

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета информационных технологий  
и компьютерной безопасности

П.Ю. Гусев /

31 августа 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Системы искусственного интеллекта»

Направление подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии

Профиль Информационные технологии в дизайне

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

Заведующий кафедрой  
Графики, конструирования и  
информационной техноло-  
гии в промышленном ди-  
зайне

Руководитель ОПОП

С.В. Рязанцев

А.В. Кузовкин

С.В. Рязанцев

Воронеж 2021

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Системы искусственного интеллекта» является формирование у обучающихся компетенций в области развития теории и методов искусственного интеллекта для создания средств поддержки принятия решений и управления сложными естественными и искусственными системами.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

– изучение методов машинного обучения для работы с табличными данными, построения систем глубокого обучения и обучения с подкреплением;

– получение практических навыков разработки и использования систем искусственного интеллекта;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Системы искусственного интеллекта» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Системы искусственного интеллекта» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-10 - Способность использовать знание основных методов искусственного интеллекта в последующей профессиональной деятельности в качестве научных сотрудников, преподавателей образовательных организаций высшего образования, инженеров, технологов

ПК-11 - Способен выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности в области моделирования и анализа сложных естественных и искусственных систем

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции   |
|-------------|---|
| ПК-10       | <u>знать</u> типы задач машинного обучения и классы алгоритмов, к ним применяемые, теоретические основы алгоритмов машинного обучения.                |
|             | <u>уметь</u> подготовить данные к использованию алгоритма машинного обучения, адаптировать алгоритмы машинного обучения к решению практических задач. |
|             | <u>владеть</u> методологией разработки решений машинного обучения, методами онлайн тестирования решений машинного обучения.                           |
| ПК-11       | <u>знать</u> основные направления развития исследований в области систем искусственного интеллекта.   |

|  |  |
|--|--|
|  | уметь оценивать качество решений систем машинного обучения.            |
|  | владеть практическим применением архитектур искусственного интеллекта. |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Системы искусственного интеллекта» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

| Виды учебной работы                       | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|----------|
|   |             | 8        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>         | 54          | 54       |
| В том числе:                              |             |          |
| Лекции                                    | 18          | 18       |
| Практические занятия (ПЗ)                 | 18          | 18       |
| Лабораторные работы (ЛР)                  | 18          | 18       |
| <b>Самостоятельная работа</b>             | 18          | 18       |
| Виды промежуточной аттестации - зачет     | +           | +        |
| Общая трудоемкость:<br>академические часы | 72          | 72       |
| зач.ед.                                   | 2           | 2        |

**заочная форма обучения**

| Виды учебной работы                       | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|----------|
|   |             | 10       |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>         | 12          | 12       |
| В том числе:                              |             |          |
| Лекции                                    | 4           | 4        |
| Практические занятия (ПЗ)                 | 4           | 4        |
| Лабораторные работы (ЛР)                  | 4           | 4        |
| <b>Самостоятельная работа</b>             | 56          | 56       |
| Часы на контроль                          | 4           | 4        |
| Виды промежуточной аттестации - зачет     | +           | +        |
| Общая трудоемкость:<br>академические часы | 72          | 72       |
| зач.ед.                                   | 2           | 2        |

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий**

**очная форма обучения**

| № п/п | Наименование темы | Содержание раздела | Лекц | Прак | Лаб. | СРС | Всего, |
|-------|-------------------|--------------------|------|------|------|-----|--------|
|-------|-------------------|--------------------|------|------|------|-----|--------|

