

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по направлению подготовки
09.03.02 Информационные системы и технологии,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Компьютерное зрение

Направление подготовки: 09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль): Технологии искусственного интеллекта в транспортных системах

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ
(МИИТ)

ID подписи: 5665

Подписал: заведующий кафедрой Нутович Вероника
Евгеньевна

Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Дисциплина посвящена разработке программных решений компьютерного зрения для анализа изображений и видеопотоков в интеллектуальных транспортных системах. В ходе изучения рассматриваются получение и подготовка изображений, цветовые пространства, фильтрация, геометрические преобразования, признаки, сверточные нейронные сети, перенос обучения, обнаружение объектов, сегментация, генеративные модели, оценка качества и применение моделей к видеоданным. На лабораторных занятиях обучающиеся последовательно создают воспроизводимое решение на Python с использованием OpenCV и PyTorch, подготавливают набор изображений, обучают и проверяют модели, анализируют ошибки и оформляют техническую документацию.

Целью освоения дисциплины является формирование способности разрабатывать, обучать, проверять и документировать программные решения компьютерного зрения для распознавания, обнаружения, сегментации и анализа объектов на изображениях и видео с учетом требований к качеству данных, точности результата и воспроизводимости вычислительного эксперимента.

Для достижения поставленной цели в рамках дисциплины решается комплекс задач, направленных на формирование у обучающихся способности – анализировать прикладную задачу компьютерного зрения, получать и подготавливать изображения, применять методы цифровой обработки изображений, формировать наборы данных, проектировать и обучать сверточные нейронные сети, использовать перенос обучения, решать задачи обнаружения объектов и сегментации, оценивать качество моделей, применять модель к видеопотоку, анализировать ошибки и готовить техническую документацию.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-10 - Способен разрабатывать программные решения с использованием технологий компьютерного зрения, обработки естественного языка и мультиагентных систем.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- прикладные задачи компьютерного зрения в интеллектуальных транспортных системах, включая классификацию, обнаружение, сегментацию, сопровождение объектов и анализ видеопотока
- представление цифрового изображения, включая пиксель, канал, разрешение, глубину цвета, цветовые пространства и форматы хранения
- принципы получения изображений с камер и файловых источников, включая частоту кадров, освещенность, шум, размытие, искажения и ограничения сенсора
- методы предварительной обработки изображений, включая нормализацию, изменение размера, обрезку, поворот, отражение, сглаживание, повышение контраста и бинаризацию
- базовые операции OpenCV для чтения, записи, отображения, преобразования и пакетной обработки изображений
- методы выделения границ, контуров, ключевых точек, цветовых и геометрических признаков изображения
- принципы подготовки набора данных для компьютерного зрения, включая разметку, разделение на выборки, баланс классов, проверку качества и дополнение изображений
- основы машинного обучения для изображений, включая признаки, целевую переменную, обучение с учителем, переобучение, обобщающую способность и проверочную выборку
- устройство сверточной нейронной сети, включая свертку, ядро, шаг, дополнение, функцию активации, объединение, полносвязный слой и нормализацию
- принципы обучения нейронных сетей, включая функцию потерь, обратное распространение ошибки, оптимизаторы, скорость обучения, эпохи и размер пакета
- способы снижения переобучения, включая дополнение данных, регуляризацию, раннюю остановку, выпадение связей и контроль качества на проверочной выборке
- архитектуры сверточных нейронных сетей для классификации изображений, включая VGG, ResNet, Inception и MobileNet
- принципы переноса обучения и дообучения предварительно обученных моделей для ограниченного набора изображений
- постановка задачи обнаружения объектов, включая область интереса, ограничивающую рамку, уверенность, класс объекта и подавление пересекающихся рамок

