

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце АИЛ  
Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования

ФИО: Волков В.В.

Должность: Ректор

Дата подписания: 14.07.2025 14:16:09

Уникальный программный ключ:

ed68fd4b85b778e0f0b1bfea5dbc56cf4148f1229917e799a70e51517ff6d591

УТВЕРЖДАЮ

Ректор /Волков В.В./

«25 » июля 2025 г.

Протокол Ученого Совета

№ 6 от 25 июля 2025 г.



Рабочая программа дисциплины  
**«Компьютерное зрение»**

дополнительная профессиональная программа  
**«Прикладной анализ данных»**

вид программы  
программа профессиональной переподготовки

язык обучения – русский  
форма обучения – очная

Санкт-Петербург

**Авторы:**

Котельников Е.В., доктор технических наук, профессор Школы вычислительных социальных наук АНООВО «ЕУСПб»

Рабочая программа дисциплины «Компьютерное зрение», входящая в состав дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки «Прикладной анализ данных» утверждена на заседании Ученого совета университета.

## **Содержание**

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
3. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ .....	9
5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА .....	10
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..	13
7. ПРОГРАММНОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ ...	14

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цель обучения:** освоения дисциплины «Компьютерное зрение» — сформировать у обучающихся профессиональные компетенции в области компьютерного зрения, включая методы обработки и анализа изображений, детектирования и трекинга объектов, сегментации, генеративных моделей и поиска изображений по содержанию.

**Задачи обучения:**

- знакомство с ключевыми концепциями и методами обработки изображений;
- освоение инструментов и библиотек (OpenCV, TensorFlow, PyTorch);
- освоение методы поиска изображений по содержанию и по сходству ;
- знакомство с алгоритмами извлечения признаков (SIFT, SURF, CNN-дескрипторы)и;
- знакомство с техниками детектирования объектов;
- получение навыков оценки качества моделей (метрики IoU, mAP);
- изучение семантической (U-Net, FCN) и инстанс-сегментации (Mask R-CNN);
- приобретение навыков применения и оптимизации алгоритмов трекинга (Kalman filter, SORT, DeepSORT)

Изучение данной дисциплины способствует формированию профессиональных навыков по разработке и применению алгоритмов компьютерного зрения для решения практических задач в различных предметных областях.

Отличительной особенностью реализуемого подхода к преподаванию дисциплины является разнообразных практических иллюстраций основных теоретических положений.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 118 часов.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения дисциплины слушатель должен приобрести следующие знания и умения, необходимые для качественного изменения и (или) получения новых профессиональных компетенций:

**слушатель должен знать:**

- современные методики аналитических работ с применением компьютерного зрения в изучаемой сфере;
- методы извлечения и обработки признаков из изображений (SIFT, SURF, CNN-фичи);
- принципы работы с различными типами визуальных данных (RGB, grayscale, мультиспектральные изображения);
- особенности работы с видео-данными (обработка кадров, анализ временных последовательностей);
- основы технологий машинного обучения в контексте компьютерного зрения
- архитектуры нейронных сетей для обработки изображений (CNN, R-CNN, Transformers) ;
- принципы работы генеративных моделей (GAN, VAE, Diffusion) и их применение

**слушатель должен уметь:**

- разрабатывать методики выполнения аналитических работ с применением компьютерного зрения;
- решать задачи автоматического анализа визуального контента (детекция объектов, классификация сцен;
- применять методы машинного обучения для анализа больших массивов изображений и видео;
- адаптировать существующие модели под специфические задачи.

**слушатель должен владеть:**

- навыками выполнения аналитических работ в соответствии с современными методиками применения компьютерного зрения;
- навыком использования методов анализа изображений в социальных исследованиях;
- навыком разработки и внедрения систем компьютерного зрения для автоматизации процессов;
- навыком оценки и интерпретации результатов работы моделей в контексте поставленных задач.

