

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра дискретного анализа

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ

 Д.Ю. Чалый

« 23 » _____ мая _____ 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
«Компьютерное зрение»

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)
«Искусственный интеллект»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Программа рассмотрена на
заседании кафедры
от 11 апреля 2023 г.,
протокол № 4

Программа одобрена НМК
факультета ИВТ
протокол № 6 от
28 апреля 2023 г.

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Компьютерное зрение» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с ФГОС ВПО, содействует формированию естественнонаучного мировоззрения и развитию способности понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат. Кроме того, дисциплина «Введение в технологии компьютерного зрения» должна обеспечивать развитие логического, эвристического и алгоритмического мышления и давать представление о месте и роли прикладной математики в естественных науках. Цель дисциплины – изучение основных понятий и методов цифровой обработки сигналов и изображений, объединяющих в себе различные спектральные методы, включая интегральное и дискретное преобразование Фурье, быстрое преобразование Фурье и вейвлетные спектральные преобразования.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы бакалавриата (магистратуры, специалитета)

Согласно учебному плану дисциплина «Компьютерное зрение» входит в модуль «Искусственный интеллект» и изучается в 5 семестре на основе знаний, полученных при изучении модулей «Аппаратное и программное обеспечение компьютера», «Алгоритмизация и программирование». Результаты изучения дисциплины востребованы при изучении дисциплины «Нейронные сети» модуля «Искусственный интеллект», в ходе производственной практики и при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы бакалавриата (магистратуры, специалитета)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
Общепрофессиональные компетенции		

<p>ПК-3. Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта.</p>	<p>ИПК3.1 Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта.</p> <p>ИПК3.2 Разрабатывает приложения систем искусственного интеллекта.</p> <p>ИПК3.3 Проводит тестирование систем искусственного интеллекта.</p>	<p>Знать: основные свойства интегрального и дискретного преобразования Фурье; теорему Найквиста-Шеннона о дискретизации; основные свойства оконных преобразований; основные свойства вейвлетных спектральных преобразований; строение и свойства нерекуррентных цифровых фильтров.</p> <p>Уметь: правильно выбирать частоту дискретизации; производить операции интерполяции и децимации; синтезировать нерекуррентные цифровые фильтры по частотной характеристике;</p> <p>Владеть: понятиями комплексного, амплитудного и фазового спектров; понятие окна во временной и спектральной области, современными методами построения и использования линейных и нелинейных алгоритмов фильтрации изображений.</p>
<p>ПК-8. Способен создавать и внедрять одну или несколько сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта.</p>	<p>ИПК8.1 Участвует в реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение».</p>	<p>Знать: основные свойства интегрального и дискретного преобразования Фурье; теорему Найквиста-Шеннона о дискретизации; основные свойства оконных преобразований; основные свойства вейвлетных спектральных преобразований; строение и свойства нерекуррентных цифровых фильтров.</p>

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1.	Формирование изображений.	5	4	0	6			22	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							6	
2.	Основы обработки изображений.	5	4	0	6			22	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							6	
3.	Компьютерное зрение.	5	4	0	12			22	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							6	
4.	Обработка и подготовка данных.	5	4	0	12			22	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							6	
5.	Введение в применение нейронных сетей для решения задач компьютерного зрения.	5	6	0	12			22	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							6	
	ИТОГО	5	22	0	48			84	Экзамен
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							30	

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Формирование изображений.

Введение в компьютерное зрение. Задачи компьютерного зрения. Камеры.

Геометрические модели камер.

Геометрическая калибровка камер. Радиометрия – измерение света. Источники, тени и затемнения. Свет.

Раздел 2. Основы обработки изображений.

Прикладные программные библиотеки для обработки изображений. Локальные дескрипторы изображений. Преобразования изображений. Линейные фильтры.

Определение краев. Текстура. Геометрия нескольких проекций. Стереозрение.

Раздел 3. Компьютерное зрение.

OpenCV. Кластеризация изображений. Поиск изображений. Классификация изображений по содержанию. Сегментация. Построение моделей фона и выделение переднего плана. Выделение и классификация движущихся объектов. Алгоритмы слежения за объектом.

Раздел 4. Обработка и подготовка данных.

Инструменты для разметки и аугментации данных. Методы оценки точности обучения. Типы и форматы наборов данных, популярные открытые инструменты для разметки, сервис kaggle. Подходы к увеличению наборов данных. CVAT для подготовки своего набора данных для обучения. Сколько должно быть данных для получения высокой точности при обучении. IoU, mAP и другие метрики оценки точности обучения нейронных сетей.