- метрики обнаружения объектов, включая IoU, точность, полноту, среднюю точность и усредненную среднюю точность
- подходы к обнаружению объектов на изображениях и видео, включая R-CNN, Faster R-CNN, SSD, RetinaNet и YOLO
- постановка задачи сегментации изображений, включая семантическую сегментацию, сегментацию экземпляров, маску объекта и попиксельную классификацию
- архитектуры сегментации изображений, включая кодировщик, декодировщик, SegNet и U-Net
- генеративные модели для изображений, включая автокодировщики, генеративно-состязательные сети, восстановление изображений и перенос художественного стиля
- методы анализа видеопотока, включая выбор кадров, обработку последовательности, сглаживание результатов и подсчет объектов во времени
- требования к воспроизводимому вычислительному эксперименту, включая структуру проекта, фиксацию параметров, сохранение модели, журналирование результатов и подготовку технической документации

Уметь:

- уметь формализовать задачу компьютерного зрения при помощи описания входных изображений, целевых объектов и критериев качества в условиях транспортного прикладного сценария
- уметь получать и преобразовывать изображения при помощи Python и OpenCV в условиях файлового набора, одиночного кадра и видеопотока
- уметь выполнять предварительную обработку изображений при помощи OpenCV в условиях изменения освещенности, шума, масштаба и геометрических искажений
- уметь выделять признаки и контуры при помощи OpenCV в условиях поиска границ, цветовых областей и геометрических форм на изображении
- уметь подготавливать набор данных при помощи Python, NumPy и PyTorch Dataset в условиях разметки классов, разделения выборок и проверки баланса данных
- уметь проектировать сверточную нейронную сеть при помощи PyTorch в условиях классификации изображений ограниченного размера и числа классов
- уметь обучать и проверять модель при помощи PyTorch в условиях контроля функции потерь, метрик качества, переобучения и сохранения параметров

- уметь применять перенос обучения при помощи предварительно обученных моделей PyTorch в условиях ограниченного объема размеченных изображений

- уметь решать задачу обнаружения объектов при помощи готовой модели YOLO или Faster R-CNN в условиях оценки рамок, классов и уверенности модели

- уметь решать задачу сегментации изображений при помощи U-Net или готовой модели PyTorch в условиях построения масок объектов и оценки попиксельного результата

- уметь анализировать ошибки модели при помощи матрицы ошибок, примеров ложных срабатываний и визуализации результатов в условиях неоднородного набора изображений

- уметь применять модель к видеопотоку при помощи OpenCV и PyTorch в условиях обработки кадров, сохранения результата и измерения времени обработки

- уметь готовить техническую документацию по решению компьютерного зрения при помощи описания данных, модели, параметров обучения, ограничений и результатов проверки

Владеть:

- навыком программной обработки изображений и видеок кадров средствами Python и OpenCV

- навыком подготовки, проверки и структурирования набора изображений для обучения модели

- навыком построения, обучения и сохранения сверточной нейронной сети средствами PyTorch

- навыком применения переноса обучения для классификации изображений

- навыком обнаружения объектов на изображениях и видео с оценкой качества результата

- навыком построения масок сегментации и визуального анализа попиксельных ошибок

- навыком анализа ошибок модели и подбора параметров вычислительного эксперимента

- навыком подготовки технической документации по программному решению компьютерного зрения

