

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

Институт информационных технологий и радиоэлектроники



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Компьютерное зрение»**

**направление подготовки / специальность**  
09.04.04 «Программная инженерия»

**направленность (профиль) подготовки**  
Инженерия искусственного интеллекта

г. Владимир  
2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Компьютерное зрение» является обучение использованию глубоких нейронных сетей для классификации изображений, сегментации и обнаружения объектов; рассмотрение особого типа архитектуры нейронной сети, пригодного для анализа изображений - сверточная нейронная сеть. Обучающимся предоставляется возможность получить комплексное всестороннее представление о предварительно обученных нейронных сетях для анализа изображений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Компьютерное зрение» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции <i>(код, содержание индикатора)</i>	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-7. Способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта в прикладных областях	ПК-7.1. Знать: ПК-7.1.1. принципы построения систем компьютерного зрения, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение» ПК-7.1.2. принципы построения систем обработки естественного языка, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Обработка естественного языка» ПК-7.1.3. современное	Знает: принципы построения систем компьютерного зрения, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»; современное состояние и перспективы развития новых направлений, методов и технологий в области искусственного интеллекта  Умеет: руководить проектами по созданию, внедрению и поддержке систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой	Контрольная работа, Рейтинг-контроль, Экзамен

	<p>состояние и перспективы развития новых направлений, методов и технологий в области искусственного интеллекта</p> <p>ПК-7.2. Уметь:  ПК-7.2.1. руководить проектами по созданию, внедрению и поддержке систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»  ПК-7.2.2. руководить проектами по созданию, внедрению и поддержке систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Обработка естественного языка»</p> <p>ПК-7.3. Иметь навыки:  ПК-7.3.1. проведения анализа новых направлений, методов и технологий в области искусственного интеллекта и определения наиболее перспективных для различных областей применения</p>	<p>субтехнологии «Компьютерное зрение»</p> <p>Имеет навыки:  проведения анализа новых направлений, методов и технологий в области искусственного интеллекта и определения наиболее перспективных для различных областей применения</p>	
--	---	--	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Современные подходы к решению задач компьютерного зрения.	2	1-2	2		2	1	10	
2	Особенности использования методов машинного обучения в задачах компьютерного зрения	2	3-4	2		2	1	10	
3	Особенности нейронных сетей и их обучение на примере полносвязных нейронных сетей.	2	5-6	2		2	1	10	Рейтинг-контроль №1
4	Особенности задачи классификации изображений с использованием сверточных нейронных сетей.	2	7-9	3		3	1	10	
5	Особенности задач семантической сегментации и сводящихся к ним задач компьютерного зрения	2	10-12	3		3	1	10	Рейтинг-контроль №2
6	Особенности задач поиска и выделения объектов на изображениях и сводящиеся к ним задачи компьютерного зрения.	2	13-15	3		3	2	10	
7	Обзор задачи генерирования изображений, и их представления, а также сводящихся к ним задачи компьютерного зрения и методы их решения при	2	16-18	3		3	2	12	Рейтинг-контроль №3

	помощи глубоких нейронных сетей								
Всего за 2 семестр:				18		18		72	Экзамен, 36
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				18		18		72	Экзамен, 36

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

1. Современные подходы к решению задач компьютерного зрения.  
 Обзор некоторых задач компьютерного зрения;  
 Особенности представления изображения в цифровом виде;  
 Принципы цифровой обработки изображений;  
 Основные операции цифровой обработки изображений
  
2. Особенности использования методов машинного обучения в задачах компьютерного зрения  
 Предмет машинного обучения;  
 Виды признаков изображений;  
 Обзор некоторых методов решения задач компьютерного зрения с использованием машинного обучение;  
 Особенности глубоких нейронных сетей и их место среди методов решения задач компьютерного зрения
  
3. Особенности нейронных сетей и их обучение на примере полносвязных нейронных сетей.  
 Описание слоя нейронной сети;  
 Процедура прямого прохождения;  
 Метод обратного распространения ошибки;  
 Стохастический градиентный спуск и его виды;  
 Проблемы обучения методом обратного распространения ошибки;  
 Обзор функций активации;  
 Инициализация весовых параметров нейронных сетей;  
 Особенности выбора функций активации нейронных сетей;  
 Регуляризация обучения нейронных сетей: лассо, Тихонов, дропаут, батчнорм (и др. нормализации);  
 Аугментация изображений;  
 Предобучение нейронных сетей;  
 Перенос обучения;  
 Методы дообучения нейронных сетей.
  
4. Особенности задачи классификации изображений с использованием сверточных нейронных сетей.  
 Виды сверток в сверточных нейронных сетях;  
 Виды передискретизации (пулинга и интерполяция);  
 Обзор архитектур сверточных нейронных сетей для решения задачи классификации.  
 Тренды развития архитектур сверточных нейронных сетей.
  
5. Особенности задач семантической сегментации и сводящихся к ним задач компьютерного зрения  
 Задача сегментации;  
 Архитектуры сверточных нейронных сетей семантической сегментации;  
 Транспонированная свертка;

Слои повышения разрешения;

6. Особенности задач поиска и выделения объектов на изображениях и сводящиеся к ним задачи компьютерного зрения.

Обзор особенностей архитектур нейронных сетей многоэтапного поиска и выделения объектов на изображениях;

Обзор особенностей архитектур для экземплярной сегментации;

Обзор особенностей архитектур одноэтапного поиска и выделения объектов.

Обзор задач, сводящихся к поиску и выделению объектов на изображениях.

7. Обзор задачи генерирования изображений, и их представления, а также сводящихся к ним задачи компьютерного зрения и методы их решения при помощи глубоких нейронных сетей

Особенности задачи генерации изображений;

Особенности автоэнкодеров, в том числе вариационный автоэнкодер;

Виды генеративно-состязательных нейронных сетей;

Обзор некоторых нестандартных задач компьютерного зрения и методов их решения.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

1. Изучение представлений изображений и классических методов их обработки. Введение в библиотеку `opencv` или `skimage`. Представление изображений, генерация изображений. Добавление шума к изображению. Гистограмма яркости изображения. Методы работы с гистограммой яркости. Методы работы с фильтрами изображений.

2. Изучение особенностей классических методов решения задач компьютерного зрения. Методы HOG, DAISY, watershed, определения угла, корреляции и другие.

3. Изучение особенностей библиотеки `pytorch`. Представление данных, методы работы с данными, представление изображений и их предварительная обработка. Изучение полностью подключенного автоэнкодера для набора данных MNIST.

4. Изучение особенностей классификации изображений с использованием сверточной нейронной сети в библиотеке `pytorch`. Набор данных CIFAR10. Архитектура сверточных сетей, особенности обучения сети для задач классификации. Передача обучения.

5. Модели сегментации в задачах компьютерного зрения. Изучение модели U-net. Переподготовка модели. Особенности переноса обучения для задач семантической сегментации. Изучение увеличения изображения в задачах семантической сегментации.

6. Задачи поиска и локализации объектов на изображениях. Особенности библиотеки Detectron2. Набор данных COCO. Изучение нейронных сетей Faster-RCNN (обнаружение объектов), Mask-RCNN (сегментация экземпляров) и FPN (паноптическая сегментация).

7. Задачи одноэтапного поиска и локализации. Изучение особенностей архитектуры YOLO.