В результате изучения дисциплины «Компьютерное зрение» слушатель приобретает следующие профессиональные компетенции (Таблица 1):

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Таблица 1

<b>Код и название компетенции</b>	<b>Содержание компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапам формирования компетенций</b>
ПК-1	способен разрабатывать методики выполнения аналитических работ	<b>Знать:</b> <b>З (ПК-1)</b> – современные методики аналитических работ в изучаемой сфере <b>Уметь:</b> <b>У (ПК-1)</b> – разрабатывать методики выполнения аналитических работ <b>Владеть:</b> <b>В (ПК-1)</b> - навыками выполнения аналитических работ в соответствии с современными методиками
ПК-5	способен применить анализ данных к научным и общественным задачам	<b>Знать:</b> <b>З (ПК-5)</b> – основы анализа данных <b>Уметь:</b> <b>У (ПК-5)</b> – использовать методики анализа данных применительно к различным типам данных <b>Владеть:</b> <b>В (ПК-5)</b> – навыками анализа данных с учетом специфики научных и общественных задач
ПК-6	способен применить технологии машинного обучения к реальным общественным задачам	<b>Знать:</b> <b>З (ПК-6)</b> – основы технологий машинного обучения. <b>Уметь:</b> <b>У (ПК-6)</b> – анализировать текущие проблемы социальных и общественных наук. <b>Владеть:</b> <b>В (ПК-6)</b> – навыками применения машинного обучения к реальным общественным задачам.

### 3. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание дисциплины соотносится с планируемыми результатами обучения по дисциплине через задачи, формируемые компетенции и их компоненты (знания, умения, навыки – далее ЗУВ) в соответствии с таблицей 2.

**Таблица 2  
Содержание дисциплины**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование тем (разделов)</b>	<b>Содержание тем (разделов)</b>	<b>Коды компетенц ий</b>	<b>Коды ЗУВ (в соответств ии с табл. 1)</b>
1	Обработка изображений	Пространственная область. Частотная область, преобразование Фурье, спектральный анализ. Выделение компонент связности. Выделение краев. Математическая морфология	ПК-1 ПК-5	З (ПК-1) У (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5)
2	Глобальные и локальные признаки изображений	Свойства признаков изображений. Текстовые и визуальные признаки. Пространства признаков. Ключевые точки. Детектор угловых точек. Детектор Моравица	ПК-1 ПК-5	З (ПК-1) У (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5)
3	Параметрические модели	Выбор модели. Оценка параметров модели. Метод наименьших квадратов, М-оценки, RANSAC, преобразование Хафа	ПК-1 ПК-5 ПК-6	З (ПК-1) У (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) З (ПК-6) У (ПК-6)
4	Классификация объектов на изображении	Бинарная и многоклассовая классификация. Категории объектов. Извлечение фрагментов. Вычисление признаков фрагментов. Обучение словаря.	ПК-1 ПК-5 ПК-6	З (ПК-1) У (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) З (ПК-6) У (ПК-6)
5	Поиск изображений по содержанию	Поиск по визуальному подобию. Поиск нечетких дубликатов. Поиск объектов на фотографии. Поиск сцен	ПК-1 ПК-5 ПК-6	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)
6	Детектирование объектов	Метрика качества IoU. Задача многоклассовой детекции. Классификация окон. HUG.	ПК-1 ПК-5 ПК-61	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5) З (ПК-6) У (ПК-6)

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование тем (разделов)</b>	<b>Содержание тем (разделов)</b>	<b>Коды компетенц ий</b>	<b>Коды ЗУВ (в соответств ии с табл. 1)</b>
				В (ПК-6)
7	Сегментация изображений	Сегментация объектов. Семантическая сегментация. Суперпикселизация	ПК-1 ПК-5 ПК-6	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)
8	Генеративные сети	Реконструкция изображения. Реконструкция стилей. Матрица Грама. Реконструкция текстур. Генеративносостязательные нейронные сети.	ПК-1 ПК-5 ПК-6	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)
9	Трекинг объектов	Видеопоток и видеопоследовательность. Разметка объектов. Определение поз и жестов. Распознавание событий	ПК-1 ПК-5 ПК-6	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)
10	Промежуточная аттестация		ПК-1 ПК-5 ПК-6	З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1) З (ПК-5) У (ПК-5) В (ПК-5) З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)

### Структура дисциплины

Таблица 3.