Раздел 5. Введение в применение нейронных сетей для решения задач компьютерного зрения.

Адаптивные системы распознавания образов. Обучение нейронных сетей и их основные архитектуры. Персептрон. Теорема Байеса, функции ошибки и регуляризации. Градиентный спуск и функции активации. Обучение нейронных сетей для решения задачи компьютерного зрения.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

1. Формы преподавания курса «Введение в технологии компьютерного зрения» в основном традиционны. Это лекции, как наиболее эффективный по времени путь передачи большого объема материала большой группе обучаемых. Как правило, студенты записывают в свои конспекты излагаемый на доске материал. Составление конспекта лекций и дальнейшая работа с ним при подготовке к занятиям выступает как значительная часть процесса обучения. Вводная лекция дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

2. Групповые консультации проводятся перед контрольными мероприятиями для большой группы студентов с целью систематизации знаний и устранению имеющихся сложностей с пониманием материала общего характера.

3. Индивидуальные консультации проводятся регулярно для желающих с целью устранения имеющихся у студентов проблем с материалом частного характера.

4. Самостоятельная работа реализуется:

1. В аудиториях с доступом в интернет, дома, и т. д. при выполнении студентом учебных программ;

2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т. д.

5. Лабораторные работы выполняются студентами в течении семестра для закрепления полученных теоретических знаний и опробования применения изученных методов на практике путем написания программ, иллюстрирующих освоение знаний.

6. При приеме экзаменов используется методика «Теоретического минимума», которая сочетает лучшие качества классического устного экзамена и более современных методов письменного приема экзаменов. Преподавателем составляется комплект вопросов, равномерно покрывающих весь материал курса. Для каждого вопроса выбирается 1-3 задачи, решение которых требует понимания основных фактов, относящихся к этому вопросу. На экзамене каждый студент вместо теоретического вопроса получает две задачи, относящиеся к различным вопросам экзаменационной программы. На подготовку дается 1.5 часа, после чего начинается опрос. В процессе опроса каждый студент представляет решение полученных задач и получает дополнительные вопросы относящиеся к тем методам и фактам, которые он использовал при решении задачи. Экзаменационная оценка выставляется по результатам решения задач и с учетом ответов на дополнительные вопросы. Таким образом, процедура приема экзамена сконцентрирована вокруг полученных студентом задач, но одновременно позволяет составить представление о глубине его теоретических знаний.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В ходе проведения лабораторных занятий используются свободно распространяемые программы для работы с аудио данными audacity, бесплатные графические редакторы, среды и инструменты программирования Python, Java, C#, а также свободно распространяемая программа Octave.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

1. ОС семейства Microsoft Windows
2. Среда программирования на языке Python
3. Google Colab

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Содем Ян Эрик. Программирование компьютерного зрения на языке Python. / пер. с англ. Слинкин А. А. - Москва : ДМК Пресс, 2016. - 312 с. - ISBN 978-5-97060-200-3. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/364299/reading> (дата обращения: 17.05.2022). - Текст: электронный.
2. Шапиро Л. Компьютерное зрение / пер. с англ. — 4-е изд., электрон. — (Лучший зарубежный учебник) / Л. Шапиро. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 763 с. - ISBN 978-5-00101-696-0. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/385339/reading> (дата обращения: 17.05.2022). - Текст: электронный.

б) дополнительная литература

1. Клетте Рейнхард. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы / пер. с англ. А. А. Слинкин. - Москва : ДМК Пресс, 2019. - 506 с. - ISBN 978-5-97060-702-2. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/385076/reading> (дата обращения: 17.05.2022). - Текст: электронный.

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Электронная библиотека «Университетская библиотека online». URL: <http://biblioclub.ru/>.
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/>.
3. Образовательный портал Череповецкого государственного университета. URL: <https://edu.chsu.ru/>.

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины
«Компьютерное зрение»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

1. Типовые контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущего контроля успеваемости

Перечень оценочных средств

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства
ПК-3. Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта.	ИПК3.1 Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта. ИПК3.2 Разрабатывает приложения систем искусственного интеллекта. ИПК3.3 Проводит тестирование систем искусственного интеллекта.	1. Задания для выполнения лабораторных работ. 2. Самостоятельная работа. 3. Вопросы к экзамену.
ПК-8. Способен создавать и внедрять одну или несколько сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта.	ИПК8.1 Участвует в реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение».	Задания для выполнения лабораторных работ. Самостоятельная работа. Проект. Вопросы к экзамену.

