

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION

**Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
«National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Working programme of the discipline

Database Technologies

Higher education level

Bachelor degree

Area of study / speciality

02.03.02 - Fundamental Informatics and Information Technology

Focus /specialization of the study programme

General Profile

Mode of study

full-time

Nizhny Novgorod

Year of commencement of studies 2024

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.15 Технологии баз данных относится к обязательной части 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
ОПК-3: Способен к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям	<p>ОПК-3.1: Знает методы теории алгоритмов, методы системного и прикладного программирования, основные положения и концепции в области математических, информационных и имитационных моделей.</p> <p>ОПК-3.2: Умеет соотносить знания в области программирования, интерпретацию прочитанного, определять и создавать информационные ресурсы глобальных сетей, образовательного контента, средств тестирования систем.</p> <p>ОПК-3.3: Имеет практический опыт применения разработки программного обеспечения.</p>	<p>ОПК-3.1: Знает принципы моделирования предметной области и построения концептуальных моделей данных. Знает принципы построения и работы систем управления реляционными базами данных. Знает методы и принципы поиска информации по различным предметным областям с целью инфологического моделирования.</p> <p>ОПК-3.2: Умеет строить концептуальные модели данных. Умеет разрабатывать и реализовывать реляционные базы данных. Уметь анализировать и строить модификацию концептуальной модели данных.</p> <p>ОПК-3.3: Владеет приёмами анализа предметной области. Владеет языком SQL работы с реляционными базами данных. Владеет принципами защиты данных в СУБД.</p>	Практическое задание	Зачёт: Практическое задание
ОПК-4: Способен	ОПК-4.1: Знает принципы	ОПК-4.1:	Проект	

участвовать в разработке технической документации программных продуктов и комплексов с использованием стандартов, норм и правил, а также в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла	сбора и анализа информации, создания информационных систем на стадиях жизненного цикла. ОПК-4.2: Умеет осуществлять управление проектами информационных систем ОПК-4.3: Имеет практический опыт анализа и интерпретации информационных систем.	Знает принципы моделирования предметной области и построения концептуальных моделей данных. Знает принципы построения реляционной модели данных. ОПК-4.2: Умеет построить детальный план разработки информационной системы. ОПК-4.3: Владеет методами анализа архитектуры, функциональности и построения документации.		Зачёт: Проект
--	--	--	--	------------------

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	59
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			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного	Занятия семинарского	Всего	

		типа	типа (практические занятия/ лабора торные работы), часы		
Тема 1. Основы реляционных баз данных.	12	4	4	8	4
Тема 2. Профессиональное использование SQL и реляционной модели данных	27	4	8	12	15
Тема 3. Теория и дизайн реляционных баз данных	18	2	4	6	12
Тема 4. Профессиональные вопросы проектирования и использования баз данных.	28	4	12	16	12
Тема 5. Современные тенденции развития баз данных и СУБД.	22	2	4	6	16
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	16	32	49	59

Contents of sections and topics of the discipline

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

- a) Понятие и разновидности функциональных зависимостей в реляционных таблицах.
- b) Нормальные формы – определения и свойства
- c) Свойства и применение нормализации при проектировании структуры БД. Денормализация.

Лекция 9. Модель «Сущность-связь» (“Entity-Relationship” model) и проектирование базы данных

- a) Основные понятия концептуальной модели данных.
- b) 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

- a) Представления – возможности и ограничения.
- b) Сложные и наследуемые типы данных в реляционных СУБД.
- c) Особенности разработки и использования в запросах.

Лекция 11. Обзор принципов хранения больших и разреженных данных. EAV (“Entity-relationship values”) архитектура.

- a) Понятие и принципы Big Data.
- b) Модель звезды и её использование.
- c) Модель EAV (“Entity-relationship values”) и её поддержка в среде СУБД.

Лекция 12. Аналитические функции языка SQL

- a) Общие принципы построения и использования аналитических функций.
- b) Примеры использования при решении практических задач.