8. Задача генерации изображений. Обучение сети генерации для набора данных Fashion MNIST. Изучение InfoGAN. Изучение CycleGAN.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

Рейтинг-контроль №1

1. Обзор некоторых задач компьютерного зрения;

2. Особенности представления изображения в цифровом виде;
3. Принципы цифровой обработки изображений;
4. Основные операции цифровой обработки изображений
5. Предмет машинного обучения;
6. Виды признаков изображений;
7. Обзор некоторых методов решения задач компьютерного зрения с использованием машинного обучения;
8. Особенности глубоких нейронных сетей и их место среди методов решения задач компьютерного зрения
9. Описание слоя нейронной сети;
10. Процедура прямого прохождения;
11. Метод обратного распространения ошибки;
12. Стохастический градиентный спуск и его виды;
13. Проблемы обучения методом обратного распространения ошибки;
14. Обзор функций активации;
15. Инициализация весовых параметров нейронных сетей;
16. Особенности выбора функций активации нейронных сетей;
17. Регуляризация обучения нейронных сетей: лассо, Тихонов, дропаут, батчнорм (и др. нормализации);
18. Аугментация изображений;
19. Предобучение нейронных сетей;
20. Перенос обучения;
21. Методы дообучения нейронных сетей.

#### Рейтинг-контроль №2

1. Виды сверток в сверточных нейронных сетях;
2. Виды передискретизации (пулинга и интерполяция);
3. Обзор архитектур сверточных нейронных сетей для решения задачи классификации.
4. Тренды развития архитектур сверточных нейронных сетей.
5. Задача сегментации;
6. Архитектуры сверточных нейронных сетей семантической сегментации;
7. Транспонированная свертка;
8. Слои повышения разрешения;

#### Рейтинг-контроль №3

1. Обзор особенностей архитектур нейронных сетей многоэтапного поиска и выделения объектов на изображениях;
2. Обзор особенностей архитектур для экземплярной сегментации;
3. Обзор особенностей архитектур одноэтапного поиска и выделения объектов.
4. Обзор задач, сводящихся к поиску и выделению объектов на изображениях.
5. Особенности задачи генерации изображений;
6. Особенности автоэнкодеров, в том числе вариационный автоэнкодер;
7. Виды генеративно-состязательных нейронных сетей;
8. Обзор некоторых нестандартных задач компьютерного зрения и методов их решения.

### **5.2. Промежуточная аттестация** по итогам освоения дисциплины (экзамен)

Примерные вопросы экзамена (тест):

1. Выберите неверное утверждение о причинах популярности сверточной нейронной сети при обработке и анализе изображений:
  1. Автоматическое извлечение функций (без формального описания функций

вручную).

2. Высокая степень повторного использования весов (эффект памяти).
  3. Уменьшите количество параметров по сравнению с полностью подключенными сетями.
- 
2. Выберите правильное утверждение о 2D-свертке (обычное с квадратным ядром):
    1. Входные данные для свертки обычно имеют 2 измерения.
    2. Каждое ядро имеет 3 измерения и производит одно значение на каждом шаге (или его скольжение).
    3. Каждое ядро может создавать любое необходимое количество карт объектов.
- 
3. Выберите правильное утверждение о конкретных типах 2D-свертки:
    1. Каскадная свертка это последовательные горизонтальные и вертикальные прямоугольные свертки.
    2. Групповая свертка позволяет увеличить восприимчивое поле.
    3. Набранная свертка позволяет уменьшить общее количество параметров.
- 
4. Выберите неверное утверждение о конкретных типах 2D-свертки:
    1. Точечная свертка часто применяется для уменьшения/увеличения количества карт объектов.
    2. Глубокая свертка позволяет уменьшить общее количество параметров.
    3. Пространственно-разделяемая свертка, используемая для замены одного квадратного ядра большого размера несколькими квадратными ядрами малого размера, например,  $7 \times 7$  равно 3 ядрам  $3 \times 3$ .
- 
5. Выберите правильное утверждение о Глобальном объединении:
    1. Глобальный максимальный пул является наиболее популярным в этой области.
    2. Глобальное объединение позволяет преодолеть проблему дополнительных полносвязных слоев (по сравнению с выравниванием слоя).
    3. Глобальное объединение позволяет сократить количество каналов.
- 
6. Выберите неверное утверждение об обычных недостатках ReLU:
    1. У ReLU есть проблема исчезновения, когда многие веса становятся нулями.
    2. У ReLU есть проблема с отсутствием насыщения выше нуля.
    3. ReLU имеет насыщенность своего градиента.
- 
7. Выберите правильное утверждение об инициализации весов:
    1. Лучше инициализировать веса с небольшими равномерно распределенными значениями.
    2. Лучше инициализировать веса случайными значениями, которые имеют распределение с дисперсией, обратной пропорциональной числу значений параметров.
    3. Лучше инициализировать все веса с одинаковой дисперсией.
- 
8. Выберите правильное определение функции потерь:
    1. Функция потерь - это метод оценки того, насколько хорошо ваши модели подходят для вашей задачи и для ваших данных.
    2. Функция потерь показывает точность модели в вашей задаче.
    3. Функция потерь позволяет оценить среднюю ошибку среди всего набора данных (или его пакета).
- 
9. Выберите неверный выбор функции потерь для задачи семантической сегментации:
    1. Среднеквадратичная ошибка в каждом пикселе для определения того, насколько



хорошо мы соответствуем форме объекта.

2. Категориальная перекрестная энтропия в каждом пикселе для его классификации по классам.

3. Потеря кубиков для определения того, насколько хорошо мы выделяем целевую область.

10. Выберите правильную причину для введения регуляризации для нейронной сети:

1. Уменьшение проблемы переоснащения.
2. Сокращение времени обучения.
3. Повышение точности обучающих данных.

11. Выберите правильную причину для использования регуляризации Dropout:

1. Уменьшите вероятность проблемы совместной адаптации.
2. Снижение требований к скорости обучения и другим гиперпараметрам.
3. Уменьшите вероятность возникновения проблемы градиентного взрыва.

12. Выберите правильную причину использования регуляризации BatchNorm :

1. Уменьшите вероятность проблемы совместной адаптации.
2. Уменьшите влияние внутренней проблемы совместного изменения сдвига между партиями.
3. Увеличьте точность в случае независимых данных.

13. Выберите правильный недостаток простой регуляризации BatchNorm :

1. Снижение точности в случае небольшого или разного размера партии.
2. Требуется снизить скорость обучения из-за изменения поведения функции потерь.
3. Увеличьте вероятность исчезновения градиента.

14. Выберите неправильную специфику других методов нормализации по сравнению с BatchNorm:

1. LayerNorm работает так же, как при оценке, так и на этапах обучения.
2. Групповая норма хорошо работает только для больших партий.
3. В случае небольшого размера партии вы также можете использовать нормализацию веса (или стандартизацию).

15. Выберите неверное утверждение о перекрестной проверке:

1. Перекрестная проверка с задержкой - наиболее распространенный выбор.
2. К-кратная перекрестная проверка может быть применена для выбора наилучшей модели.
3. Используйте перекрестную проверку с задержкой для данных о дисбалансе.

16. Выберите правильное утверждение о стохастическом градиентном спуске, SGD:

1. Используйте SGD с импульсом, особенно для небольших партий.
2. Разделите ваши данные на партии перед тренировкой.
3. Используйте планировщик скорости обучения только для простого SGD.

17. Выберите правильное утверждение об адаптивном стохастическом градиентном спуске, SGD:

1. RMSProp не требует использования momentum.
2. Не используйте планировщик скорости обучения.
3. Adam позволяет автоматически учитывать импульс.

18. Выберите правильное утверждение о сети VGG:

1. VGG использует каскадную свертку, которая позволила увеличить глубину до 19 слоев.
2. VGG меньше, чем AlexNet (имеет меньше параметров).
3. VGG имеет аналогичную структуру с LeNet.

19. Выберите неверное утверждение о Network in Network, NiN:

1. InceptionNet (GoogLeNet) является продолжением идеи NiN.
2. NiN должен изучить ансамбль сетей и одну из них.
3. Предполагается, что различные пути градиента в NiN изучают разные функции.

20. Выберите неверное утверждение о причине, по которой работает Resnet:

1. Пропуск подключения снижает требования к размеру набора данных, поскольку работает как регуляризация.
2. Пропуск подключения позволяет избежать перенапряжения слоя путем его коррекции или отключения.
3. Пропуск соединения позволяет сделать почти бесконечную глубину сети, сделав некоторую идентификацию.

