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 от  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_ |

.

**Рабочая программа дисциплины**

**Компьютерное зрение**

Уровень высшего образования

**магистратура**

Направление подготовки (специальность)

**020402 Фундаментальная информатика и информационные технологии**

Профиль подготовки (специализация)

**Когнитивные системы**

Форма обучения

**очная**

Нижний Новгород

2020 **1. Место дисциплины в структуре ООП.**

Дисциплина Б1.В.03 «Компьютерное зрение» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» направления подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» профиля подготовки «Когнитивные системы». Дисциплина преподается в 1 семестре. Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 час., зачет.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ варианта** | **Место дисциплины в учебном плане образовательной программы** | **Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД** |
| 2 | Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений | Дисциплина Б1.В.03 «Компьютерное зрение» относится к части ООП направления подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», формируемой участниками образовательных отношений. |

1. **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\*\*** |
| ПК-10. Способен конвертировать результаты научно- исследовательских и/или опытно-конструкторских работ в требования ИТ-проекта, и обратно: способен обеспечить ИТ-проект необходимым исследованием и опытно-конструкторскими работами. | ПК-10.1.  Знать проблематику и методы научных исследований и опытно-конструкторских ИТ-разработок с применением КС в области компьютерного зрения | **Знать** теоретические основы, алгоритмы и постановки задач компьютерного зрения (КЗ), методы машинного и глубокого обучения, применяемые в КЗ. Образовательные ресурсы, открытые библиотеки и среды программирования (OpenCV). | собеседование |
| ПК-10.2.  Иметь навыки выполнения научных исследований и опытно-конструкторских ИТ-разработок в области компьютерного зрения с применением КС | **Владеть** навыками решения задач компьютерного зрения в среде OpenCV с применением машинного и глубокого обучения | собеседование, задания |

1. **Структура и содержание дисциплины**

**3.1. Трудоемкость дисциплины**

|  |  |
| --- | --- |
| **Общая трудоемкость** | **2 ЗЕТ** |
| **Часов по учебному плану** | **72** |
| **в том числе:** |  |
| **аудиторные занятия (контактная работа):**  **- занятия лекционного типа**  **- занятия семинарского типа**  **- занятия лабораторного типа**  **- текущий контроль (КСР)** | **33**  **16**  **16**    **1** |
| **самостоятельная работа** | **39** |
| **Промежуточная аттестация - зачет** |  |

**3.2 Содержание дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Часов | | | | | |
| Всего | В том числе | | | | |
| Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы  из них | | | | Самостоятельная работа обучающегося |
| Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Занятия лабораторного типа | Всего |
| 1. | ***Методы машинного обучения и распознавание образов***  а) Общая модель классификации и основные понятия распознавания образов. б)Понятие машинного обучения и подготовка данных. Методы фильтрации. в)Метод главных компонент. Метод канонических переменных. г)Обзор классификаторов. д)Методы кластеризации данных. | 8 | 2 | 2 |  | 4 | 6 |
| 2. | ***Методы локализации и распознавания лиц***  а)Методы локализации лица. б)Методы поиска элементов лица (глаза, нос, рот). в)Методы распознавания лиц. Активные модели. Геометрическое сравнение. Поэлементное сравнение. Метод главных компонент. Использование оптического потока. г)Организация поиска в базе. | 9 | 2 | 2 |  | 4 | 6 |
| 3. | ***Численное описание, анализ и сравнение изображений***  а)Постановка задачи поиска изображений. Практическая значимость. б)Цветовые характеристики изображения. в)Текстурные характеристики изображения. г)Градиентные характеристики изображения. д)Расстояние Хаусдорфа. е)Различные численные методы сравнения изображений. Гистограммы. Корелограммы. LBP. Методы сравнения из стандарта MPEG-7. ж)Оптимальное хранение цифровой библиотеки. KD-деревья. | 9 | 3 | 3 |  | 6 | 6 |
| 4. | ***Моделирование визуально наблюдаемых процессов. Численные методы оценки модели***  а)Примеры математического моделирования в задачах компьютерного зрения. б)Метод наименьших квадратов. Преобразование Хафа. в)Задача оценки модели движущегося человека. г)Стохастические методы оптимизации модели. Метод фильтрации частиц. | 9 | 3 | 3 |  | 6 | 7 |
| 5. | ***Стереозрение и калибрация камер***  а)Модели камеры. б)Внутренние и внешние параметры камеры. в)Стереозрение. Эпиполярная геометрия.г)Восстановление структуры по движению. д)Методы нахождения стереосоответствия. е)Типы калибрации камер. Обзор методов калибрации. | 9 | 3 | 3 |  | 6 | 7 |
| 6. | ***Применение технического зрения  в робототехнике***  а)Планирование движений в условии неопределённости. б)Задача локализации робота. в)Задача составления карты | 9 | 3 | 3 |  | 6 | 7 |
|  | Текущий контроль | 1 |  | 1 |  | 1 |  |
|  | Промежуточная аттестация: зачет |  |  |  |  |  |  |
|  | Итого | 72 | 16 | 17 |  | 33 | 39 |

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет).

