

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий,
математики и механики

Кафедра математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от 30 ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины
Инструменты анализа и визуализации
данных

Уровень высшего образования
магистратура

Направление подготовки
01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Профиль подготовки
«Анализ данных в прикладных областях»

Квалификация выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород
2023 год

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.09 «Инструменты анализа и визуализации данных» относится к дисциплинам обязательной части ООП направления подготовки «01.04.02 Прикладная математика и информатика».

Цель освоения дисциплины

Дисциплина ««Инструменты анализа и визуализации данных»» включает учебный материал, способствующий формированию у слушателей теоретических знаний и практических навыков по визуализации различных типов данных и применения различных инструментов по визуализации.

Цель дисциплины – формирование представлений о принципах и методах визуализации данных, а также формирование умений визуализации данных при помощи основных компьютерных средств.

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	
ОПК-3. Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Знает современные методы анализа математических моделей при решении задач в области профессиональной деятельности	ЗНАТЬ Типы данных при выборе визуализации данных. Принципы BI-визуализации.	Собеседование
	ОПК-3.2. Умеет разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	УМЕТЬ Осуществлять подбор способа визуализации данных под типы данных; применять основные принципы BI-визуализации; строить дашборд.	Лабораторные работы
	ОПК-3.3. Имеет навыки разработки новых математических моделей при решении задач в области профессиональной деятельности	ВЛАДЕТЬ навыками применения основных принципов BI-визуализации; построения дашборда.	Лабораторные работы
ОПК-4. Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-4.1. Знает существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ЗНАТЬ сервисы для визуализации данных: BI-аналитики: Excel, Tableau, Power BI, Qlik, DataLens, Google Data Studio.	Собеседование

деятельности с учетом требований информационной безопасности.	ОПК-4.2. Умеет применять существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	УМЕТЬ применять Excel и DataLens для построения, проверки и настройки работы дашборда; создания документации проекта и инструкции по использованию дашборда.	Лабораторные работы
	ОПК-4.3. Имеет навыки адаптации существующих информационно-коммуникационных технологий для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ВЛАДЕТЬ навыками применения Excel и DataLens для построения, проверки и настройки работы дашборда; создания документации проекта и инструкции по использованию дашборда.	Лабораторные работы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	7 ЗЕТ
Часов по учебному плану	252
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	66
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- текущий контроль (КСРИФ)	2
самостоятельная работа	150
Промежуточная аттестация – экзамен	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	в том числе					
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа студента
		из них					
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Лабораторные работы	Консультации индивидуальные	Всего контактных	
Тема 1. Типы данных при выборе визуализации данных. Принципы BI-визуализации. Типы данных (количественные данные, качественные данные, сетевые данные, гео-данные). Подбор способа	107	16	16			32	75

визуализации данных под типы данных. Основные принципы BI-визуализации. Построение дашборда. Основные принципы. Приемы интерактивности (срезы и временные шкалы в сводных таблицах, выпадающие списки, формулы и условное форматирование, спарклайны, мини-диаграммы в ячейках, тепловые карты в аналитических таблицах)							
Тема 2. Сервисы для визуализации данных. Обзор сервисов BI-аналитики: Excel, Tableau, Power BI, Qlik, DataLens, Google Data Studio. Работа в Excel и DataLens	107	16	16			32	75
КСРИФ	2					2	
Промежуточная аттестация - экзамен	36						
ИТОГО	252					66	150

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен)

Содержание по темам

Тема 1. Типы данных при выборе визуализации данных. Принципы BI-визуализации.

Типы данных (количественные данные, качественные данные, сетевые данные, гео-данные). Подбор способа визуализации данных под типы данных. Основные принципы BI-визуализации. Построение дашборда. Основные принципы. Приемы интерактивности (срезы и временные шкалы в сводных таблицах, выпадающие списки, формулы и условное форматирование, спарклайны, мини-диаграммы в ячейках, тепловые карты в аналитических таблицах)

Тема 2. Сервисы для визуализации данных.

Обзор сервисов BI-аналитики: Excel, Tableau, Power BI, Qlik, DataLens, Google Data Studio. Работа в Excel и DataLens

Содержание практических занятий

1. Практика с сервисами визуализации данных. Построение дашборда в Excel.
2. Основы работы в Яндекс DataLens (подключения и датасеты, построение дашбордов, параметры, вычисляемые поля, основные правила визуализации данных).