21. Выберите неверное утверждение о специфике работы в сети:

1. используйте один и тот же размер канала на входе и выходе блока resnet.
2. если количество каналов на входе и выходе resnet block разное, используйте точечную свертку.
3. не используйте отсев в блоке resnet.

22. Выберите неверное утверждение о сети DenseNet:

1. DenseNet позволяет учитывать информацию низкого уровня несколькими способами пропуска соединения.
2. DenseNet увеличивает количество параметров по сравнению с ResNet.
3. DenseNet не требует наличия одинакового количества каналов в пропускных соединениях из-за объединения.

23. Выберите неверное утверждение о MobileNetwork (V2):

1. MobileNet использует блок с расширением в качестве гиперпараметра и проекции.
2. MobileNet использует глубоко разделяемую свертку.
3. MobileNet не использует остаточные соединения из-за требований к небольшому размеру.

24. Выберите неверное утверждение о Squeeze-and-Excitation block, (SE block):

1. Блок SE позволяет выделить наиболее важные функции.
2. Блок SE позволяет протискиваться через размеры каждого канала (ширина и высота).
3. Блок SE имеет интенсивность возбуждения в виде гиперпараметра.

25. Выберите неверное утверждение об эффективной сети:

1. Эффективная сетевая архитектура была получена с помощью механизма автоматического поиска архитектуры.
2. Эффективная сеть использует блоки на основе Mobilenet.
3. Эффективная сеть предназначена для использования на небольших устройствах (таких как мобильный телефон).

### **5.3. Самостоятельная работа обучающегося**

Самостоятельная работа обучающихся заключается в самостоятельном изучении отдельных тем, практической реализации заданий самостоятельной работы по этим темам,

выполнении контрольной работы, написании двух докладов. Контроль выполнения самостоятельной работы проводится при текущих контрольных мероприятиях и на промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы – основная литература [1-3].

### **Примерный перечень заданий контрольной работы:**

1. Преимущества и недостатки использования глубокого обучения в обработке изображений (Компьютерное зрение).
2. Преимущества и недостатки альтернативного подхода к использованию глубокого обучения в обработке изображений (Компьютерное зрение).
3. Преимущества использования Сверточной нейронной сети (CNN) в обработке и анализе изображений (Компьютерное зрение).
4. Структура сверточной нейронной сети (значение экстрактора признаков (магистрала) и типы головных слоев).
5. Значение рецептивного поля в CNN
6. Объяснение того, как работает слой 2d-свертки (Несколько каналов с несколькими ядрами)
7. Значение расширения операции 2d-свертки (заполнение, шаг, скорость набора)
8. Типы свертки и их цели:
  - Обычная (квадратная) свертка,
  - Каскадная Свертка,
  - Сгруппированная Свертка,
  - Пространственно Разделяемая Свертка,
  - Точечная Свертка,
  - Глубокая свертка (и Глубокая разделяемая свертка),
  - Свертка с перемешиванием пикселей (Высокое разрешение),
  - Транспонированная Свертка.
9. Значение операции локального объединения в CNN (например, максимальное объединение).
10. Типы локальных операций объединения и их цели: максимальное объединение, среднее объединение,
11. Преимущества глобального среднего объединения в CNN по сравнению с операцией выравнивания.
12. Типы слоев с повышающей дискретизацией
13. Значение функции активации в нейронных сетях
14. Почему мы используем Сигмоид и Softmax в последних слоях для задач классификации (Преимущества и недостатки функции активации Сигмоиды).
15. Преимущества отраженного линейного блока (ReLU) в скрытых слоях CNN.
16. Типы ReLU: ReLU6, Дырявый ReLU, Параметрический ReLU, ELU, SELU, GELU, Swish, Mish и как вы думаете, зачем они все нужны (Недостатки обычного ReLU).
17. Значение инициализации весов.
18. Разница между Бинарной классификацией, Классификацией по нескольким классам и Классификацией по нескольким меткам,
19. Типы функции потерь для классификации: Двоичная Перекрестная энтропия, Однократная Категориальная Перекрестная Энтропия, Разреженная Категориальная Перекрестная энтропия, Случаи дисбаланса.
20. Причины использования Перекрестной энтропии с Логитами (Двоичная Перекрестная энтропия с Логитами и Категориальная Перекрестная энтропия с Логитами).
21. Типы регрессионных потерь: L2, L1, L1smooth (Потеря Хубера)
22. Специфика функции потерь при семантической сегментации.
23. Метод регуляризации нейронной сети: L2, увеличение данных, 2d Отсев (пространственный отсев), Пакетная нормализация.

24. Преимущества и недостатки пакетной нормализации и почему иногда нам нужно использовать Норму слоя или Групповую норму.
25. Значение перекрестной проверки.
26. Значение выбора и планирования скорости обучения.
27. Типы стохастического градиентного спуска (SGD): SGD с импульсом (Нестеров), RMS prop, ADAM - почему их нужно использовать.
28. Основные тенденции в современном состоянии архитектур CNN.
29. Основная идея Сети В Сети (и начального уровня).

#### **Примерные задания самостоятельной работы:**

1. Выбор задачи компьютерного зрения и соответствующего набора данных, например, на веб-сайте <https://www.kaggle.com/datasets?tags=13207-Computer+Vision>, например, набор данных <https://www.kaggle.com/rhammell/full-vs-flat-tire-images> соответствует задаче классификации спущенных шин по их фотографиям.
2. Изучите схему решений, представленных для соответствующего набора данных.
3. Предложите свое собственное решение выбранной задачи.
4. Самостоятельная работа может быть выполнена командой из 2-4 студентов.

#### **Примерные темы докладов (доклад № 1):**

1. Методы цифрового представления изображений.
2. Типичные задачи обработки изображений.
3. Современные тенденции в решении задач компьютерного зрения и подходы к их решению.
4. Привести примеры проблем компьютерного зрения, когда нейронные сети имеют преимущества перед классическими методами, чтобы обосновать ответ.
5. Какие типы нейронных сетей в настоящее время популярны в системах компьютерного зрения, какие задачи они решают?
6. Классификация систем компьютерного зрения, области их применения.
7. Методы решения задач компьютерного зрения.
8. Особенности операции свертки.
9. Цель использования операции свертки.
10. Что такое машинное обучение?
11. Различия между методами машинного обучения и другими статистическими методами.
12. Различия между нейронными сетями и глубокими нейронными сетями.
13. Преимущества использования глубоких нейронных сетей в приложениях компьютерного зрения.
14. Типы нейронных сетей для решения задач компьютерного зрения.
15. Особенности сверточных нейронных сетей среди других подходов к решению задач компьютерного зрения.
16. Объясните цель использования мини-пакетов при градиентном спуске.
17. Объясните, какие проблемы возникают при обычном градиентном спуске, почему необходимы более сложные методы, такие как адаптивные и методы второго порядка.
18. Объясните, как работает обратное распространение ошибки для многослойного персептрона с одним выходом.
19. Назовите и прокомментируйте проблему переобучения/недостаточного обучения нейронных сетей, как уменьшить вероятность переобучения.
20. Объясните, как особенности подготовки данных влияют на условность сформированной выборки, зачем нужны обучающие, тестовые и проверочные выборки.
21. Как вы думаете, зачем нам нужны разные варианты инициализации весов нейронных сетей, как, по вашему мнению, предварительная подготовка нейронных сетей

влияет на результат обучения, можно ли переобучить обученные нейронные сети и как.

22. Что приводит к отсутствию функции активации (линейной активации) в скрытых слоях нейронной сети.

23. Назовите основные типы функций активации.

24. Как вы думаете, почему функция ReLU часто используется на внутренних уровнях сети, зачем вам нужны остальные функции активации,

25. Как, по вашему мнению, методы отсева помогают в регуляризации обучения нейронной сети, объясняют работу отсева.