|   |   |   |    | зан. | зан. |    | час |
|---|---|---|----|------|------|----|-----|
| 1 | Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения для работы с табличными данными | <p>Основные задачи систем искусственного интеллекта. Классификация, кластеризация, регрессия. Типы машинного обучения: с учителем, без учителя, с частичным привлечением учителя, обучение с подкреплением.</p> <p>Классификация на примере алгоритма k-ближайших соседей (kNN) [Опционально: Быстрый поиск ближайших соседей.]. Метрики оценки классификации: полнота, точность, F1, ROC, AUC. Валидационная и тестовая выборка. Кросс-валидация. Работа с категориальными признаками.</p> <p>Регрессия. Метрики оценки регрессии: MSE, MAE, R<sup>2</sup> – коэффициент детерминации. Линейная регрессия, полиномиальная регрессия. Переобучение и регуляризация, гребневая регрессия, LASSO, Elastic Net.</p> <p>Линейные модели для классификации. Перцептрон, логистическая регрессия, полносвязные нейронные сети, стохастический градиентный спуск и обратное распространение градиента. Регуляризация линейных моделей классификации.</p> <p>Кластеризация. k-means, k-means++, DBSCAN, агломеративная кластеризация. Метрики оценки кластеризации.</p> <p>Алгоритмы, основанные на применении решающих деревьев. Критерии разделения узла: информационный выигрыш, критерий Джини. Ансамбли решающих деревьев: случайный лес, градиентный бустинг.</p> <p>Метод опорных векторов. Прямая и обратная задача. Определение опорных векторов. Ядерный трюк.</p> <p>Наивный байесовский классификатор. Методы оценки распределения признаков. EM-алгоритм на примере смеси гауссиан.</p> <p>Методы безградиентной оптимизации: случайный поиск, hill climb, отжиг, генетический алгоритм.</p> | 10 | 8    | 8    | 10 | 36  |
| 2 | Системы глубокого обучения  | <p>Нейронные сети. Функции ошибки нейронных сетей и обучение с помощью обратного распространения градиента. Понятие батча и эпохи. Работа с изображениями с помощью нейронных сетей.</p>  | 4  | 5    | 5    | 4  | 18  |

|              |                          |  |           |           |           |           |           |
|--------------|--------------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|              |                          | Сверточные нейронные сети. Операции свертки, max-pooling. Популярные архитектуры сверточных нейронных сетей: AlexNet, VGG, Inception (GoogLeNet), ResNet. Трансферное обучение. Обработка текстов. Работа с естественным языком с помощью нейронных сетей. Векторные представления для текста: word2vec, skip-gram, CBOW, fasttext. Рекуррентные нейронные сети, LSTM, GRU. Трансформеры, BERT, GPT. |           |           |           |           |           |
| 3            | Обучение с подкреплением | Понятия агента, среды, состояния, действий и награды. Функция ценности состояния (Value function) и функция качества действия (Q-function). Оптимизация стратегии с помощью максимизации функций ценности и качества. Q-обучение. Глубокое обучение с подкреплением. Deep Q-Networks, Actor-critic. Для уровня экспертный: REINFORCE, A2C, PPO, DDPG.  | 4         | 5         | 5         | 4         | 18        |
| <b>Итого</b> |                          |  | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>72</b> |

### заочная форма обучения

| № п/п | Наименование темы   | Содержание раздела   | Лекц | Прак зан. | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|-------|---|--|------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1     | Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения для работы с табличными данными | Основные задачи систем искусственного интеллекта. Классификация, кластеризация, регрессия. Типы машинного обучения: с учителем, без учителя, с частичным привлечением учителя, обучение с подкреплением. Классификация на примере алгоритма k-ближайших соседей (kNN) [Опционально: Быстрый поиск ближайших соседей.]. Метрики оценки классификации: полнота, точность, F1, ROC, AUC. Валидационная и тестовая выборка. Кросс-валидация. Работа с категориальными признаками. Регрессия. Метрики оценки регрессии: MSE, MAE, R <sup>2</sup> – коэффициент детерминации. Линейная регрессия, полиномиальная регрессия. Переобучение и регуляризация, гребневая регрессия, LASSO, Elastic Net. Линейные модели для классификации. Перцептрон, логистическая регрессия, полносвязные нейронные сети, стохастический градиентный спуск и обратное распространение градиента. Регуляриза- | 1    | -         | -         | 16  | 17         |