<b>№ п/</b>	<b>Наименование и содержание</b>	<b>Основные понятия (категории) и проблемы,</b>	<b>Объем дисциплины, час.</b>	<b>Форма текущего</b>
-----------------	--------------------------------------	---	-----------------------------------	---------------------------

п	тем	рассматриваемые в теме	Всего	Аудиторна я работа по видам учебных занятий		СР 1	контроля успеваемости, промежуточно й аттестации
				Л	СЗ <sup>2</sup>		
1.	Обработка изображений	Пространственная область. Частотная область, преобразование Фурье, спектральный анализ. Выделение компонент связности. Выделение краев. Математическая морфология	4	2	1	1	
2.	Глобальные и локальные признаки изображений	Свойства признаков изображений. Текстовые и визуальные признаки. Пространства признаков. Ключевые точки. Детектор угловых точек. Детектор Моравица	4	2	1	1	
3.	Параметрические модели	Выбор модели. Оценка параметров модели. Метод наименьших квадратов, М-оценки, RANSAC, преобразование Хафа	4	2	1	1	Практические задания
4.	Классификация объектов на изображении	Бинарная и многоклассовая классификация. Категории объектов. Извлечение фрагментов. Вычисление признаков фрагментов. Обучение словаря.	4	2	1	1	
5.	Поиск изображений по содержанию	Поиск по визуальному подобию. Поиск нечетких дубликатов. Поиск объектов на фотографии. Поиск сцен	4	1	1	2	
6.	Детектирование объектов	Метрика качества IoU. Задача многоклассовой детекции. Классификация окон. HUG.	4	1	1	2	
7.	Сегментация изображений	Сегментация объектов. Семантическая сегментация.	3	1	1	1	

<sup>1</sup> Самостоятельная работа, включает в себя часы на промежуточный контроль

<sup>2</sup> Могут включать в себя: лабораторные работы, круглые столы, мастер-классы, мастерские, деловые игры, ролевые игры, тренинги, семинары по обмену опытом, выездные занятия, консультации

№ п/ п	Наименование и содержание тем	Основные понятия (категории) и проблемы, рассматриваемые в теме	Объем дисциплины, час.			Форма текущего контроля успеваемости, промежуточно й аттестации	
			Всего	Аудиторна я работа по видам учебных занятий	СР <sup>1</sup>		
				Л	СЗ <sup>2</sup>		
		Суперпикселизация					
8.	Генеративные сети	Реконструкция изображения. Реконструкция стилей. Матрица Грама. Реконструкция текстур. Генеративносостязательные нейронные сети.	4	1	2	1	
9.	Трекинг объектов	Видеопоток и видеопоследовательность. Разметка объектов. Определение поз и жестов. Распознавание событий	5	2	2	1	
10.	Промежуточная аттестация		6	-	3	3	
Всего:			42	14	14	14	

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

##### Общие положения.

Знания и навыки, полученные в результате лекций и семинарских занятий, закрепляются и развиваются в результате повторения материала, усвоенного в аудитории, путем чтения исследовательской литературы (из списков основной, дополнительной), статей по проблематики занятия и их анализа.

Самостоятельная работа обучающегося представляет самостоятельное изучение дополнительных материалов, Интернет-ресурсов и пр. Подготовка к семинарским занятиям, выполнение практических заданий, создание докладов, проектов и презентаций также является важной формой работы обучающихся. Самостоятельная работа может вестись как индивидуально, так и при содействии преподавателя. Вопросы и замечания, возникшие в ходе самостоятельного внеаудиторного чтения рекомендованной литературы, обсуждаются с преподавателем и другими обучающимися. Выносятся на обсуждение, как правило, актуальные проблемы и предлагается их рассмотреть с точки зрения того или иного теоретического подхода.

На занятиях материал излагается в проблемной форме. Основной упор в преподавании делается на изучение теоретических понятий и возможности их применения на конкретных примерах, в том числе в устных выступлениях обучающихся.

**Перечень основных вопросов по изучаемым темам для самостоятельной работы обучающихся.**

- Какие основные этапы предобработки изображений существуют?