Образовательные технологии

Для эффективного освоения компетенций, формируемых учебной дисциплиной важно использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Изучение учебной дисциплины предполагает наличие аудиторной и самостоятельной видов работ слушателей. В ходе практических занятий рассматриваются практические задачи из практики с целью наиболее полного овладения умениями и навыками.

Лекции по учебной дисциплине призваны формировать знания, предусмотренные учебной программой, и включают теоретическую базу обработки данных, на базе которой строятся прикладные аспекты.

Наряду с проработкой основной литературы (глав базового учебника) предусмотрено самостоятельное чтение дополнительной литературы (статей и других научных публикаций).

Практические занятия в малых группах и самостоятельная внеаудиторная работа направлены на выработку навыков анализа данных.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекции с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, электронных библиотек, методических разработок, специальной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении практических занятий с использованием учебного и научного оборудования, выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий.

3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

а. Виды самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа включает:

1. Изучение учебной литературы по курсу.
2. Решение практических ситуаций и задач.
3. Изучение источников управленческой информации.
4. Работу с ресурсами Интернет.
5. Решение практических ситуаций в виде творческих заданий.
6. Изучение практических материалов деятельности конкретных предприятий.
7. Изучение статистической информации.
8. Подготовку к экзамену.

Цель самостоятельной работы - подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

б. Образовательные материалы для самостоятельной работы студента

1. Представление и визуализация результатов научных исследований: учебник / О.С. Логунова, П.Ю. Романов, Л.Г. Егорова, Е.А. Ильина; под ред. О.С. Логуновой. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 156 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Аспирантура). — DOI 10.12737/textbook_5c178eb6cf1e63.57981471. - ISBN 978-5-16-014111-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1056237> (дата обращения: 29.04.2023). – Режим доступа: по подписке.
2. Корнеев, В. И. Визуализация в научных исследованиях: учебное пособие / В.И. Корнеев, Л.Г. Гагарина, М.В. Корнеева. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 400 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Магистратура). — DOI 10.12737/1029660. - ISBN 978-5-16-015308-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1029660> (дата обращения: 29.04.2023). – Режим доступа: по подписке.
3. Мэтиз Эрик. Изучаем Python. Программирование игр, визуализация данных, веб-приложения. — СПб.: Питер, 2017 — 496 с.: ил. — (Серия «Библиотека программиста»).

4. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно

(индикатора достижения компетенций)	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 незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	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.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. 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 некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Для оценивания результатов учебной деятельности студентов при изучении дисциплины используется комбинированная система оценивания, цель которой состоит в следующем:

- объективно оценивать знания студентов;
- дополнительно мотивировать студентов изучать необходимый материал в течение семестра.

Текущий контроль знаний по дисциплине осуществляется путём оценки усвоения материала при выполнении домашних заданий. Оценивается правильность постановки, модели и метода решения, численного ответа и качество графического материала.

Итоговый контроль знаний осуществляется в форме устного собеседования на экзамене. Оценка формируется в соответствии с указанными критериями с учётом ответов на основные и дополнительные вопросы и суммируется с оценкой по выполненным лабораторным работам.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	На собеседовании обучаемый показал высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, знания, выходящие за рамки рассмотренного в курсе материала, творческий подход к разрешению нестандартных ситуаций. Имеет полностью и творчески выполненные лабораторные работы в семестре. Демонстрирует способность решать дополнительные предложенные задачи, требующие оригинальности мышления. Освоение материала на 100%.
Отлично	Обучаемый показал высокий уровень владения материалом курса. Имеет выполненные лабораторные работы. Демонстрирует способность решать дополнительные предложенные задачи, требующие оригинальности мышления. Освоение материала на уровне 90-99%.
Очень хорошо	В целом – весьма хорошая подготовка. Обучаемый даёт ответы на все теоретические вопросы, но с рядом ошибок и неточностей; может решать задачи из всех основных разделов, имеет выполненные лабораторные работы. Освоение материала на уровне 80-90%.
Хорошо	Достаточно хорошая подготовка, но с заметными ошибками или недочётами; получен полный ответ на все теоретические вопросы, но с рядом ошибок. лабораторные работы обучаемый выполнил, но с недочётами. Освоение материала на уровне 60-79%.
Удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Обучаемый в значительной части отвечает на все дополнительные вопросы, но с множеством ошибок, не носящих грубого характера; имеет задолженности или низкую оценку по лабораторным работам; предложенные практические задания выполняет с заметными ошибками. Освоение материала на уровне 35-59%.
Неудовлетворительно	Подготовка не достаточна и требует дополнительного изучения материала. Студент даёт ошибочные ответы, как на теоретические вопросы, так и на наводящие и дополнительные вопросы. Как правило, имеет задолженности по лабораторным работам и не может правильно решить предложенные практические задачи. Освоение материала порядка 15-34%.
Плохо	Подготовка абсолютно недостаточна. Обучаемый не отвечает на поставленные вопросы, не понимает терминологию; имеет задолженности по лабораторным работам, не знает подходов к решению практических задач. Освоение материала ниже 15%.