26. Как вы думаете, почему методы нормализации (включая нормализацию батча) приобрели широкую популярность, каковы их преимущества и недостатки?

27. Назовите методы регуляризации в нейронных сетях и цель их использования.

28. Как вы думаете, каковы преимущества и недостатки сверточных сетей по сравнению с такими сетями, как полностью подключенные.

### **Примерные темы докладов (доклад № 2):**

1. Преимущества использования глубоких сверточных нейронных сетей в приложениях компьютерного зрения.

2. Объясните архитектуру LeNet и цель использования каждого типа сетевого уровня.

3. Почему вы считаете необходимым заменить простую операцию свертки более совершенными аналогами, приведите примеры.

4. Назовите основные типы сверточных слоев в нейронных сетях и их приложения.

5. Как вы думаете, зачем вам нужна свертка 1x1 (точечная свертка), какие типы сверток с использованием свертки 1x1 вы можете принести.

6. Как вы думаете, зачем нужна глубокая свертка, назовите несколько типов архитектур сверточных нейронных сетей, где она используется.

7. Приведите примеры современных сверточных сетевых архитектур и расскажите о них, какова их тенденция.

8. Как вы думаете, что позволяет перейти от задачи классификации к задаче сегментации, как это реализовано на практике, приведите примеры.

9. Дать варианты сверток в декодерах сегментационных нейронных сетей,

10. Кратко объясните особенности билинейной интерполяции, обратной свертки, свертки с повышенным разрешением, расскажите, где используются эти операции.

11. Кратко объясните особенности сетей локализации объектов на изображениях.

12. Кратко объясните особенности работы сетей многоступенчатого (регионального) подхода к обнаружению и выделению объектов на изображениях.

13. Кратко объясните особенности работы сетей одноэтапных подходов к обнаружению и выделению объектов на изображениях.

14. Кратко объясните, какие задачи можно решить с помощью сетей для обнаружения и выделения объектов на изображениях.

15. Кратко опишите задачи сегментации экземпляров и паноптической сегментации.

16. В чем заключаются различия между генеративным подходом и традиционным дискриминантным подходом, которые вы можете назвать, и какие принципы генеративных сетей используются сегодня.

17. Как вы думаете, почему именно генеративно-сопоставительные сети (GANs) получили широкое распространение, каковы их особенности и отличия от других типов генеративных сетей.

18. К какому виду обучения, по вашему мнению, относятся сети автоматического кодирования? Приведите примеры решения задач с использованием сетей автокодирования, чем сеть автокодирования отличается от тривиального ретранслятора.

19. Назовите основные тенденции в развитии методов глубокого обучения нейронных сетей в приложениях компьютерного зрения.

20. Назовите особенности трансформаторных сетей по сравнению со сверточными

сетями.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Шапиро, Л. Компьютерное зрение : учебное пособие / Л. Шапиро, Д. Стокман ; под редакцией С. М. Соколова ; перевод с английского А. А. Богуславского. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 763 с. — ISBN 978-5-00101-696-0. — Текст : электронный. Режим доступа: для авториз. пользователей.	2020	<a href="https://e.lanbook.com/book/135496">https://e.lanbook.com/book/135496</a>
2. Селянкин, В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений : учебник для вузов / В. В. Селянкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-8259-7. — Текст : электронный. Режим доступа: для авториз. пользователей.	2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/173806">https://e.lanbook.com/book/173806</a>
3. Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Гудфеллоу Я. , Бенджио И. , Курвилль А. , пер. с англ. А. А. Слинкина. - 2-е изд. , испр. - Москва : ДМК Пресс, 2018. - 652 с. - ISBN 978-5-97060-618-6. - Текст : электронный. Режим доступа : по подписке.	2018	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970606186.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970606186.html</a>
Дополнительная литература		
1. Дэвенпорт, Т. Внедрение искусственного интеллекта в бизнес-практику. Преимущества и сложности / Т. Дэвенпорт. - Москва : Альпина Паблицер, 2021. - 316 с. - ISBN 978-5-9614-3952-6. - Текст : электронный. Режим доступа : по подписке.	2021	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785961439526.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785961439526.html</a>
2. Берджесс, Э. Искусственный интеллект - для вашего бизнеса : Руководство по оценке и применению / Э. Берджесс. - Москва : Интеллектуальная Литература, 2021. - 232 с. - ISBN 9-785-907274-81-5. - Текст : электронный. Режим доступа : по подписке.	2021	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907274815.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907274815.html</a>

### 6.2. Периодические издания

1. Вестник компьютерных и информационных технологий ISSN 1810-7206.
2. Цифровая библиотека научно-технических изданий Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)) на

### 6.3. Интернет-ресурсы

1. Academic Search Ultimate EBSCO publishing – <http://search.ebscohost.com>
2. eBook Collections Springer Nature – <https://link.springer.com/>
3. Гугл Академия – <https://scholar.google.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
5. Университетская библиотека ONLINE – <https://biblioclub.ru/>
6. Электронно-библиотечная система "Библиокомплектатор" (IPRbooks) <http://www.bibliocomplectator.ru/available>
7. Электронные информационные ресурсы Российской государственной библиотеки <https://www.rsl.ru/>
8. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» <https://cyberleninka.ru/>
9. Портал российского образования [www.edu.ru](http://www.edu.ru)
10. Портал российских электронных библиотек [www.elbib.ru](http://www.elbib.ru)
11. Научная электронная библиотека [www.eLibrary.ru](http://www.eLibrary.ru)
12. Научная библиотека ВлГУ [library.vlsu.ru](http://library.vlsu.ru)
13. Учебный сайт кафедры ИСПИ ВлГУ <https://ispi.cdo.vlsu.ru>
14. Электронная библиотечная система ВлГУ <https://vlsu.bibliotech.ru/>
15. Drive into deep learning, Zhang, Aston and Lipton, Zachary C. and Li, Mu and Smola, Alexander J. 2021. URL: <https://d2l.ai/>
16. Deep Learning Book. Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, MIT Press, 2016. URL: <https://www.deeplearningbook.org/>
17. Он-лайн курс “Нейронные сети и компьютерное зрение” URL: <https://stepik.org/course/50352/promo>
18. Дьяков А. Глубокое обучение. URL: <https://github.com/Dyakov/DL>
19. М.В. Ронкин Компьютерное зрение. URL: <https://github.com/MVRonkin/Computer-Vision-Course lec-practice>
20. Deep learning theory lecture notes Matus Telgarsky 2021. URL: <https://mjt.cs.illinois.edu/dlt/>
21. Онлайн курс “Программирование глубоких нейронных сетей на Python”. URL: <https://openedu.ru/course/urfu/PYDNN/>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий: занятий лекционного и лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе, оборудованном мультимедийным проектором с экраном и обеспеченным доступом в Интернет.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

- Операционная система Microsoft Windows 10
- Офисный пакет Microsoft Office 2016
- Бесплатное программное обеспечение (Python – <https://www.python.org/>, PyTorch - <https://pytorch.org/>, TensorFlow, Keras - <https://www.tensorflow.org/>, opencv - <https://opencv.org/>, skimage - <https://scikit-image.org/>, Anaconda solution - <https://www.anaconda.com/>, Веб - среда разработки для языка программирования Python: google colab - <https://colab.research.google.com/>

Рабочую программу составил: зав. каф. ИСПИ И.Е. Жигалов



Рецензент: к.т.н., ведущий специалист отдела ИТ ООО «Дау Изолан» Фадин Д.Н.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИСПИ

Протокол № 5 от 15.12.21 года

Заведующий кафедрой И.Е. Жигалов



Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 09.04.04 «Программная инженерия»

Протокол № 5 от 15.12.21 года

Председатель комиссии И.Е. Жигалов





**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

*Компьютерное зрение*

образовательной программы направления подготовки 09.04.04 «Программная инженерия»,

направленность: *Инженерия искусственного интеллекта (магистратура)*

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**

Институт информационных технологий и радиоэлектроники  
Кафедра информационных систем и программной инженерии

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

  
И.Е. Жигалов

« 15 » 12 20 21

Основание:  
решение кафедры

от « 15 » 12 20 21

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«Компьютерное зрение»**

Направление подготовки: 09.04.04 «Программная инженерия»

Профиль подготовки: Инженерия искусственного интеллекта

Уровень высшего образования: магистратура

Владимир, 2021 г

## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Компьютерное зрение» разработан в соответствии с рабочей программой, входящей в ОПОП направления подготовки 09.04.04 «Программная инженерия», профиль подготовки «Инженерия искусственного интеллекта».