- Как нормализация и аугментация данных влияют на качество моделей компьютерного зрения?
- В чем разница между классическими (Haar cascades, HOG) и современными (YOLO, Faster R-CNN) методами детектирования?
- Какие метрики (IoU, mAP) используются для оценки качества детектирования и как они рассчитываются?
- Чем отличается семантическая сегментация от инстанс-сегментации? Приведите примеры архитектур (U-Net, Mask R-CNN).
- Как работают генеративно-состязательные сети (GAN)? Приведите примеры их применения.
- Какие преимущества и ограничения имеют Diffusion-модели по сравнению с GAN?
- Какие алгоритмы трекинга (SORT, DeepSORT) используются в видеоаналитике и как они работают?
- Как можно улучшить устойчивость трекера в условиях перекрытий объектов и изменений освещения?
- Какие методы (SIFT, CNN-дескрипторы) применяются для поиска похожих изображений?
- Как можно реализовать поиск по содержанию в больших базах данных изображений?
- Нейросетевые архитектуры для обработки изображений
- Какие особенности архитектур CNN делают их эффективными для задач компьютерного зрения?
- Как работают Vision Transformers (ViT) и в чем их отличие от традиционных CNN?
- Какие этические и технические challenges возникают при использовании компьютерного зрения в системах распознавания лиц?
- Как можно применить компьютерное зрение для анализа спутниковых снимков в экологическом мониторинге?
- Какие методы (квантование, pruning) используются для оптимизации нейросетевых моделей?
- Как можно развернуть модель компьютерного зрения на edge-устройствах (камеры, дроны)?
- Анализ и интерпретация результатов
- Почему важно визуализировать результаты работы моделей (например, heatmaps в CNN)?
- Как можно интерпретировать ошибки модели (false positives/false negatives) и улучшить её точность?

#### **Источники для самостоятельной подготовки:**

- Ржевский, С. В. Высшая математика I: Компьютерное зрение и аналитическая геометрия : учебное пособие / С.В. Ржевский. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 211 с. - ISBN 978-5-16-108269-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1065260> . – Режим доступа: по подписке.
- Богданов, Е. П. Интеллектуальный анализ данных : практикум для магистрантов направления 09.04.03 «Прикладная информатика» профиль подготовки «Информационные системы и технологии корпоративного управления» / Е. П. Богданов. - Волгоград : ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2019. - 112 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087885> . – Режим доступа: по подписке

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**

Проведение текущего контроля в рамках реализации данной дисциплины проходит в соответствии с Таблицей 3 данной рабочей программы дисциплины по основным понятиям (категориям) и проблемам, рассматриваемым в предложенных темах. Фиксация результатов текущего контроля в рамках реализации данной дисциплины не предусмотрена.

#### **Типовые задания к текущей аттестации (практические задания).**

##### Практическое задание 1. Анализ изображений в пространственной и частотной областях

Загрузите изображение (например, с текстурами или четкими краями). Примените к нему: Фильтрацию в пространственной области (размытие по Гауссу, медианный фильтр). Преобразование Фурье для перехода в частотную область, визуализируйте амплитудный спектр. Выделите края с помощью оператора Собеля или Канни. Сравните результаты и объясните, в каких случаях лучше использовать каждый метод.

##### Практическое задание 2. Выделение ключевых точек и построение дескрипторов

Возьмите два изображения одного объекта с разных ракурсов. Примените детекторы угловых точек (Харрис, Моравиц, SIFT или ORB). Постройте дескрипторы ключевых точек и сопоставьте их между изображениями (например, с помощью brute-force matcher в OpenCV). Оцените качество сопоставления и объясните возможные ошибки.

##### Практическое задание 3. Подбор модели и оценка параметров с помощью RANSAC

Сгенерируйте синтетические данные (например, точки, лежащие на линии + шум). Реализуйте метод наименьших квадратов (МНК) для аппроксимации линии. Примените RANSAC для устранения выбросов и сравните результаты с МНК. Объясните, почему RANSAC устойчивее к шуму.

##### Практическое задание 4. Построение гистограммы ориентированных градиентов (HOG) и классификация объектов

Выберите датасет с двумя классами объектов (например, "кошки" и "собаки"). Извлеките HOG-признаки для каждого изображения. Обучите классификатор (SVM или Random Forest) на этих признаках. Оцените точность модели и проанализируйте, какие признаки наиболее важны для классификации.