**4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде работы с рекомендованной обязательной и дополнительной литературой (приведена в разделе 6), подготовке к лекциям, подготовке к экзамену и выполнения лабораторных работ (ниже). Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

**4.1. Лабораторные работы**

Выполнение лабораторных работ с использованием методов машинного обучения и проективной геометрии на следующие темы:

* **Лабораторная работа №1.** Нахождение низкоуровневых характеристик изображения: градиенты, рёбра, угловые точки. Оптимальная бинаризация изображений методом Отцу. Векторизация и работа с контурами. Сегментация изображения.
* **Лабораторная работа №2.** Решение задачи автоматического отделения объекта от фона.
* **Лабораторная работа №3.** Решение задачи поиска объектов с помощью ключевых точек.
* **Лабораторная работа №4.** Численное решение задач классификации точек с помощью различных методов. Сравнительный анализ методов: ближайшего соседа, деревьев решений, машины опорных векторов, нейронных сетей с различной архитектурой. Эксперимент с параметрами этих методов.
* **Лабораторная работа №5.** Численное решение задачи локализации лица на изображении.
* **Лабораторная работа №6.** Организация поиска изображений в базе различными способами.
* **Лабораторная работа №7.** Численный метод решения задачи оценки модели заданной кинематическим деревом.
* **Лабораторная работа №8.** Численный метод оптимальной калибрации камер и нахождения оптимального стерео-соответствия.

**4.2. Образовательные материалы для лабораторных работ**

1. А.Бовырин, П.Дружков, В.Ерухимов, Н.Золотых, В.Кустикова, И.Лысенков, И.Мееров, В.Писаревский, А.Половинкин, А.Сысоев. Академия Intel: Разработка мультимедийных приложений с использованием библиотек OpenCV и IPP. (<http://www.intuit.ru/studies/courses/10622/1106/info>)
2. Библиотека OpenCV [http://opencv.org].
3. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**, включающий:
   1. **Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)** | **Шкала оценивания сформированности компетенций** | | | | | | |
| **плохо** | **неудовлетворительно** | **удовлетворительно** | **хорошо** | **очень хорошо** | **отлично** | **превосходно** |
| Не зачтено | | зачтено | | | | |
| Знания | 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 ошибки. | 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, без ошибок. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. |
| Умения | 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 несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продемонстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном  объеме без недочетов |
| Навыки | 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 | Продемонстрированы базовые навыки  при решении стандартных задач с некоторыми 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 оценки при промежуточной аттестации**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Оценка** | | **Уровень подготовки** |
| зачтено | Превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно» |
| Отлично | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» |
| Очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» |
| Хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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 | Неудовлетворитель-  но | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» |
| Плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

