацию модели разреженных данных по шаблонам EAV и Star и реализовать процедуры добавления атрибута и вывода данных в табличном виде.

Задание:

Необходимо выбрать вид предметной области и реализовать пункты указанные выше.

Примерные виды предметных областей: Страховая компания, Гостиница, Ломбард, Реализация готовой продукции и др.

Материалы сайта ИНТУИТ - <http://www.intuit.ru>

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 - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-КРМ_4:

Практическое задание

Цель работы: выборка данных из таблиц. Добавление, удаление, редактирование информации.

Приобретение практических навыков использования языка SQL.

Содержание работы:

- Выборка данных из одной таблицы. Выбор отдельных полей таблицы. Квалифицированный выбор – предложение WHERE. Сложные условия (использование OR, AND, NOT).
- Выборка данных из связанных таблиц. Работа с главными и подчиненными таблицами (Master-Detail).
- Создание вычисляемых полей.
- Сортировка результатов запроса.
- Проблема агрегирования данных. Изучение агрегатных функций (SUM, AVG, MAX, MIN, COUNT).
- Подсчет простых итогов.
- Организация группировки. Группировка по нескольким полям.
- Организация отбора при группировке.
- Создание перекрестных запросов.

- Создание новых таблиц.
- Создание запросов на добавление, редактирование, удаление.

Задания:

1. Простой выбор данных (select, *, from, where, orderby, вычисляемые поля, distinct).

1.1. Создать простой запрос на выборку из одной таблицы. Включить несколько полей таблицы.

1.2. Включить в запрос все поля с помощью знака «*».

1.3. Создать запрос на выборку данных из двух связанных таблиц.

1.4. Выбрать несколько полей, по которым сортируется вывод.

1.5. Определить условия отбора («И» и «ИЛИ»). Создать не менее 2-х запросов.

1.6. Определить условия отбора с помощью параметра запроса.

1.7. Создать вычисляемые поля.

1.8. Создать отсортированный по вычисляемому полю запрос из нескольких таблиц, в котором определены условия «И» и «ИЛИ».

1.9. Использовать предложение Distinct.

2. Внешнее объединение таблиц.

2.1. Создать запрос на внешнее объединение таблиц.

2.2. Продемонстрировать использование предложений Isnull, Isnotnull.

2.3. Использовать предложение Like.

2.4. Использовать оператор UNION.

3. Выбор данных с помощью группирующих запросов с условием (groupby, having, min(), max(), sum(), count(), ...).

3.1. Создать итоговый запрос, содержащий несколько итоговых цифр.

3.2. Создать простой группирующий запрос.

3.3. Создать группирующий запрос с группировкой по нескольким полям.

3.4. Создать группирующий запрос, в котором определяются условия, причем сначала выполняются вычисления, а затем происходит отбор.

3.5. Создать группирующий запрос, в котором определяются условия, причем сначала происходит отбор, а затем выполняются вычисления.

3.6. Создать группирующий запрос, в котором есть вычисляемое выражение, содержащее несколько итоговых полей.

4. Выбор данных с помощью подзапросов.

4.1. Создать запрос с выбором при помощи In.

4.2. Использовать предложения All, Any, Exists.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Имели место грубые ошибки.

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	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в

	ответа		Выполнены все задания, но не в полном объеме	ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	полном объеме без недочетов
<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 - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-КРМ_4

Практическое задание

Цель работы: приобретение навыков анализа предметной области.

Содержание работы:

- Анализ текстового описания предметной области.
- Выделение основных абстракций в предметной области и определение их параметров. Построение инфологической модели.
- Построение реляционной, иерархической и сетевой моделей.

Задания:

1. Проанализировать данные, описанные в предметной области (варианты предметных областей прилагаются).
2. Выделить основные абстракции.
3. Для каждой из абстракций определить параметры, ее характеризующие.
4. Выяснить, как абстракции связаны друг с другом.
5. Рассмотреть различные варианты построения инфологической модели. Выбрать наилучший. Выбор обосновать.
6. Провести моделирование в рамках реляционной, иерархической и сетевой модели.
7. Создать реализацию модели разреженных данных по шаблонам EAV и Star и реализовать процедуры добавления атрибута и вывода данных в табличном виде.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Имели место грубые ошибки.

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

Основная литература:

1. Токмаков Г. П. Базы данных: Модели и структуры данных, язык SQL, программирование баз данных : учебное пособие / Токмаков Г. П. - Ульяновск : УлГТУ, 2021. - 362 с. - Книга из

коллекции УлГТУ - Информатика. - ISBN 978-5-9795-2184-8.,

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=827208&idb=0>.

2. СУБД: язык SQL в примерах и задачах / Астахова И. Ф., Мельников В. М., Толстобров А. П., Фертиков В. В. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 168 с. - Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки и по специальности «Прикладная математика и информатика».

- Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0816-4.,

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=665698&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Мартишин Сергей Анатольевич. Базы данных. Практическое применение СУБД SQL- и NoSQL- типа для применения проектирования информационных систем : Учебное пособие / Институт системного программирования Российской академии наук; Российский государственный социальный университет. - Москва : Издательский Дом "ФОРУМ", 2020. - 368 с. - Среднее профессиональное образование. - ISBN 978-5-8199-0785-6. - ISBN 978-5-16-108869-2. - ISBN 978-5-16-013889-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=739191&idb=0>.

2. Мартишин Сергей Анатольевич. Базы данных: Работа с распределенными базами данных и файловыми системами на примере MongoDB и HDFS с использованием Node.js, Express.js, Apache Spark и Scala : Учебное пособие / Институт системного программирования Российской академии наук; Российский государственный социальный университет. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019. - 235 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-015133-5. - ISBN 978-5-16-107636-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=628272&idb=0>.

3. Литвинская О.С. Администрирование информационных ресурсов : Учебное пособие / О.С. Литвинская, Л.А. Васин. - Москва : КноРус, 2024. - 227 с. - Режим доступа: book.ru. - ISBN 978-5-406-12343-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=877841&idb=0>.

4. Дадян Эдуард Григорьевич. Данные: хранение и обработка : Учебник / Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2021. - 205 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-016447-2. - ISBN 978-5-16-107936-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=633455&idb=0>.

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

1. Материалы сайта ИНТУИТ - <http://www.intuit.ru>

Используемое лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. PostgreSQL - широко распространённая, бесплатная система управления базами данных, используемая на практических занятиях.

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): Шапошников Дмитрий Евгеньевич, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Баркалов Константин Александрович, доктор технических наук.

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