##### Практическое задание 5. Поиск визуально похожих изображений

Создайте небольшую базу изображений (10-15 картинок). Реализуйте поиск по подобию на основе:

- Гистограммы цветов,
- SIFT-дескрипторов.

Сравните результаты и объясните, какой метод лучше подходит для разных типов изображений.

##### Практическое задание 6. Сегментация изображений и оценка качества через IoU

Загрузите изображение с несколькими объектами (например, городской пейзаж). Примените алгоритм семантической сегментации (например, U-Net или предобученную Mask R-CNN). Рассчитайте метрику IoU для каждого класса. Объясните, какие объекты сегментируются хуже и почему.

#### **Критерии оценивания**

<b>Формы текущего контроля успеваемости</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Практическое задание	к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению с возможным небольшим количеством погрешностей (например, плохо выдержанная структура текста, недостаточная аргументация отдельных тезисов) –

<b>Формы текущего контроля успеваемости</b>	<b>Критерии оценивания</b>
	<p>зачтено</p> <p>слушатель выполняет задание частично или с существенными недочетами (некорректно сформулирован исследовательский вопрос, не определены основные агенты, некорректно выбраны методы исследования, требования к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению не выполнены) – не зачтено,</p> <p>полное и правильное выполнение задания в соответствии с требованиями</p>

Форма промежуточной аттестации – зачет, выставляемый на основе устного опроса.

При аттестации используются система «зачтено» и «не зачтено» в соответствии с критериями оценивания.

В результате промежуточного контроля знаний обучающиеся получают аттестацию по дисциплине.

#### **Показатели, критерии и оценивание компетенций по уровням их формирования в процессе промежуточной аттестации**

Таблица 4

<b>Форма промежуточной аттестации/вид промежуточной аттестации</b>	<b>Коды компетенций</b>	<b>Коды ЗУВ (в соответствии с Таблицей 1)</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Оценка</b>
зачет / устный ответ на вопросы	ОПК-1 ОПК-2	З (ОПК-1) У (ОПК-1) В (ОПК-1) У (ОПК-2) В (ОПК-2)	<p>Слушатель дает ответы на вопросы билета, для которых характерно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– глубокое усвоение программного материала,</li> <li>– изложение его исчерпывающее, последовательно, четко,</li> <li>– умение делать обоснованные выводы,</li> <li>– соблюдение норм устной и письменной литературной речи.</li> </ul>	зачтено
			<p>Слушатель представляет ответ на вопрос билета, свидетельствующий о некомпетентности магистранта, при следующих параметрах ответа:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– незнание значительной части программного материала,</li> <li>– наличие существенных ошибок в определениях, формулировках, понимании теоретических положений;</li> </ul>	не зачтено

<b>Форма промежуточной аттестации/вид промежуточной аттестации</b>	<b>Коды компетенций</b>	<b>Коды ЗУВ (в соответствии с Таблицей 1)</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Оценка</b>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>– бессистемность при ответе на поставленный вопрос,</li> <li>– отсутствие в ответе логически корректного анализа, аргументации, классификации, наличие нарушений норм устной и письменной литературной речи.</li> </ul>	

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в бинарной системе «зачтено», показывают уровень сформированности у обучающегося компетенций.

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в бинарной системе «не зачтено», показывают не сформированность у обучающегося компетенций по дисциплине.