* 1. **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**

**5.2.1 Контрольные вопросы для собеседования и оценки ПК-10.1**

|  |  |
| --- | --- |
| Вопрос | Код формируемой компетенции |
| 1. Методы формирования изображений. Камера Обскура. Перспективная проекция. | ПК-10.1 |
| 2. Устройство современной цифровой камеры. Получение растра. Основные искажения при формировании изображения. | ПК-10.1 |
| 3. Виды цифровых изображений. | ПК-10.1 |
| 4. Инструменты обработки бинарных изображений. Нахождение связанных компонент. Морфологические операции. Инвариантные свойства связанных компонент. Векторизация бинарных изображений. Алгоритм. Применения. Бинаризация изображения. Анализ гистограммы. Метод Оцу (Otsu). | ПК-10.1 |
| 5. Обработка и низкоуровневый анализ полутоновых изображений. Линейная фильтрация изображения. Свертка. Повышение чёткости. Подсчёт градиентов. Фильтры Собеля. Выделение границ объектов. Детектор границ Кани. Процедура трансформации расстояния. Нахождение угловых точек на изображении. Понятие гистограммы и улучшение контрастности. Выравнивание контрастности двух изображений. Эквализация гистограммы. | ПК-10.1 |
| 6. Мультиспектральные изображения. Виды цветовых пространств. Методы улучшения цветных изображений. Методы сегментации цветных изображений. | ПК-10.1 |
| 7. Постановки задач видеонаблюдения. | ПК-10.1 |
| 8. Методы детектирование и оценки движения. | ПК-10.1 |
| 9. Обучение модели фона. Вычитание фона. | ПК-10.1 |
| 10. Численный метод поиска оптимального оптического потока. | ПК-10.1 |
| 11. Слежение за объектом с помощью алгоритма Meanshift. | ПК-10.1 |
| 12. Предсказание движения с помощью фильтра Калмана. | ПК-10.1 |
| 13. Поиск шаблона с помощью решения двойственной задачи нахождения клики (максимального полного графа). | ПК-10.1 |
| 14. Нахождение ключевых точек изображения методом SIFT. | ПК-10.1 |
| 15. Использование ключевых точек изображения для предсказания положения объекта. Кластеризация в пространстве гипотез для нахождения наиболее вероятного положения объекта. Обобщённое преобразование Хафа. | ПК-10.1 |
| 16. Основные понятия распознавания образов. Общая модель классификации. Обучение с учителем и без. Базовые элементы статистики. | ПК-10.1 |
| 17. Подготовка данных. Методы фильтрации. Метод главных компонент. Метод канонических переменных. | ПК-10.1 |
| 18. Обзор классификаторов. К-ближайших соседей. Байесовский классификатор. Машина опорных векторов. Деревья решений. Нейронные сети. | ПК-10.1 |
| 19. Обучение без учителя. Методы кластеризации данных. К-средних. Агломеративная кластеризация. EM –алгоритм. | ПК-10.1 |
| 20. Детектирование лица с помощью каскадного классификатора на основе признаков Хаара. Метод Adaboost. Признаки Хаара. Интегральные изображения. Подсчёт признаков Хаара с помощью интегральных изображений. | ПК-10.1 |
| 21. Методы распознавания лиц. Активные модели. Геометрическое сравнение. Поэлементное сравнение. Метод главных компонент. Использование оптического потока. | ПК-10.1 |
| 22. Сравнение изображения с помощью цветовых характеристик изображения, текстурных характеристик изображения, градиентных характеристики изображения. | ПК-10.1 |
| 23. Расстояние Хаусдорфа. Гистограммы. Корелограммы. Методы сравнения из стандарта MPEG-7. | ПК-10.1 |
| 24. Задача оценки модели движущегося человека. Стохастические методы оптимизации модели. Метод фильтрации частиц. | ПК-10.1 |
| 25. Типы калибрации камер. Модели камеры. Внутренние и внешние параметры камеры. | ПК-10.1 |
| 26. Стереозрение. Эпиполярная геометрия. Выравнивание изображений стереопары. Использование структурного света. | ПК-10.1 |
| 27. Методы нахождения стереосоответствия. Метод скользящего окна. Использование динамического программирования. | ПК-10.1 |
| 28. Робототехника. Планирование движений в условии неопределённости. Задача локализации робота. Задача составления карты. | ПК-10.1 |

**5.2.2 Типовые лабораторные работы/задачи для формирования и текущей оценки компетенций ПК-10.2**

Нахождение низкоуровневых характеристик изображения: градиенты, рёбра, угловые точки. Оптимальная бинаризация изображений методом Оцу (Otsu). Векторизация и работа с контурами. Сегментация изображения.

1. Решение задачи автоматического отделения объекта от фона.
2. Решение задачи поиска объектов с помощью ключевых точек.
3. Численное решение задач классификации точек с помощью различных методов. Сравнительный анализ методов: ближайшего соседа, деревьев решений, машины опорных векторов, нейронных сетей с различной архитектурой. Экспериментирование с параметрами этих методов.
4. Численное решение задачи локализации лица на изображении.
5. Организация поиска изображений в базе различными способами.
6. Численный метод решения задачи оценки модели заданной кинематическим деревом.
7. Численный метод оптимальной калибровки камер и нахождения оптимального стерео-соответствия.

**Критерии оценки лабораторной работы**

|  |  |
| --- | --- |
| Дескрипторы качества исполнения работы | Оценка |
| Лабораторная работа выполнена практически в полном объеме и в срок; результаты работы программы корректны на тестовых примерах или проведен требуемый вычислительный эксперимент; результаты работы представлены преподавателю; исполнитель может объяснить действия команд программы и внести простые изменения в алгоритм по требованию преподавателя. | зачтено |
| Работа не выполнена или выполнена не в полном объеме (программа работает некорректно, не проведены заданные вычислительные эксперименты); результаты работы не представлены преподавателю или представлены с существенным нарушением срока; исполнитель не может объяснить действия команд программы и не может внести простые изменения в алгоритм по требованию преподавателя. | не зачтено |