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного материала
1	Современные подходы к решению задач компьютерного зрения.	ПК-7	Контрольная работа, рейтинг-контроль, экзамен
2	Особенности использования методов машинного обучения в задачах компьютерного зрения	ПК-7	Контрольная работа, рейтинг-контроль, экзамен
3	Особенности нейронных сетей и их обучение на примере полносвязных нейронных сетей.	ПК-7	Контрольная работа, рейтинг-контроль, экзамен
4	Особенности задачи классификации изображений с использованием сверточных нейронных сетей.	ПК-7	Контрольная работа, рейтинг-контроль, экзамен
5	Особенности задач семантической сегментации и сводящихся к ним задач компьютерного зрения	ПК-7	Контрольная работа, рейтинг-контроль, экзамен
6	Особенности задач поиска и выделения объектов на изображениях и сводящиеся к ним задачи компьютерного зрения.	ПК-7	Контрольная работа, рейтинг-контроль, экзамен
7	Обзор задачи генерирования изображений, и их представления, а также сводящихся к ним задачи компьютерного зрения и методы их решения при помощи глубоких нейронных сетей	ПК-7	Контрольная работа, рейтинг-контроль, экзамен

Комплект оценочных материалов по дисциплине «Компьютерное зрение» предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы дисциплины «Компьютерное зрение», для оценивания результатов обучения: знаний, умений, навыков и уровня приобретенных компетенций.

Комплект оценочных материалов по дисциплине включает:

1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости:

- комплект вопросов рейтинг-контроля, позволяющих оценивать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, распознавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;

- комплект вопросов для контроля самостоятельной работы обучающихся, позволяющих оценивать знание фактического материала;

2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации в форме:

- контрольные вопросы для проведения экзамена, позволяющие провести процедуру измерения уровня знаний и умений обучающихся.

**Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины «Компьютерное зрение» при освоении образовательной программы по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия»**

<i><b>ПК-7. Способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта в прикладных областях</b></i>		
<i><b>Знать</b></i>	<i><b>Уметь</b></i>	<i><b>Иметь навыки</b></i>
принципы построения систем компьютерного зрения, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»; современное состояние и перспективы развития новых направлений, методов и технологий в области искусственного интеллекта	руководить проектами по созданию, внедрению и поддержке систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»	проведения анализа новых направлений, методов и технологий в области искусственного интеллекта и определения наиболее перспективных для различных областей применения

**Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций текущего контроля знаний по учебной дисциплине «Компьютерное зрение»**

Текущий контроль знаний, согласно «Положению о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов в ВлГУ» (далее Положение) в рамках изучения дисциплины «Компьютерное зрение» предполагает письменный рейтинг-контроль, выполнение и защиту лабораторных работ, компьютерное тестирование.

**Регламент проведения письменного рейтинг-контроля**

№	Вид работы	Продолжительность
1	Предел длительности рейтинг-контроля	35-40 мин.
2	Внесение исправлений	до 5 мин.
	Итого	до 45 мин.

### **Критерии оценки письменного рейтинг-контроля**

Результаты каждого письменного рейтинга оцениваются в баллах. Максимальная сумма, набираемая студентом на каждом письменном рейтинге, составляет 10 баллов.

Критерии оценки для письменного рейтинга:

- 9-10 баллов выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: полное раскрытие темы, вопроса, указание точных названий и определений, правильная формулировка понятий и категорий, приведение формул и (в необходимых случаях) их вывода, приведение статистики, самостоятельность ответа, использование дополнительной литературы;

- 7-8 баллов выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: недостаточно полное раскрытие темы, несущественные ошибки в определении понятий и категорий, формулах, выводе формул, статистических данных, кардинально не меняющих суть изложения, наличие грамматических и стилистических ошибок, использование устаревшей учебной литературы;

- 6-7 баллов выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: отражение лишь общего направления изложения лекционного материала и материала современных учебников, наличие достаточно количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, формулах, их выводе, статистических данных, наличие грамматических и стилистических ошибок, использование устаревшей учебной литературы, неспособность осветить проблематику дисциплины;

- 1-6 выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: нераскрытые темы; большое количество существенных ошибок, наличие грамматических и стилистических ошибок, отсутствие необходимых умений и навыков.

### **Регламент проведения лабораторных работ**

В целях закрепления практического материала и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины «Компьютерное зрение» предполагается выполнение лабораторных работ, что позволяет углубить процесс познания, раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины.

Лабораторные работы выполняются на компьютерах.

### **Критерии оценки выполнения лабораторных работ**

Результаты выполнения каждой лабораторной работы оцениваются в баллах. Максимальная сумма, набираемая студентом за выполнение каждой лабораторной работы, составляет 1 балл.

Критерии оценки для выполнения лабораторной работы:

- 0,9-1 балл выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: представлен полный письменный отчет по лабораторной работе, содержащий описание всех этапов ее выполнения и надлежащим образом оформленный (в печатном или электронном виде - в соответствии с требованием преподавателя), полностью выполнено задание на лабораторную работу, обучающийся верно и полно ответил на все контрольные вопросы преподавателя по теоретической и практической части лабораторной работы, лабораторная работа выполнена самостоятельно и в определенный преподавателем срок;

- 0,7-0,8 баллов выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: представлен недостаточно полный письменный отчет по лабораторной работе, содержащий описание всех этапов ее выполнения, имеющий, возможно, погрешности в оформлении (в печатном или электронном виде - в соответствии с требованием преподавателя), полностью выполнено задание на лабораторную работу, обучающийся преимущественно верно и полно ответил на контрольные вопросы преподавателя по теоретической и практической части лабораторной работы, лабораторная работа выполнена самостоятельно, возможно, с нарушением определенного преподавателем срока предоставления отчета, отчет содержит грамматические и стилистические ошибки;

- 0,6-0,7 баллов выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: представлен недостаточно полный письменный отчет по лабораторной работе, содержащий описание не всех этапов ее выполнения, имеющий, возможно, погрешности в оформлении (в печатном или электронном виде - в соответствии с требованием преподавателя), в основном выполнено задание на лабораторную работу, обучающийся ответил на контрольные вопросы преподавателя по теоретической и практической части лабораторной работы с отражением лишь общего направления изложения материала, с наличием достаточно количества несущественных или одной-двух существенных ошибок, лабораторная работа выполнена самостоятельно, с нарушением определенного преподавателем срока предоставления отчета, отчет содержит грамматические и стилистические ошибки, при его составлении использована устаревшая учебная литература;

- 0,1-0,6 выставляется обучающемуся, если соблюдаются критерии: письменный отчет по лабораторной работе (в печатном или электронном виде - в соответствии с требованием преподавателя) не представлен или представлен неполный, отчет содержит описание не всех этапов выполнения работы, имеет погрешности в оформлении, задание на лабораторную работу выполнено не полностью, обучающийся ответил на контрольные вопросы преподавателя по теоретической и практической части лабораторной работы с большим количеством существенных ошибок, продемонстрировал неспособность осветить проблематику лабораторной работы, лабораторная работа выполнена несамостоятельно, с существенным нарушением определенного преподавателем срока предоставления отчета, отчет содержит грамматические и стилистические ошибки, при его составлении использована устаревшая учебная литература, обучающийся при выполнении работы продемонстрировал отсутствие необходимых умений и практических навыков.