Образцы заданий для самостоятельной работы:

По итогам самостоятельной работы студент готовит отчет, включающий в себя ответы на вопросы и решение заданий, предполагавшихся к выполнению в ходе самостоятельной работы. Отчет сдается преподавателю в электронной форме.

Задания для самостоятельной работы по разделу дисциплины «Формирование изображений»:

1. Что такое перспективная проекция?
2. Сравнение камеры и человеческого глаза.
3. Изучить элементы аналитической евклидовой геометрии.
4. Подготовить конспект про типам и видам калибровки камер.

Задания для самостоятельной работы по разделу дисциплины «Основы обработки изображений»:

1. Изумить документацию библиотеки PIL.
2. Изумить документацию библиотеки Matplotlib.
3. Изумить документацию библиотеки NumPy.
4. Изумить подходы к размытию изображений.
5. Изумить локальные дескрипторы изображений.

Задания для самостоятельной работы по разделу дисциплины «Компьютерное зрение»:

1. Подготовить конспект на тему «Основные подходы к классификации изображений».
2. Подготовить конспект на тему «Вариационные методы сегментации изображений».
3. Изумить документацию библиотеки OpenCV.
4. Изучить методы, основанные на выделении контуров.
5. Подготовить конспект на тему «Характерные признаки текстур».

Задания для самостоятельной работы по разделу дисциплины «Обработка и подготовка данных»:

1. Разметка данных в инструменте CVAT.
2. Разработка программного обеспечения для экспорта данных из CVAT.
3. Подготовка отчета с описанием основных метрик оценки точности нейронных сетей для обработки изображений.

Задания для самостоятельной работы по разделу дисциплины «Введение в применение нейронных сетей для решения задач компьютерного зрения»:

1. Изучите теорию и представьте краткий конспект по теме «Нейронные сети. Простая прогнозирующая машина. Простой классификатор».
2. Изучите теорию и представьте краткий конспект по теме «Нейроны. Распространение сигналов по нейронной сети».
3. Изучите теорию и представьте краткий конспект по теме «Использование матричного умножения в нейронной сети с тремя слоями».
4. Изучить современные архитектуры нейронных сетей для классификации изображений.
5. Изучить популярные задачи классификации изображений.

Образцы заданий для лабораторных работ:

По итогам выполнения лабораторной работы студент демонстрирует результаты работы программы преподавателю, предварительно разработав тестовые случаи, а также сдает в электронном виде отчет, содержащий порядок выполнения работы.

Лабораторная работа по разделу дисциплины «Основы обработки изображений»

1. Возьмите какое-нибудь изображение и примените к нему гауссово размытие.
2. Нарисуйте изолинии для возрастающих значений.
3. Ответьте на вопросы «Что происходит? Можете ли вы объяснить причину?»

4. Напишите функцию, которая находит контуры простых объектов внутри изображения с помощью градиента.
5. Сделайте выводы.

Лабораторная работа по разделу дисциплины «Компьютерное зрение»

1. Иерархическим методом К средних называется метод кластеризации, который рекурсивно применяет методы К средних к кластерам для создания дерева постепенно уточняемых кластеров. Каждый узел дерева в этом случае имеет К дочерних узлов. Реализуйте этот алгоритм и примените его к изображениям буквы в разных шрифтах.
2. Применяв иерархический метод, визуализируйте дерево, которое показывает среднее изображение для кластера в каждом узле.

Лабораторная работа по разделу дисциплины «Обработка и подготовка данных»

1. Разбить видео на кадры (можно использовать ffmpeg, следует выставить fps = 30).
2. Пройдите регистрацию в инструменте CVAT.

После регистрации и авторизации появится титульный экран «Tasks», где отображены все текущие задачи по разметке. Изначально список пуст, поэтому необходимо создать задачу с нужным файлом для разметки:

3. Нажмите кнопку “+ Create new task”.
4. Далее необходимо сделать следующее:
 - a. Ввести наименование задачи.
 - b. Добавить объект, который необходимо разметить.
 - c. В поле “lables” нажать кнопку “Add lable”.
 - d. Затем в поле “label name” ввести имя для объекта. Выбрать цвет, нажать кнопку “Done”.
 - e. Далее необходимо выбрать файлы, на которых будет происходить разметка.
 - f. После загрузки файлов на сервер нажимаем кнопку «Submit».
 - g. После создания задачи в верхнем правом углу появится сообщение о том, что задача была создана.
5. Открываем созданную задачу нажав на кнопку «Open».
6. После появления окна с деталями задачи, нажимаем на «Job #...»
7. Открывается окно разметчика.
8. Размечаем необходимое количество данных пользуясь подробным руководством по CVAT.
9. После разметки необходимо импортировать разметку:
 - a. Нажимаем «Menu».
 - b. В появившемся меню выбираем «Export as a dataset» → «COCO 1.0»

Вопросы для защиты лабораторной работы по разделу дисциплины «Обработка и подготовка данных»

1. Методы аугментации данных.
2. Что такое валидационный набор данных?