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 80 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Предметная область компьютерного зрения Рассматриваемые вопросы: - задачи классификации, обнаружения, сегментации и сопровождения объектов; - применение компьютерного зрения в транспортных системах, видеонаблюдении и контроле состояния объектов; - структура программного решения от источника изображения до результата анализа.
2	Цифровое изображение и источники зрительных данных Рассматриваемые вопросы: - пиксели, каналы, разрешение, глубина цвета и цветовые пространства;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- форматы изображений, сжатие, метаданные и ограничения хранения; - камеры, видеопотоки, частота кадров, шум, размытие и условия освещения.
3	Предварительная обработка изображений Рассматриваемые вопросы: - изменение размера, обрезка, поворот, отражение и геометрическое преобразование; - сглаживание, повышение резкости, контрастирование и нормализация яркости; - бинаризация, морфологические операции и подготовка изображения к анализу.
4	Библиотека OpenCV в задачах обработки изображений Рассматриваемые вопросы: - чтение, запись, отображение и пакетная обработка изображений; - преобразование цветовых пространств и работа с областями изображения; - организация вычислительного сценария обработки одиночного изображения и набора файлов.
5	Признаки, границы и контуры изображения Рассматриваемые вопросы: - градиентные методы выделения границ и фильтры Собеля; - контуры, геометрические признаки, цветовые области и ключевые точки; - ограничения признакового подхода при изменении освещения, масштаба и ракурса.
6	Подготовка набора данных для компьютерного зрения Рассматриваемые вопросы: - сбор изображений, структура каталогов, разметка классов и проверка качества; - разделение на обучающую, проверочную и контрольную выборки; - баланс классов, дополнение изображений и предотвращение утечки данных.
7	Основы машинного обучения для изображений Рассматриваемые вопросы: - признаки, целевая переменная, обучение с учителем и обобщающая способность; - переобучение, проверочная выборка и контроль качества модели; - связь классических методов обработки изображений и нейросетевого подхода.
8	Сверточные нейронные сети Рассматриваемые вопросы: - свертка, ядро, шаг, дополнение и карта признаков; - функции активации, объединение, нормализация и полносвязные слои; - причины эффективности сверточных сетей при анализе изображений.
9	Обучение нейронных сетей на изображениях Рассматриваемые вопросы: - функция потерь, обратное распространение ошибки и оптимизация параметров; - скорость обучения, размер пакета, эпоха и журналирование результата; - регуляризация, выпадение связей, ранняя остановка и контроль переобучения.
10	Архитектуры сверточных сетей и перенос обучения Рассматриваемые вопросы: - семейства моделей классификации VGG, ResNet, Inception и MobileNet; - предварительно обученные модели и замена классификационного слоя; - дообучение модели на ограниченном наборе изображений.
11	Обнаружение объектов на изображениях Рассматриваемые вопросы: - ограничивающая рамка, класс объекта, уверенность и область интереса; - метрики IoU, точность, полнота, средняя точность и усредненная средняя точность; - подходы R-CNN, Faster R-CNN, SSD, RetinaNet и YOLO.
12	Обнаружение объектов в видеопотоке Рассматриваемые вопросы: - обработка последовательности кадров и сглаживание результатов;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- подсчет объектов, фильтрация ложных срабатываний и измерение времени обработки; - ограничения применения моделей при движении камеры, перекрытиях и изменении освещения.
13	Сегментация изображений Рассматриваемые вопросы: - семантическая сегментация, сегментация экземпляров и маска объекта; - кодировщик, декодировщик, SegNet и U-Net; - оценка по픽сельного результата и визуальный анализ ошибок маски.
14	Генеративные модели для изображений Рассматриваемые вопросы: - автокодировщики для восстановления и сжатия изображений; - генеративно-состязательные сети и устойчивость их обучения; - перенос художественного стиля, восстановление повреждений и повышение разрешения.
15	Оценка качества и анализ ошибок моделей зрения Рассматриваемые вопросы: - матрица ошибок, точность, полнота, F-мера и доверие к предсказанию; - анализ ложных срабатываний, пропусков, смещений набора данных и нестабильных классов; - воспроизводимость эксперимента, сохранение параметров и сравнение вариантов модели.
16	Внедрение и сопровождение решений компьютерного зрения Рассматриваемые вопросы: - структура программного решения с моделью, обработкой входных данных и выдачей результата; - требования к скорости обработки, памяти, устойчивости и проверке на новых данных; - состав технической документации по данным, модели, ограничениям и результатам проверки.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Подготовка вычислительной среды для обработки изображений Студент создает структуру проекта на Python и настраивает окружение с Jupyter Notebook, OpenCV, NumPy, Matplotlib и PyTorch. Проверяется загрузка одиночного изображения и вывод его основных свойств. Результаты фиксируются в рабочем журнале проекта.