**5.2.3 Список вопросов для индивидуального собеседования на экзамене**

|  |  |
| --- | --- |
| Вопрос | Код формируемой компетенции |
| 1. Принципы формирования изображения. Камера обскура. Перспективная проекция. | ПК-10.1 |
| 2. Бинарные изображения. Морфологические операции. Связанные компоненты. Свойства связанных компонент. Векторизация бинарных изображений. | ПК-10.1 |
| 3. Линейная фильтрация изображения. Свёртка. Фильтрация шума. Алгоритм повышения чёткости. | ПК-10.1 |
| 4. Подсчёт градиентов на изображении. Методы обнаружения краёв объектов (рассказать об одном из методов). | ПК-10.1 |
| 5. Бинаризация изображения. Метод Отсу. | ПК-10.1 |
| 6. Интегральные изображения. Метод подсчёта среднего в прямоугольной области. | ПК-10.1 |
| 7. Угловые точки. Методы нахождения угловых точек (рассказать об одном из методов). | ПК-10.1 |
| 8. Сегментация изображения с помощью алгоритма k-средних. | ПК-10.1 |
| 9. Поиск линий с помощью преобразования Хафа. | ПК-10.1 |
| 10. Частотный анализ изображений. Спектр и фаза. Полосно-пропускающий фильтр. | ПК-10.1 |
| 11. Примеры задач интеллектуального видеонаблюдения. Структура системы видеонаблюдения. Методы вычитания фона (рассказать об одном методе). | ПК-10.1 |
| 12. Определение оптического потока. Вывод формулы оптического потока. | ПК-10.1 |
| 13. Инвариантные особенности объектов. Локализация особенности, вычисление ориентации особенности, вычисление вектора признаков особенности на примере метода SIFT. | ПК-10.1 |
| 14. Поиск объектов с помощью обобщённого преобразования Хафа. | ПК-10.1 |
| 15. Метод поиска лиц на изображении. Haar wavelets. Adaboost. | ПК-10.1 |
| 16. Singular Value Decomposition. Сингулярные числа и их единственность, сингулярные векторы. Минимизация невязки для системы однородных уравнений. Нахождение ближайших ортогональных матриц к данной. Нахождение матриц с ограниченным рангом ближайших к заданной. | ПК-10.1 |
| 17. Модель pinhole camera. Внутренние параметры камеры. Модель дисторсии камеры. Матрица проекции камеры. Ошибка репроекции. Задача perspective-n-points. Direct Linear Transformation. Применение методов PnP и RANSAC для задачи распознавания объектов. Общие принципы калибрации камеры. | ПК-10.1 |
| 18. Проективное преобразование (преобразование гомографии). Связь проективного преобразования с параметрами плоскости и взаимным расположением камер. Условия существования проективного преобразования между проекциями множества трёхмерных точек на две камеры. Использование гомографии с RANSAC для нахождения объектов. | ПК-10.1 |
| 19. Фундаментальная матрица. Эпиполярные линии и эпиполи. Связь фундаментальной матрицы с матрицами проекции камер. Нахождение фундаментальной матрицы для пары изображений. | ПК-10.1 |
| 20. Алгоритм обратного распространения ошибки для обучения нейронной сети. | ПК-10.1 |
| 21. Пример применения сверточной нейронной сети (любой на выбор). | ПК-10.1 |
| 22. Сверточные нейронные сети. ReLU. Pooling. Learning rate. | ПК-10.1 |

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

**а) Основная литература:**

1. А.Бовырин, П.Дружков, В.Ерухимов, Н.Золотых, В.Кустикова, И.Лысенков, И.Мееров, В.Писаревский, А.Половинкин, А.Сысоев. Академия Intel: Разработка мультимедийных приложений с использованием библиотек OpenCV и IPP. (<http://www.intuit.ru/studies/courses/10622/1106/info>)

**б) Дополнительная литература:**

* 1. Книга. Гонсалес Р.С., Вудс В.Е. Цифровая обработка изображений (<http://www.technosphera.ru/files/book_pdf/0/book_311_455.pdf>)

**в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

Используется только открытое программное обеспечение, установленное на персональных компьютерах обучающихся:

1. MS Windows 8|10, установленная на персональном компьютере обучающегося
2. MS Visual Studio Express 2015 или MS Visual Studio Express 2015 для Web (<https://www.microsoft.com/ru-ru/SoftMicrosoft/vs2015Web.aspx>)

– бесплатная версия (на персональном компьютере обучающегося).

1. Библиотека OpenCV [<http://opencv.org>]. Лицензия BSD.

**г) Теоретические основы (факультативно)**

1. Форсайт Д., Понс Ж. "Компьютерное зрение. Современный подход". Пер. с англ. М.: Издательский дом "Вильямс", 2004. – 928 с.
2. Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение; Пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с.

**7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: компьютерный класс, проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Учебная и научная литература, учебно-методические материалы, представленные в библиотечном фонде, в электронных библиотеках и на кафедре Алгебры, геометрии и дискретной математики.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ с учетом рекомендаций ФГОС ВО по направлению подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор к.ф.-м.-н. А.В. Бовырин

Зам. зав. кафедрой И.Б.Мееров

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 24.02.2021 года, протокол № 5