5.2. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

– письменные ответы на вопросы на экзамене.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

– лабораторные работы, включающие постановку одной учебной задачи в виде краткого описания результата, который нужно получить, и перечисления алгоритмов и механизмов, которые следует использовать.

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

При контроле текущей успеваемости для оценивания результатов формирования компетенций ОПК-3 и ОПК-4 применяется собеседование по вопросам, приведённом в п. 5.4.

5.4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Инструменты анализа и визуализации данных»

3.1. Вопросы к экзамену по дисциплине «Инструменты анализа и визуализации данных»

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Электронная таблица MS Excel как база данных	ОПК-3
2. Сводная таблица, определение	ОПК-3
3. Определение макроса в MS Excel	ОПК-3
4. Определение и порядок построения дашборда в MS Excel	ОПК-4
5. Типы данных для построения дашборда в MS Excel	ОПК-3
5. Типы подключений в Yandex DataLens	ОПК-4
6. Типы данных в Yandex DataLens	ОПК-3
7. Процедура создания датасета в Yandex DataLens	ОПК-4
8. Модель данных в DataLens	ОПК-4
9. Объединение данных Yandex DataLens. Способы объединения данных	ОПК-4
10. Определение понятий Виджет, Чарт, Селектор, Связь, Алиас в Yandex DataLens	ОПК-4
11. Процедура построения дашборда в Yandex DataLens	ОПК-4

5.5. Примеры заданий для лабораторных работ, используемых при контроле текущей успеваемости для оценивания результатов формирования компетенций ОПК-3 и ОПК-4

План лабораторной работы №1 «Разработка первого рабочего прототипа дашборда и проведение первичных тестов с учетом требований бизнеса» (ОПК-3, ОПК-4)

1. Изучить требования бизнеса и определить ключевые показатели производительности, которые необходимо отслеживать в дашборде (ОПК-3).

2. Подобрать и оформить набор данных, который будет использоваться для построения дашборда. (ОПК-3).

3. Создать инфраструктуру для проектирования дашборда: выбрать инструменты и технические решения для его реализации. (ОПК-3).

4. Разработать первый рабочий прототип дашборда с использованием выбранных инструментов, инфраструктуры и набора данных. (ОПК-4).

5. Провести первичные тесты дашборда, учитывая требования бизнеса: проверить работоспособность, точность и полноту отображения показателей производительности. (ОПК-4).

6. Регулировать дизайн для повышения общей наглядности и понятности дашборда: обеспечить удобный доступ к основным виджетам, оптимизировать отображение данных и графиков. (ОПК-4).

7. Создать отчеты на основе разных режимов и виджетов, которые будут отображаться в дашборде. (ОПК-4).
8. Проверить и настроить работу дашборда на уровне совместимости, безопасности и производительности. (ОПК-4).
9. Провести тестирование дашборда в реальных условиях с участием пользователей и оценить его производительность и функциональность. (ОПК-4).
10. Создать документацию проекта и предоставить инструкции по использованию дашборда. (ОПК-4).

План лабораторной работы №2 «Создание простого и понятного дашборда для отслеживания ключевых показателей эффективности бизнеса» (ОПК-3, ОПК-4)

1. Изучение требований бизнеса и определение ключевых показателей производительности, которые необходимо отслеживать в дашборде. (ОПК-3).
2. Подбор и оформление набора данных, которые будут использоваться для построения дашборда. (ОПК-3).
3. Создание инфраструктуры для проектирования дашборда, включающей выбор инструментов и техническую реализацию. (ОПК-3).
4. Разработка первого рабочего прототипа дашборда и проведение первичных тестов с учетом требований бизнеса. (ОПК-4).
5. Регулирование дизайна для улучшения общей наглядности и понятности дашборда.
6. Создание отчетов на основе разных режимов и виджетов, которые будут отображаться в дашборде. (ОПК-4).
7. Выполнение тестирования дашборда в реальных условиях и проведение оценки его производительности. (ОПК-4).
8. Выработка рекомендаций для создания концепции дашборда и оптимизации решений на его основе. (ОПК-4).
9. Разработка документации проекта и предоставление инструкций по использованию дашборда. (ОПК-4).
10. Описания результатов проекта с позиции целей бизнеса, а также предложения по дальнейшим улучшениям и развитию дашборда. (ОПК-3).