2	Получение и первичный анализ изображений Студент загружает набор изображений из файлового каталога и формирует таблицу с размером, числом каналов, форматом и принадлежностью к классу. Выполняется просмотр примеров каждого класса. По результатам отмечаются дефекты изображений, мешающие дальнейшей обработке.
3	Геометрические и цветовые преобразования изображений Студент изменяет размер, выполняет обрезку, поворот, отражение и преобразование цветовых пространств средствами OpenCV. Для каждого преобразования сохраняется исходное и полученное изображение. Проверяется, не нарушены ли целевые признаки объекта после обработки.
4	Фильтрация и улучшение качества изображения Студент применяет сглаживание, повышение резкости, выравнивание яркости, бинаризацию и морфологические операции. Для разных изображений сравниваются результаты обработки при нескольких значениях параметров. Выбираются параметры, сохраняющие существенные признаки объекта.
5	Выделение границ, контуров и геометрических признаков Студент находит границы и контуры объектов на изображениях средствами OpenCV. Для найденных контуров вычисляются площадь, периметр, ограничивающая рамка и центр области. Результаты визуализируются поверх исходного изображения.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
6	Формирование набора данных для обучения модели Студент структурирует изображения по классам, удаляет поврежденные примеры и разделяет данные на обучающую, проверочную и контрольную выборки. Проверяется баланс классов и отсутствие повторов между выборками. Для каждого класса сохраняются примеры изображений и итоговое число объектов.
7	Создание загрузчика изображений в PyTorch Студент реализует загрузку изображений через Dataset и DataLoader. Добавляются преобразования размера, нормализации и дополнения изображений. Пакет изображений выводится на экран вместе с метками классов.
8	Построение сверточной нейронной сети для классификации Студент реализует сверточную нейронную сеть на PyTorch с несколькими сверточными и полносвязными слоями. Задаются функция потерь, оптимизатор и параметры обучения. Выполняется пробный проход пакета изображений через модель.
9	Обучение и проверка модели классификации изображений Студент запускает обучение модели и фиксирует значения функции потерь и качества на обучающей и проверочной выборках. После обучения модель сохраняется в файл. На контрольной выборке строится матрица ошибок и список ошибочных примеров.
10	Применение переноса обучения для классификации изображений Студент подключает предварительно обученную сверточную модель и заменяет итоговый классификационный слой под число классов набора данных. Выполняется дообучение модели с замороженной и размороженной частью слоев. Результаты сравниваются с моделью, обученной с нуля.
11	Обнаружение объектов на изображениях Студент применяет готовую модель обнаружения объектов к набору изображений. Для каждого найденного объекта выводятся рамка, класс и уверенность. Результаты оцениваются по пересечению рамок и числу пропущенных объектов.
12	Обнаружение объектов в видеопотоке Студент считывает видеозапись или поток камеры средствами OpenCV и применяет модель обнаружения к последовательности кадров. Для каждого кадра сохраняются рамки объектов и значение времени обработки. Итоговый фрагмент видео записывается в файл.
13	Сегментация изображений и построение масок объектов Студент подготавливает изображения и соответствующие маски для задачи сегментации. Выполняется обучение или применение готовой модели U-Net. Полученные маски сравниваются с эталонными по визуальному совпадению и попиксельной ошибке.
14	Восстановление и генерация изображений Студент реализует небольшой автокодировщик для восстановления изображений из зашумленного входа. Сравниваются исходные, искаженные и восстановленные изображения. Отмечаются случаи, в которых модель теряет важные детали объекта.
15	Сравнение моделей и анализ ошибок Студент сопоставляет результаты нескольких вариантов модели по точности, полноте, времени обработки и устойчивости к изменению качества изображения. Для ложных срабатываний и пропусков подбираются характерные примеры. Формулируются ограничения применимости полученного решения.
16	Оформление воспроизводимого решения компьютерного зрения Студент собирает итоговую структуру проекта с кодом, сохраненной моделью, параметрами запуска и примерами входных данных. Подготавливается техническая документация с описанием набора данных, модели, результатов проверки и известных ограничений. Итоговое решение проверяется повторным запуском на контрольных изображениях.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение рекомендованной литературы.
2	Подготовка к лабораторным работам.
3	Выполнение курсового проекта.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Разработка модели распознавания типов железнодорожных вагонов по изображениям.