При оценке за лабораторную работу менее 0,6 баллов, данная работа считается невыполненной и не зачитывается. При невыполнении лабораторной работы хотя бы по одной из изучаемых тем, обучающийся не получает положительную оценку при промежуточном контроле по дисциплине (экзамене).

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «Компьютерное зрение»**

### **Перечень вопросов для текущего контроля знаний (письменный рейтинг-контроль)**

#### **Рейтинг-контроль №1**

1. Обзор некоторых задач компьютерного зрения;
2. Особенности представления изображения в цифровом виде;
3. Принципы цифровой обработки изображений;
4. Основные операции цифровой обработки изображений
5. Предмет машинного обучения;
6. Виды признаков изображений;
7. Обзор некоторых методов решения задач компьютерного зрения с использованием машинного обучение;
8. Особенности глубоких нейронных сетей и их место среди методов решения задач компьютерного зрения
9. Описание слоя нейронной сети;
10. Процедура прямого прохождения;
11. Метод обратного распространения ошибки;
12. Стохастический градиентный спуск и его виды;
13. Проблемы обучения методом обратного распространения ошибки;
14. Обзор функций активации;
15. Инициализация весовых параметров нейронных сетей;

16. Особенности выбора функций активации нейронных сетей;
17. Регуляризация обучения нейронных сетей: лассо, Тихонов, дропаут, батчнорм (и др. нормализации);
18. Аугментация изображений;
19. Предобучение нейронных сетей;
20. Перенос обучения;
21. Методы дообучения нейронных сетей.

#### Рейтинг-контроль №2

1. Виды сверток в сверточных нейронных сетях;
2. Виды передискретизации (пулинга и интерполяция);
3. Обзор архитектур сверточных нейронных сетей для решения задачи классификации.
4. Тренды развития архитектур сверточных нейронных сетей.
5. Задача сегментации;
6. Архитектуры сверточных нейронных сетей семантической сегментации;
7. Транспонированная свертка;
8. Слои повышения разрешения;

#### Рейтинг-контроль №3

1. Обзор особенностей архитектур нейронных сетей многоэтапного поиска и выделения объектов на изображениях;
2. Обзор особенностей архитектур для экземплярной сегментации;
3. Обзор особенностей архитектур одноэтапного поиска и выделения объектов.
4. Обзор задач, сводящихся к поиску и выделению объектов на изображениях.
5. Особенности задачи генерации изображений;
6. Особенности автоэнкодеров, в том числе вариационный автоэнкодер;
7. Виды генеративно-состязательных нейронных сетей;
8. Обзор некоторых нестандартных задач компьютерного зрения и методов их решения.

#### **Темы лабораторных работ:**

1. Изучение представлений изображений и классических методов их обработки. Введение в библиотеку `opencv` или `skimage`. Представление изображений, генерация изображений. Добавление шума к изображению. Гистограмма яркости изображения. Методы работы с гистограммой яркости. Методы работы с фильтрами изображений.
2. Изучение особенностей классических методов решения задач компьютерного зрения. Методы HOG, DAISY, watershed, определения угла, корреляции и другие.
3. Изучение особенностей библиотеки `pytorch`. Представление данных, методы работы с данными, представление изображений и их предварительная обработка. Изучение полностью подключенного автоэнкодера для набора данных MNIST.
4. Изучение особенностей классификации изображений с использованием сверточной нейронной сети в библиотеке `pytorch`. Набор данных CIFAR10. Архитектура сверточных сетей, особенности обучения сети для задач классификации. Передача обучения.
5. Модели сегментации в задачах компьютерного зрения. Изучение модели U-net. Переподготовка модели. Особенности переноса обучения для задач семантической сегментации. Изучение увеличения изображения в задачах семантической сегментации.
6. Задачи поиска и локализации объектов на изображениях. Особенности библиотеки Detectron2. Набор данных COCO. Изучение нейронных сетей Faster-RCNN



(обнаружение объектов), Mask-RCNN (сегментация экземпляров) и FPN (паноптическая сегментация).

7. Задачи одноэтапного поиска и локализации. Изучение особенностей архитектуры YOLO.

8. Задача генерации изображений. Обучение сети генерации для набора данных Fashion MNIST. Изучение InfoGAN. Изучение CycleGAN.

### **Перечень вопросов для контроля самостоятельной работы обучающегося**

Самостоятельная работа обучающихся заключается в самостоятельном изучении отдельных тем, практической реализации заданий самостоятельной работы по этим темам, выполнении контрольной работы, написании двух докладов. Контроль выполнения самостоятельной работы проводится при текущих контрольных мероприятиях и на промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

### **Примерный перечень заданий контрольной работы:**

1. Преимущества и недостатки использования глубокого обучения в обработке изображений (Компьютерное зрение).

2. Преимущества и недостатки альтернативного подхода к использованию глубокого обучения в обработке изображений (Компьютерное зрение).

3. Преимущества использования Сверточной нейронной сети (CNN) в обработке и анализе изображений (Компьютерное зрение).

4. Структура сверточной нейронной сети (значение экстрактора признаков (магистрала) и типы головных слоев).

5. Значение рецептивного поля в CNN

6. Объяснение того, как работает слой 2d-свертки (Несколько каналов с несколькими ядрами)

7. Значение расширения операции 2d-свертки (заполнение, шаг, скорость набора)

8. Типы свертки и их цели:

- Обычная (квадратная) свертка,

- Каскадная Свертка,

- Сгруппированная Свертка,

- Пространственно Разделяемая Свертка,

- Точечная Свертка,

- Глубокая свертка (и Глубокая разделяемая свертка),

- Свертка с перемешиванием пикселей (Высокое разрешение),

- Транспонированная Свертка.

9. Значение операции локального объединения в CNN (например, максимальное объединение).

10. Типы локальных операций объединения и их цели: максимальное объединение, среднее объединение,

11. Преимущества глобального среднего объединения в CNN по сравнению с операцией выравнивания.

12. Типы слоев с повышающей дискретизацией

13. Значение функции активации в нейронных сетях

14. Почему мы используем Сигмоид и Softmax в последних слоях для задач классификации (Преимущества и недостатки функции активации Сигмоиды).

15. Преимущества отраженного линейного блока (ReLU) в скрытых слоях CNN.

16. Типы ReLU: ReLU6, Дырявый ReLU, Параметрический ReLU, ELU, SELU, GELU, Swish, Mish и как вы думаете, зачем они все нужны (Недостатки обычного ReLU).

17. Значение инициализации весов.

18. Разница между Бинарной классификацией, Классификацией по нескольким классам и Классификацией по нескольким меткам,

19. Типы функции потерь для классификации: Двоичная Перекрестная энтропия, Однократная Категориальная Перекрестная Энтропия, Разреженная Категориальная Перекрестная энтропия, Случай дисбаланса.

20. Причины использования Перекрестной энтропии с Логитами (Двоичная Перекрестная энтропия с Логитами и Категориальная Перекрестная энтропия с Логитами).

21. Типы регрессионных потерь: L2, L1, L1smooth (Потеря Хубера)

22. Специфика функции потерь при семантической сегментации.

23. Метод регуляризации нейронной сети: L2, увеличение данных, 2d Отсев (пространственный отсев), Пакетная нормализация.

24. Преимущества и недостатки пакетной нормализации и почему иногда нам нужно использовать Норму слоя или Групповую норму.

25. Значение перекрестной проверки.

26. Значение выбора и планирования скорости обучения.

27. Типы стохастического градиентного спуска (SGD): SGD с импульсом (Нестеров), RMS prop, ADAM - почему их нужно использовать.

28. Основные тенденции в современном состоянии архитектур CNN.

29. Основная идея Сети В Сети (и начального уровня).