3. Какое соотношение лучше всего выдерживать у тестового и обучающего набора данных?
4. Основные инструменты в CVAT для разметки данных для обучения детектора?
5. В какие форматы возможно экспортировать данные в CVAT?

В рамках дисциплины предусмотрено самостоятельное выполнение группового проекта.

Образцы тем для реализации проекта:

1. Классификация изображений с помощью перцептрона на основе датасета FashionMNIST.
2. Классификация изображений с помощью сверточной нейронной сети на основе датасета CIFAR-10.
3. Обнаружение транспортных средств (легковые автомобили, грузовики, автобусы) с помощью каскадов Хаара.
4. Обнаружение транспортных средств (легковые автомобили, грузовики, автобусы) с помощью нейронных сетей семейства YOLO.
5. Сегментация объектов простой геометрической формы на изображениях с помощью алгоритма на основе водоразделов.
6. Сегментация домашних животных на изображениях с помощью нейронных сетей семейства Mask R-CNN.

Предлагаемые к использованию инструменты для реализации проектов: PyTorch, OpenCV, darknet, репозитории YOLOv5, YOLOv7, YOLOv8, MMDetection, PaddleDetection, Torch Hub, Detectron2, MMDetection, PaddleDetection.

2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации.

Вопросы к экзамену:

1. Основы обработки изображений. Основные инструменты.
2. Основы обработки изображений. Применение NumPy и Matplotlib.
3. Основы обработки изображений. Очистка изображений от шумов.
4. Локальные дескрипторы изображений. Детектор углов Харриса.
5. Локальные дескрипторы изображений. SIFT.
6. Локальные дескрипторы изображений. Сопоставление изображений с геометками.
7. Гомографии.
8. Деформирование изображений.
9. Создание панорам.
10. Эпиполярная геометрия.
11. Многовидовая реконструкция.
12. Стереозображения.
13. Кластеризация изображений. Основные методы.
14. Опишите алгоритм кластеризации методом K-средних.
15. Спектральная кластеризация.
16. Байесовский классификатор.
17. Сегментация изображений. Основные методы.

18. Обработка видео в OpenCV.
19. Трассировка в OpenCV.
20. Искусственные нейронные сети, функции активации, топология сети, количество слоев, направление перемещения информации, количество узлов в слое. Реализация искусственных нейронных сетей на языке Python (на основе анализа документации разработчиков). Интеграция алгоритма с программой на языке Python. Примеры использования искусственных нейронных сетей.
21. Обучение искусственной нейронной сети методом обратного распространения ошибки, градиентный спуск. Реализация метода на языке Python (на основе анализа документации разработчиков). Примеры использования метода обратного распространения ошибки.
22. Введение в нейронные сети. Простая прогнозирующая машина. Простой классификатор.
23. Нейроны. Распространение сигналов по нейронной сети.
24. Использование матричного умножения в нейронной сети с тремя слоями.
25. Подготовка данных: входные значения; выходные значения; случайные начальные значения весовых коэффициентов.
26. Корректировка весовых коэффициентов в процессе обучения нейронной сети.
27. Обратное распространение ошибок.
28. Описание обратного распространения ошибок с помощью матричной алгебры.
29. Использование градиентного спуска для обновления весовых коэффициентов.
30. Подготовка данных: входные значения; выходные значения; случайные начальные значения весовых коэффициентов.

Уровни оценки компетенций, следующие: базовый – 55-69 баллов, повышенный – 70-100 баллов. Преподаватель проводит систематический контроль знаний студентов, ориентируясь на перечень вопросов для проведения зачета/экзамена.

Критерии оценки лабораторных работ /самостоятельной работы студента

– **5 баллов** выставляется студенту, если работа выполнена самостоятельно и полностью верно; представлен отчет, содержащий результаты выполнения заданий работы и ответы на вопросы для подготовки/защиты лабораторной работы; студент анализирует результаты, полученные в ходе выполнения работы, делает выводы.