Разработка модели обнаружения транспортных средств на кадрах дорожного видеонаблюдения.

Разработка модели классификации состояния дорожного покрытия по изображениям.

Разработка модели обнаружения дефектов элементов железнодорожной инфраструктуры.

Разработка модели сегментации транспортного средства на изображении.

Разработка модели подсчета объектов транспортного потока на видеозаписи.

Разработка модели распознавания дорожных знаков на изображениях.

Разработка модели обнаружения пешеходов на кадрах видеонаблюдения.

Разработка модели классификации изображений объектов складской инфраструктуры.

Разработка модели восстановления изображений транспортных объектов при шуме и размытии.

Разработка модели поиска похожих изображений транспортных объектов.

Разработка модели выделения области интереса на снимках объектов городской среды.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
----------	----------------------------	---------------

1	Клетте, Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы : учебник / Р. Клетте ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 506 с. — ISBN 978-5-97060-702-2. — Текст : электронный	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/131691 (дата обращения: 22.06.2026)
2	Селянкин, В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений : учебное пособие / В. В. Селянкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-3368-1. — Текст : электронный	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/113938 (дата обращения: 22.06.2026)
3	Сацюк, А. В. Компьютерное зрение и нейронные сети. Практика : учебное пособие / А. В. Сацюк. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. — 364 с. — ISBN 978-5-9729-2706-7. — Текст : электронный	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/499787 (дата обращения: 22.06.2026)
4	Обработка изображений с помощью OpenCV / Б. Г. Глория, Д. С. Оскар, Л. Э. Хосе, С. Г. Исмаэль. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 210 с. — ISBN 978-5-97060-387-1. — Текст : электронный	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/90116 (дата обращения: 22.06.2026)
5	Кэлер, А. Изучаем OpenCV 3. Разработка программ компьютерного зрения на C++ с применением библиотеки OpenCV / А. Кэлер, Г. Брэдки ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 826 с. — ISBN 978-5-97060-471-7. — Текст : электронный	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/108126 (дата обращения: 22.06.2026)
6	Глубокое обучение с TensorFlow, Keras и PyTorch : руководство / пер. с англ. И. Л. Люско. — Москва : ДМК Пресс, 2025. — 702 с. — ISBN 978-5-93700-382-9. — Текст : электронный	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/514946 (дата обращения: 22.06.2026)

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

ЭБС Лань – <https://e.lanbook.com/>.

Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>.

Единый реестр российских программ для ЭВМ и баз данных – <https://reestr.digital.gov.ru/reestr/>.

Профессиональные стандарты и квалификации, справочная информация
КонсультантПлюс — https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_157436/.

Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года – <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731>.

Документация Python – <https://docs.python.org/3/>.

Документация OpenCV – <https://docs.opencv.org/>.

Документация PyTorch – <https://docs.pytorch.org/>.

Документация NumPy – <https://numpy.org/doc/>.

Документация Matplotlib – <https://matplotlib.org/stable/>.

Документация Jupyter Notebook – <https://jupyter-notebook.readthedocs.io/>.

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Операционные системы – Astra Linux, ALT Linux, РЕД ОС, Debian GNU/Linux.

Среда разработки – Python, Jupyter Notebook, Visual Studio Code.

Библиотеки компьютерного зрения и вычислений – OpenCV, PyTorch, NumPy, Matplotlib.

Сопровождение проекта – Git.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

Для лабораторных занятий – наличие персональных компьютеров вычислительного класса.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 7 семестре.

Экзамен в 7 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

старший преподаватель кафедры
«Цифровые технологии управления
транспортными процессами»

Е.А. Заманов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЦТУТП

В.Е. Нутович

Председатель учебно-методической
комиссии

Н.А. Андриянова