### **Примерные задания самостоятельной работы:**

1. Выбор задачи компьютерного зрения и соответствующего набора данных, например, на веб-сайте <https://www.kaggle.com/datasets?tags=13207-Computer+Vision>, например, набор данных <https://www.kaggle.com/rhammell/full-vs-flat-tire-images> соответствует задаче классификации спущенных шин по их фотографиям.

2. Изучите схему решений, представленных для соответствующего набора данных.

3. Предложите свое собственное решение выбранной задачи.

4. Самостоятельная работа может быть выполнена командой из 2-4 студентов.

### **Примерные темы докладов (доклад № 1):**

1. Методы цифрового представления изображений.

2. Типичные задачи обработки изображений.

3. Современные тенденции в решении задач компьютерного зрения и подходы к их решению.

4. Привести примеры проблем компьютерного зрения, когда нейронные сети имеют преимущества перед классическими методами, чтобы обосновать ответ.

5. Какие типы нейронных сетей в настоящее время популярны в системах компьютерного зрения, какие задачи они решают?

6. Классификация систем компьютерного зрения, области их применения.

7. Методы решения задач компьютерного зрения.

8. Особенности операции свертки.

9. Цель использования операции свертки.

10. Что такое машинное обучение?

11. Различия между методами машинного обучения и другими статистическими методами.

12. Различия между нейронными сетями и глубокими нейронными сетями.

13. Преимущества использования глубоких нейронных сетей в приложениях компьютерного зрения.

14. Типы нейронных сетей для решения задач компьютерного зрения.

15. Особенности сверточных нейронных сетей среди других подходов к решению задач компьютерного зрения.

16. Объясните цель использования мини-пакетов при градиентном спуске.

17. Объясните, какие проблемы возникают при обычном градиентном спуске, почему необходимы более сложные методы, такие как адаптивные и методы второго

порядка.

18. Объясните, как работает обратное распространение ошибки для многослойного персептрона с одним выходом.

19. Назовите и прокомментируйте проблему переобучения/недостаточного обучения нейронных сетей, как уменьшить вероятность переобучения.

20. Объясните, как особенности подготовки данных влияют на условность сформированной выборки, зачем нужны обучающие, тестовые и проверочные выборки.

21. Как вы думаете, зачем нам нужны разные варианты инициализации весов нейронных сетей, как, по вашему мнению, предварительная подготовка нейронных сетей влияет на результат обучения, можно ли переобучить обученные нейронные сети и как.

22. Что приводит к отсутствию функции активации (линейной активации) в скрытых слоях нейронной сети.

23. Назовите основные типы функций активации.

24. Как вы думаете, почему функция ReLU часто используется на внутренних уровнях сети, зачем вам нужны остальные функции активации,

25. Как, по вашему мнению, методы отсева помогают в регуляризации обучения нейронной сети, объясняют работу отсева.

26. Как вы думаете, почему методы нормализации (включая нормализацию батча) приобрели широкую популярность, каковы их преимущества и недостатки?

27. Назовите методы регуляризации в нейронных сетях и цель их использования.

28. Как вы думаете, каковы преимущества и недостатки сверточных сетей по сравнению с такими сетями, как полностью подключенные.

### **Примерные темы докладов (доклад № 2):**

1. Преимущества использования глубоких сверточных нейронных сетей в приложениях компьютерного зрения.

2. Объясните архитектуру LeNet и цель использования каждого типа сетевого уровня.

3. Почему вы считаете необходимым заменить простую операцию свертки более совершенными аналогами, приведите примеры.

4. Назовите основные типы сверточных слоев в нейронных сетях и их приложения.

5. Как вы думаете, зачем вам нужна свертка 1x1 (точечная свертка), какие типы сверток с использованием свертки 1x1 вы можете принести.

6. Как вы думаете, зачем нужна глубокая свертка, назовите несколько типов архитектур сверточных нейронных сетей, где она используется.

7. Приведите примеры современных сверточных сетевых архитектур и расскажите о них, какова их тенденция.

8. Как вы думаете, что позволяет перейти от задачи классификации к задаче сегментации, как это реализовано на практике, приведите примеры.

9. Дать варианты сверток в декодерах сегментационных нейронных сетей,

10. Кратко объясните особенности билинейной интерполяции, обратной свертки, свертки с повышенным разрешением, расскажите, где используются эти операции.

11. Кратко объясните особенности сетей локализации объектов на изображениях.

12. Кратко объясните особенности работы сетей многоступенчатого (регионального) подхода к обнаружению и выделению объектов на изображениях.

13. Кратко объясните особенности работы сетей одноэтапных подходов к обнаружению и выделению объектов на изображениях.

14. Кратко объясните, какие задачи можно решить с помощью сетей для обнаружения и выделения объектов на изображениях.

15. Кратко опишите задачи сегментации экземпляров и паноптической сегментации.

16. В чем заключаются различия между генеративным подходом и традиционным дискриминантным подходом, которые вы можете назвать, и какие принципы генеративных

сетей используются сегодня.

17. Как вы думаете, почему именно генеративно-состязательные сети (GANS) получили широкое распространение, каковы их особенности и отличия от других типов генеративных сетей.

18. К какому виду обучения, по вашему мнению, относятся сети автоматического кодирования? Приведите примеры решения задач с использованием сетей автокодирования, чем сеть автокодирования отличается от тривиального ретранслятора.

19. Назовите основные тенденции в развитии методов глубокого обучения нейронных сетей в приложениях компьютерного зрения.

20. Назовите особенности трансформаторных сетей по сравнению со сверточными сетями.

### **Общее распределение баллов текущего и промежуточного контроля по видам учебных работ для студентов (в соответствии с Положением)**

№	Пункт	Максимальное число баллов
1	Письменный рейтинг-контроль 1	10
2	Письменный рейтинг-контроль 2	10
3	Письменный рейтинг-контроль 3	10
4	Посещение занятий студентом	5
5	Дополнительные баллы (бонусы)	5
6	Выполнение лабораторных работ и семестрового плана самостоятельной работы	20
7	Экзамен	40
8	Всего	100

### **Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций промежуточной аттестации знаний по учебной дисциплине «Компьютерное зрение» на экзамене**

#### **Регламент проведения промежуточного контроля (экзамена)**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен) проводится в экзаменационную сессию. Студент пишет ответы на вопросы экзаменационного билета на листах белой бумаги формата А4, на каждом из которых должны быть указаны: фамилия, имя отчество студента; шифр студенческой группы; дата проведения экзамена; номер экзаменационного билета. Листы должны быть подписаны и студентом и экзаменатором после получения студентом экзаменационного билета. Экзаменационные билеты должны быть оформлены в соответствии с утвержденным регламентом.

После подготовки студент устно отвечает на уточняющие вопросы экзаменатора. Экзаменатор вправе задать студенту дополнительные вопросы и задания по материалам дисциплины для выявления степени усвоения студентом компетенций.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить на экзамене, в соответствии с Положением составляет 40 баллов.

#### **Критерии оценивания компетенций на экзамене**

Оценка в баллах	Критерии оценивания компетенций
30 - 40	Студент глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами

	и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует при ответе материалы из основной и дополнительной литературы по дисциплине, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины.
20 - 29	Студент показывает твердое знание материала, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей при ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, допуская некоторые неточности; демонстрирует хороший уровень освоения материала, информационной и коммуникативной культуры и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины.
10 - 19	Студент показывает знания только основного материала, но не усвоил его деталей; допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, которые в целом не препятствуют усвоению последующего программного материала; допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала; испытывает затруднения при выполнении практических работ; подтверждает освоение компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины, на минимально допустимом уровне.
0 - 10	Студент не знает значительной части программного материала, имеет менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы, допускает существенные ошибки при изложении материала, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«Компьютерное зрение»**

Примерные вопросы экзамена (тест):

1. Выберите неверное утверждение о причинах популярности сверточной нейронной сети при обработке и анализе изображений:

1. Автоматическое извлечение функций (без формального описания функций вручную).