#### **Типовые вопросы к промежуточной аттестации.**

- Объясните принцип работы преобразования Фурье для изображений. Как амплитудный и фазовый спектры помогают анализировать изображения?
- В чем разница между детекторами ключевых точек (Харрис, SIFT, ORB)? В каких задачах предпочтительнее каждый из них?
- Опишите алгоритм RANSAC. Почему он устойчивее к выбросам по сравнению с методом наименьших квадратов?
- Как работает гистограмма ориентированных градиентов (HOG)? Приведите примеры её применения в задачах классификации.
- Какие метрики используются для оценки качества детекции объектов (IoU, mAP)? Как они рассчитываются?
- Объясните разницу между семантической и инстанс-сегментацией. Какие архитектуры нейросетей используются для каждой из них?
- Как работает метод поиска визуально похожих изображений на основе дескрипторов (SIFT, CNN-фичи)? В чем его преимущества перед цветовыми гистограммами?
- Опишите принцип работы генеративно-состязательных сетей (GAN). Какие задачи компьютерного зрения можно решать с их помощью?
- Какие методы математической морфологии применяются для обработки бинарных изображений? Приведите примеры их использования.
- Как устроены современные архитектуры для трекинга объектов (SORT, DeepSORT)? Какие данные используются для их работы?

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Основная литература:**

- Ржевский, С. В. Высшая математика I: Компьютерное зрение и аналитическая геометрия : учебное пособие / С.В. Ржевский. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 211 с. - ISBN 978-5-16-108269-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1065260> . – Режим доступа: по подписке.

- Кук, Д. Машинное обучение и нейронные сети с использованием библиотеки H2O / Д. Кук; пер. с англ. А.Б. Огурцова. - Москва: ДМК Пресс, 2018. - 250 с. - ISBN 978-5-97060-508-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1028135>

#### **Дополнительная литература:**

- Богданов, Е. П. Интеллектуальный анализ данных : практикум для магистрантов направления 09.04.03 «Прикладная информатика» профиль подготовки «Информационные системы и технологии корпоративного управления» / Е. П. Богданов. - Волгоград : ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2019. - 112 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087885>. – Режим доступа: по подписке

Перечень информационно-справочных систем и профессиональных баз данных информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения программы:

#### **Информационно-справочные системы:**

- Гарант.Ру. Информационно-правовой портал: <http://www.garant.ru>
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
- Открытое образование. Ассоциация «Национальная платформа открытого образования»: <http://npoed.ru>
- Официальная Россия. Сервер органов государственной власти Российской Федерации: <http://www.gov.ru>
- Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации: <http://pravo.gov.ru>
- Правовой сайт КонсультантПлюс: <http://www.consultant.ru/sys>
- Российское образование. Федеральный портал: <http://www.edu.ru>

#### **Тематические системы:**

- Google. Книги: <https://books.google.com>
- Internet Archive: <https://archive.org>
- Кооб.ру. Электронная библиотека «Куб»: <http://www.koob.ru/philosophy/>
- Библиотека Ихтика [ihtik.lib.ru]: <http://ihtik.lib.ru/>
- Докусфера — Российская национальная библиотека: <http://leb.nlr.ru>
- ЕНИП — Электронная библиотека «Научное наследие России»: <http://e-heritage.ru/>
- Интелрос. Интеллектуальная Россия: <http://www.intelros.ru/>
- Национальная электронная библиотека НЭБ: <http://www.rusneb.ru>
- Неприкосновенный запас: <http://magazines.russ.ru/nz/>
- Президентская библиотека: <http://www.prlib.ru>
- Российская государственная библиотека: [http://www.rsl.ru/](http://www.rsl.ru)
- Российская национальная библиотека: <http://www.nlr.ru/poisk/>

## **7. ПРОГРАММНОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ**

В ходе реализации образовательного процесса используются многофункциональные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Проведение занятий лекционного типа и семинарского типа обеспечивается демонстрационным оборудованием.

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (в случае необходимости) могут быть созданы специальные условия для получения образования.

### **Программное обеспечение**

При осуществлении образовательного процесса в рамках Университета слушателям рекомендовано использовать следующее лицензионное программное обеспечение:

- OS Microsoft Windows (OVS OS Platform)
- MS Office (OVS Office Platform)
- Adobe Acrobat Professional 11.0 MLP AOO License RU
- Adobe CS5.5 Design Standart Win IE EDU CLP
- ABBYY FineReader 11 Corporate Edition
- ABBYY Lingvo x5
- Adobe Photoshop Extended CS6 13.0 MLP AOO License RU
- Adobe Acrobat Reader DC /Pro – бесплатно
- Google Chrome – бесплатно
- Opera – бесплатно
- Mozilla – бесплатно
- VLC – бесплатно