План лабораторной работы №3 «Анализ социальных медиа-данных с помощью дашборда и вывод графиков, отображающих рост или падение популярности товаров и услуг» (ОПК-3, ОПК-4)

1. Определить цели и задачи исследования: какие товары и услуги будут анализироваться, какие пользователи социальных медиа будут изучаться, какие показатели производительности должны быть выявлены. (ОПК-3).
2. Подобрать инструменты анализа и дашборд для отображения собранных данных: выбрать прикладное программное обеспечение или сайт, который позволяет просматривать данные, изменять фильтры, анализировать данные в дашборде. (ОПК-3).
3. Собрать данные из социальных медиа: собирать данные, используя API-интерфейсы, SQL-запросы или другие технологии социальных медиа. (ОПК-3).
4. Оформить и загрузить данные в инструменты анализа: оформлять данные по структурам и форматам, которые позволяют эффективно использовать указанный инструмент для анализа и дашборда. (ОПК-4).
5. Отобразить показатели производительности на графиках, диаграммах и других визуализациях данных: удобно и аккуратно отображать результаты анализа на графиках, диаграммах и других логических визуализации данных. (ОПК-4).

6. Написать отчет о данных: описать каждый тип отображаемых данных, привести краткий анализ и выводы по результатам анализа, сделать рекомендации по визуализациям данных. (ОПК-4).

7. Собрать информацию по использованию полученных результатов: определить, какие действия следует предпринимать, когда наблюдается рост или спад популярности товара или услуги. (ОПК-4).

8. Оценить эффективность и результаты работы дашборда: оценить технологии, выбранные для анализа данных и отображения графиков, возможности и удобство использования дашборда, результаты анализа социальных медиа-данных и выводы. (ОПК-3).

5.6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ от 13.02.2014. http://www.unn.ru/site/images/docs/obrazov-org/Formi_stroki_kontrolya_13.02.2014.pdf

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

1. Представление и визуализация результатов научных исследований: учебник / О.С. Логунова, П.Ю. Романов, Л.Г. Егорова, Е.А. Ильина; под ред. О.С. Логуновой. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 156 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Аспирантура). — DOI 10.12737/textbook_5c178eb6cf1e63.57981471. - ISBN 978-5-16-014111-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1056237> (дата обращения: 29.04.2023). – Режим доступа: по подписке.
2. Мэттиз Эрик. Изучаем Python. Программирование игр, визуализация данных, веб-приложения. — СПб.: Питер, 2017 — 496 с.: ил. — (Серия «Библиотека программиста»).

6.2. Дополнительная литература

1. Корнеев, В. И. Визуализация в научных исследованиях: учебное пособие / В.И. Корнеев, Л.Г. Гагарина, М.В. Корнеева. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 400 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Магистратура). — DOI 10.12737/1029660. - ISBN 978-5-16-015308-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1029660> (дата обращения: 29.04.2023). – Режим доступа: по подписке.

6.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Операционная система Microsoft Windows.
2. Веб-интерактивная вычислительная среда Яндекс DataLens

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа оснащены набором демонстрационного оборудования (проектор, экран), обеспечивающим тематические иллюстрации. Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа и помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет».

Учебная и научная литература, учебно-методические материалы, представленные в библиотечном фонде, в электронных библиотеках и на кафедрах института ИТММ.

№ п.п.	Наименование (тем, разделов)	Материально-техническая база для реализации дисциплины
11.	Тема 1. Типы данных при выборе визуализации данных. Принципы BI- визуализации.	Реализация дисциплины предполагает наличие: - аудиторий для лекционных и практических занятий с необходимым мультимедийным оборудованием; - В ходе проведения занятий рекомендуется использовать компьютерные иллюстрации для поддержки различных видов занятий, подготовленные с использованием MicrosoftOffice или других средств визуализации материала.
22.	Тема 2. Сервисы для визуализации данных	

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ с учетом рекомендаций ФГОС ВО по направлению 01.04.02 Прикладная математика и информатика.

Автор: д.ф.-м.н., проф. Н. Ю. Золотых

Заведующий кафедрой алгебры, геометрии и дискретной математики: Н. Ю. Золотых

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.