2. Высокая степень повторного использования весов (эффект памяти).

3. Уменьшите количество параметров по сравнению с полностью подключенными сетями.

2. Выберите правильное утверждение о 2D-свертке (обычное с квадратным ядром):

1. Входные данные для свертки обычно имеют 2 измерения.

2. Каждое ядро имеет 3 измерения и производит одно значение на каждом шаге (или его скользящее).

3. Каждое ядро может создавать любое необходимое количество карт объектов.

3. Выберите правильное утверждение о конкретных типах 2D-свертки:

1. Каскадная свертка это последовательные горизонтальные и вертикальные прямоугольные свертки.

2. Групповая свертка позволяет увеличить восприимчивое поле.

3. Набранная свертка позволяет уменьшить общее количество параметров.

4. Выберите неверное утверждение о конкретных типах 2D-свертки:

1. Точечная свертка часто применяется для уменьшения/увеличения количества карт объектов.
2. Глубокая свертка позволяет уменьшить общее количество параметров.
3. Пространственно-разделяемая свертка, используемая для замены одного квадратного ядра большого размера несколькими квадратными ядрами малого размера, например,  $7 \times 7$  равно 3 ядрам  $3 \times 3$ .

5. Выберите правильное утверждение о Глобальном объединении:

1. Глобальный максимальный пул является наиболее популярным в этой области.
2. Глобальное объединение позволяет преодолеть проблему дополнительных полносвязных слоев (по сравнению с выравниванием слоя).
3. Глобальное объединение позволяет сократить количество каналов.

6. Выберите неверное утверждение об обычных недостатках ReLU:

1. У ReLU есть проблема исчезновения, когда многие веса становятся нулями.
2. У ReLU есть проблема с отсутствием насыщения выше нуля.
3. ReLU имеет насыщенность своего градиента.

7. Выберите правильное утверждение об инициализации весов:

1. Лучше инициализировать веса с небольшими равномерно распределенными значениями.
2. Лучше инициализировать веса случайными значениями, которые имеют распределение с дисперсией, обратно пропорциональной числу значений параметров.
3. Лучше инициализировать все веса с одинаковой дисперсией.

8. Выберите правильное определение функции потерь:

1. Функция потерь - это метод оценки того, насколько хорошо ваши модели подходят для вашей задачи и для ваших данных.
2. Функция потерь показывает точность модели в вашей задаче.
3. Функция потерь позволяет оценить среднюю ошибку среди всего набора данных (или его пакета).

9. Выберите неверный выбор функции потерь для задачи семантической сегментации:

1. Среднеквадратичная ошибка в каждом пикселе для определения того, насколько хорошо мы соответствуем форме объекта.
2. Категориальная перекрестная энтропия в каждом пикселе для его классификации по классам.
3. Потеря кубиков для определения того, насколько хорошо мы выделяем целевую область.

10. Выберите правильную причину для введения регуляризации для нейронной сети:

1. Уменьшение проблемы переоснащения.
2. Сокращение времени обучения.
3. Повышение точности обучающих данных.

11. Выберите правильную причину для использования регуляризации Dropout:

1. Уменьшите вероятность проблемы совместной адаптации.
2. Снижение требований к скорости обучения и другим гиперпараметрам.
3. Уменьшите вероятность возникновения проблемы градиентного взрыва.

12. Выберите правильную причину использования регуляризации BatchNorm :
1. Уменьшите вероятность проблемы совместной адаптации.
  2. Уменьшите влияние внутренней проблемы совместного изменения сдвига между партиями.
  3. Увеличьте точность в случае независимых данных.
13. Выберите правильный недостаток простой регуляризации BatchNorm :
1. Снижение точности в случае небольшого или разного размера партии.
  2. Требуется снизить скорость обучения из-за изменения поведения функции потерь.
  3. Увеличьте вероятность исчезновения градиента.
14. Выберите неправильную специфику других методов нормализации по сравнению с BatchNorm:
1. LayerNorm работает так же, как при оценке, так и на этапах обучения.
  2. Групповая норма хорошо работает только для больших партий.
  3. В случае небольшого размера партии вы также можете использовать нормализацию веса (или стандартизацию).
15. Выберите неверное утверждение о перекрестной проверке:
1. Перекрестная проверка с задержкой - наиболее распространенный выбор.
  2. К-кратная перекрестная проверка может быть применена для выбора наилучшей модели.
  3. Используйте перекрестную проверку с задержкой для данных о дисбалансе.
16. Выберите правильное утверждение о стохастическом градиентном спуске, SGD:
1. Используйте SGD с импульсом, особенно для небольших партий.
  2. Разделите ваши данные на партии перед тренировкой.
  3. Используйте планировщик скорости обучения только для простого SGD.
17. Выберите правильное утверждение об адаптивном стохастическом градиентном спуске, SGD:
1. RMSProp не требует использования momentum.
  2. Не используйте планировщик скорости обучения.
  3. Adam позволяет автоматически учитывать импульс.
18. Выберите правильное утверждение о сети VGG:
1. VGG использует каскадную свертку, которая позволила увеличить глубину до 19 слоев.
  2. VGG меньше, чем AlexNet (имеет меньше параметров).
  3. VGG имеет аналогичную структуру с LeNet.
19. Выберите неверное утверждение о Network in Network, NiN:
1. InceptionNet (GoogLeNet) является продолжением идеи NiN.
  2. NiN должен изучить ансамбль сетей и одну за всеми из них.
  3. Предполагается, что различные пути градиента в NiN изучают разные функции.
20. Выберите неверное утверждение о причине, по которой работает Resnet:
1. Пропуск подключения снижает требования к размеру набора данных, поскольку работает как регуляризация.
  2. Пропуск подключения позволяет избежать перенапряжения слоя путем его коррекции или отключения.

3. Пропуск соединения позволяет сделать почти бесконечную глубину сети, сделав некоторую идентификацию.

21. Выберите неверное утверждение о специфике работы в сети:

1. используйте один и тот же размер канала на входе и выходе блока resnet.  
2. если количество каналов на входе и выходе resnet block разное, используйте точечную свертку.

3. не используйте отсев в блоке resnet.

22. Выберите неверное утверждение о сети DenseNet:

1. DenseNet позволяет учитывать информацию низкого уровня несколькими способами пропуска соединения.

2. DenseNet увеличивает количество параметров по сравнению с ResNet.

3. DenseNet не требует наличия одинакового количества каналов в пропускных соединениях из-за объединения.

23. Выберите неверное утверждение о MobileNetwork (V2):

1. MobileNet использует блок с расширением в качестве гиперпараметра и проекции.

2. MobileNet использует глубоко разделяемую свертку.

3. MobileNet не использует остаточные соединения из-за требований к небольшому размеру.

24. Выберите неверное утверждение о Squeeze-and-Excitation block, (SE block):

1. Блок SE позволяет выделить наиболее важные функции.

2. Блок SE позволяет протискиваться через размеры каждого канала (ширина и высота).

3. Блок SE имеет интенсивность возбуждения в виде гиперпараметра.

25. Выберите неверное утверждение об эффективной сети:

1. Эффективная сетевая архитектура была получена с помощью механизма автоматического поиска архитектуры.

2. Эффективная сеть использует блоки на основе Mobilenet.

3. Эффективная сеть предназначена для использования на небольших устройствах (таких как мобильный телефон).

### **Критерии оценивания компетенций при аттестации по дисциплине**

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине «Компьютерное зрение» в течение семестра равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по дисциплине	Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций
91 - 100	«Отлично»	Теоретическое содержание курса освоено полностью без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.	Высокий



74 - 90	«Хорошо»	Теоретическое содержание курса освоено полностью без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.	Продвинутый
61 - 73	«Удовлетворительно»	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.	Пороговый
0 - 60	«Неудовлетворительно»	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.	Компетенции не сформированы