Лекция 13. Физические модели хранения и принципы индексирования

- a) Основные принципы и модели физического хранения данных в СУБД.
- b) Индексирование в реляционных СУБД – принципы и использование.
- c) Принципы оптимизации производительности запросов.

Лекция 14. Транзакции и конкурентный доступ (1)

- a) Принципы защиты данных в СУБД.
- b) Концепция и принципы использования транзакций.
- c) Конкурентный доступ и принципы взаимодействия.

Лекция 15. Транзакции и конкурентный доступ (2)

- a) Реализация транзакций в конкретных СУБД.
- b) Уровни изоляции и системы блокировок.
- c) Блокировки и транзакции.

Тема 5. Современные тенденции развития баз данных и СУБД

Лекция 16. NoSQL подходы и NoSQL СУБД

- a) Общие принципы NoSQL развития моделей данных
- b) Графовые СУБД
- c) Документные СУБД
- d) 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.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения:

1. Контрольные вопросы

Вопрос Код формируемой компетенции

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

2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-3

- 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 ОПК-3.3

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.

Задание:

Необходимо выбрать вид предметной области и реализовать пункты указанные выше.

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

5. Assessment tools for ongoing monitoring of learning progress and interim certification in the discipline (module)

5.1 Model assignments required for assessment of learning outcomes during the ongoing monitoring of learning progress with the criteria for their assessment:

5.1.1 Model assignments (assessment tool - Practical task) to assess the development of the competency ОПК-3:

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.

Assessment criteria (assessment tool — Practical task)

Grade	Assessment criteria
pass	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.
fail	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Имели место грубые ошибки.

5.1.2 Model assignments (assessment tool - Project) to assess the development of the competency ОПК-4:

Необходимо выбрать вид предметной области и реализовать пункты указанные ниже.

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

- 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.

Assessment criteria (assessment tool — Project)

Grade	Assessment criteria
pass	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.
fail	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Имели место грубые ошибки.

5.2. Description of scales for assessing learning outcomes in the discipline during interim certification

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 не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые	Имеется минимальный набор навыков для	Продемонстрированы базовые навыки при решении	Продемонстрированы базовые навыки при решении	Продемонстрированы навыки при решении	Продемонстрирован творческий подход к решению

	навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	навыки. Имели место грубые ошибки	решения стандартных задач с некоторым и недочетами	стандартных задач с некоторым и недочетами	стандартных задач без ошибок и недочетов	нестандартных задач без ошибок и недочетов	нестандартных задач
--	--	-----------------------------------	--	--	--	--	---------------------

Scale of assessment for interim certification

Grade		Assessment criteria
pass	outstanding	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "outstanding", the knowledge and skills for the relevant competencies have been demonstrated at a level higher than the one set out in the programme.
	excellent	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "excellent",
	very good	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "very good",
	good	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "good",
	satisfactory	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "satisfactory", with at least one competency developed at the "satisfactory" level.
fail	unsatisfactory	At least one competency has been developed at the "unsatisfactory" level.
	poor	At least one competency has been developed at the "poor" level.

5.3 Model control assignments or other materials required to assess learning outcomes during the interim certification with the criteria for their assessment:

5.3.1 Model assignments (assessment tool - Practical task) to assess the development of the competency ОПК-3

Необходимо выбрать вид предметной области и реализовать пункты указанные ниже.

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

- 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.

Assessment criteria (assessment tool — Practical task)

Grade	Assessment criteria
pass	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.
fail	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Имели место грубые ошибки.

5.3.2 Model assignments (assessment tool - Project) to assess the development of the competency ОПК-4

Необходимо выбрать вид предметной области и реализовать пункты указанные ниже.

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

- 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.

Assessment criteria (assessment tool — Project)

Grade	Assessment criteria
pass	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.
fail	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Имели место

Grade	Assessment criteria
	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):

На практических занятиях используется широко распространённая, бесплатная система управления базами данных PostgreSQL.

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 02.03.02 - Fundamental Informatics and Information Technology.

Author(s): Шапошников Дмитрий Евгеньевич, кандидат физико-математических наук.
Заведующий кафедрой: Баркалов Константин Александрович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.