– **4 балла** выставляется студенту, если работа выполнена самостоятельно, в целом правильно, но имеются некоторые неточности в выполнении заданий или ответах на контрольные вопросы; представлен отчет, содержащий результаты выполнения заданий и ответы на вопросы для подготовки/защиты лабораторной работы; студент анализирует результаты, полученные в ходе выполнения работы, делает выводы.

– **3 балла** выставляется студенту, если работа выполнена самостоятельно, в целом правильно, но имеются некоторые неточности в выполнении заданий или ответах на контрольные вопросы; представлен отчет, содержащий результаты выполнения заданий лабораторной работы и ответы на вопросы для подготовки/защиты лабораторной работы; студент испытывает затруднения при проведении анализа результатов, полученных в ходе выполнения лабораторной работы, и формулировке выводов.

– **2 балла** выставляется студенту, если студент не до конца справился с заданием, не совсем верно ответил на вопросы для подготовки/защиты лабораторной работы, однако оформил отчет по результатам работы.

– **1 балл** выставляется студенту, если студент не до конца справился с заданием, не совсем верно ответил на вопросы для подготовки/защиты лабораторной работы, не оформил отчет по результатам работы.

– **0 баллов** выставляется студенту, если студент не справился с заданием, неверно ответил на вопросы для подготовки/защиты лабораторной работы.

Критерии оценки проекта:

1. 8-10 баллов – проект полностью реализован, разработанный программный продукт работает без ошибок, готов к эксплуатации
2. 6-7 баллов – проект требует незначительных доработок
3. 3-5 баллов – проект требует доработки
4. 0-2 баллов – проект требует значительной доработки, разработанный программный продукт не соответствует требованиям

Критерии оценивания устного ответа студента на экзамене

Ответ на экзамене оценивается исходя из 40 баллов (максимум). Билет содержит теоретический вопрос и практическое задание, преподаватель может задавать дополнительные вопросы. Полный ответ на основной вопрос оценивается максимум в 20 баллов, предполагает свободное изложение (не чтение) всего необходимого материала, ответы студента на уточняющие вопросы, если они есть. Правильный ответ на дополнительный вопрос оценивается максимум в 5 баллов. Правильное выполнение практического задания оценивается в 20 баллов.

Шкала оценивания компетенций:

Оценка в 100-балльной шкале	Оценка в 5-ти балльной шкале	Уровень сформированности компетенций
0-54 баллов	неудовлетворительно (не зачтено)	недостаточный
55-69 баллов	удовлетворительно (зачтено)	базовый
70-85 баллов	хорошо (зачтено)	повышенный
86-100 баллов	отлично (зачтено)	

Критерии оценивания компетенций:

Индикаторы достижения компетенций	Критерии оценивания компетенций		
	Недостаточный уровень	Базовый уровень	Повышенный уровень
ИПК3.1 Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта.	Не знает основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмы логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов, принципы Data Ops и Dev Ops. Не умеет настраивать основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмы логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов на особенности проблемной области, участвует в их разработке.	Знает основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмы логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов, принципы Data Ops и Dev Ops. Умеет настраивать основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмы логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов на особенности проблемной области, участвует в их разработке.	Демонстрирует свободное владение основными программными платформами и компонентами систем искусственного интеллекта: механизмы логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов, принципы Data Ops и Dev Ops. Полностью верно и самостоятельно настраивает основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмы логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальные интерфейсы на особенности проблемной области, участвует в их разработке.

<p>ИПК3.2 Разрабатывает приложения систем искусственного интеллекта.</p>	<p>Не знает современные языки программирования, библиотеки и программные платформы для функционального, логического, объектноориентированного программирования приложений систем искусственного интеллекта. Не умеет разрабатывать программные приложения систем искусственного интеллекта с использованием современных языков программирования, библиотек и программных платформ функционального, логического, объектно-ориентированного программирования.</p>	<p>Знает современные языки программирования, библиотеки и программные платформы для функционального, логического, объектноориентированного программирования приложений систем искусственного интеллекта. Умеет разрабатывать программные приложения систем искусственного интеллекта с использованием современных языков программирования, библиотек и программных платформ функционального, логического, объектно-ориентированного программирования.</p>	<p>Демонстрирует свободное владение современными языками программирования, библиотеками и программными платформами для функционального, логического, объектноориентированного программирования приложений систем искусственного интеллекта. Полностью верно и самостоятельно разрабатывает программные приложения систем искусственного интеллекта с использованием современных языков программирования, библиотек и программных платформ функционального, логического, объектно-ориентированного программирования.</p>
<p>ИПК3.3 Проводит тестирование систем искусственного интеллекта.</p>	<p>Не знает основные критерии качества систем искусственного интеллекта, методы и инструментальные средства тестирования работоспособности и качества</p>	<p>Знает основные критерии качества систем искусственного интеллекта, методы и инструментальные средства тестирования работоспособности и качества функционирования</p>	<p>Глубоко знает и понимает основные критерии качества систем искусственного интеллекта, методы и инструментальные средства тестирования работоспособности и качества функционирования систем искусственного</p>

	<p>функционирования систем искусственного интеллекта. Не умеет проводить тестирование работоспособности и качества функционирования систем искусственного интеллекта и проверять выполнение требований к системам искусственного интеллекта со стороны пользователя.</p>	<p>систем искусственного интеллекта. Умеет проводить тестирование работоспособности и качества функционирования систем искусственного интеллекта и проверять выполнение требований к системам искусственного интеллекта со стороны пользователя.</p>	<p>интеллекта. Полностью верно и самостоятельно проводит тестирование работоспособности и качества функционирования систем искусственного интеллекта и проверяет выполнение требований к системам искусственного интеллекта со стороны пользователя.</p>
--	--	--	--

<p>ИПК8.1 Участвует в реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение».</p>	<p>Не знает принципы построения систем компьютерного зрения, методы и технологии искусственного интеллекта для анализа изображений и видео, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение». Не умеет применять методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию и поддержке системы искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение».</p>	<p>Знает принципы построения систем компьютерного зрения, методы и технологии искусственного интеллекта для анализа изображений и видео, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение». Умеет применять методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию и поддержке системы искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение».</p>	<p>Демонстрирует глубокое знание и понимание принципов построения систем компьютерного зрения, методов и технологии искусственного интеллекта для анализа изображений и видео, методов и подходов к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение». Полностью верно и самостоятельно применяет методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию и поддержке системы искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение».</p>
--	---	---	--

Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Компьютерное зрение»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Введение в технологии компьютерного зрения» являются лекционные занятия. Это связано с тем, что в основе дисциплины лежит достаточно непростой математический аппарат, с помощью которого решаются довольно сложные и громоздкие задачи. По большинству тем предусмотрены практические занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным задачам и отработка практических навыков программирования.

В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях и практических занятиях, а также изучение интересных вопросов, которые подробно на лекциях не разбираются.

Как допуск к зачету рассматривается подготовка студентом доклада с созданием презентации на выбранную тему, которая отражает современные подходы к разным проблемам цифровой обработки сигналов и изображений в медицине, промышленности, специальных и других областях науки.

В качестве лабораторной работы студентам предлагается реализовать на практике один из методов обработки сигнала (аудиоданные или изображение). При реализации проекта перед студентами одновременно встает ряд задач: разобраться с форматом хранимой информации, придумать или выбрать алгоритм для решения задачи. В ходе выполнения лабораторной работы студенты сталкиваются с «подводными камнями» цифровой обработки сигналов. Решение такого рода проблем помогает освоить курс с практической точки зрения.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

- Яблокова С. И. Введение в быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов. / С. И. Яблокова; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: ЯрГУ, 2009. - 136 с.
- Хемминг Р.В. Цифровые фильтры. М.: Советское радио. 1980. 224с.
- Залманзон Л.А. Преобразование Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении связи и других областях. М.:Наука. 496с.
- Оппенгейм Э. Применение цифровой обработки сигналов. М.:Мир. 1980. 545с.
- Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. Ижевск:РХД. 2001. 464с.
- Сато Ю. Обработка сигналов. Первое знакомство. М.: Додека XXI. 2009. 176с.
- Финк М. Сигналы. Помехи. Ошибки. М.: Радио и связь. 1984. 256с.
- Numerical Recipes in C. The Art of Scientific Computing. <http://www.nr.com>
- Smith S.W. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing. <http://www.dspguide.com>
- Сато Ю. Без паники! Введение в технологии компьютерного зрения. М.: Додека XXI. 2010. 176с
- Лайонс Р. Введение в технологии компьютерного зрения. Второе издание. М.: Бином. 2006. 656с

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет (http://lib.uni-yar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и

метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт

меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/пароллю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность» (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.