|              |                            |  |          |          |          |           |           |
|--------------|----------------------------|--|----------|----------|----------|-----------|-----------|
|              |                            | <p>ция линейных моделей классификации.</p> <p>Кластеризация. k-means, k-means++, DBSCAN, агломеративная кластеризация.</p> <p>Метрики оценки кластеризации.</p> <p>Алгоритмы, основанные на применении решающих деревьев. Критерии разделения узла: информационный выигрыш, критерий Джини. Ансамбли решающих деревьев: случайный лес, градиентный бустинг.</p> <p>Метод опорных векторов. Прямая и обратная задача. Определение опорных векторов. Ядерный трюк.</p> <p>Наивный байесовский классификатор. Методы оценки распределения признаков.</p> <p>EM-алгоритм на примере смеси гауссиан.</p> <p>Методы безградиентной оптимизации: случайный поиск, hill climb, отжиг, генетический алгоритм.</p> |          |          |          |           |           |
| 2            | Системы глубокого обучения | <p>Нейронные сети. Функции ошибки нейронных сетей и обучение с помощью обратного распространения градиента. Понятие батча и эпохи.</p> <p>Работа с изображениями с помощью нейронных сетей. Сверточные нейронные сети. Операции свертки, max-pooling. Популярные архитектуры сверточных нейронных сетей: AlexNet, VGG, Inception (GoogLeNet), ResNet. Трансферное обучение.</p> <p>Обработка текстов. Работа с естественным языком с помощью нейронных сетей. Векторные представления для текста: word2vec, skip-gram, CBOW, fasttext. Рекуррентные нейронные сети, LSTM, GRU. Трансформеры, BERT, GPT.</p>  | 2        | 2        | 2        | 20        | 26        |
| 3            | Обучение с подкреплением   | <p>Понятия агента, среды, состояния, действий и награды. Функция ценности состояния (Value function) и функция качества действия (Q-function). Оптимизация стратегии с помощью максимизации функций ценности и качества. Q-обучение.</p> <p>Глубокое обучение с подкреплением. Deep Q-Networks, Actor-critic. Для уровня экспертный: REINFORCE, A2C, PPO, DDPG.</p>  | 1        | 2        | 2        | 20        | 25        |
| <b>Итого</b> |                            |  | <b>4</b> | <b>4</b> | <b>4</b> | <b>56</b> | <b>68</b> |

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Укажите перечень лабораторных работ

1. Методы работы с таблицами в Python. Агрегация и визуализация данных. Проведение первичного анализа данных.
2. Использование и сравнение алгоритмов классификации: kNN, решающие деревья и их ансамбли, логистическая регрессия.
3. Использование и оценка алгоритмов регрессии. Подбор оптимальных параметров регрессии.
4. Оптимизационные задачи и их решения. Подбор гиперпараметров алгоритма с помощью методов оптимизации.
5. Классификация изображений и трансферное обучение.
6. Работа с текстами и их векторными представлениями текстов.
7. Применение Q-Networks для решения простых окружений.

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции  | Критерии оценивания                                  | Аттестован  | Не аттестован   |
|-------------|--|--|---|---|
| ПК-10       | знать типы задач машинного обучения и классы алгоритмов, к ним применяемые, теоретические основы алгоритмов машинного обучения.                | Тест   | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | уметь подготовить данные к использованию алгоритма машинного обучения, адаптировать алгоритмы машинного обучения к решению практических задач. | Решение стандартных практических задач               | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | владеть методологией разработки решений машинного обучения, методами онлайн те-  | Решение прикладных задач в конкретной предметной об- | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

|       |   |  |   |   |
|-------|---|--|---|---|
|       | стирования решений машинного обучения.  | ласти  |   |   |
| ПК-11 | <u>знать</u> основные направления развития исследований в области систем искусственного интеллекта. | Тест   | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|       | <u>уметь</u> оценивать качество решений систем машинного обучения.                                  | Решение стандартных и практических задач                 | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|       | <u>владеть</u> практическим применением архитектур искусственного интеллекта.                       | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения, 10 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции   | Критерии оценивания                                      | Зачтено  | Не зачтено           |
|-------------|---|--|--|----------------------|
| ПК-10       | <u>знать</u> типы задач машинного обучения и классы алгоритмов, к ним применяемые, теоретические основы алгоритмов машинного обучения.                | Тест   | Выполнение теста на 70-100%                              | Выполнение менее 70% |
|             | <u>уметь</u> подготовить данные к использованию алгоритма машинного обучения, адаптировать алгоритмы машинного обучения к решению практических задач. | Решение стандартных практических задач                   | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены     |
|             | <u>владеть</u> методологией разработки решений машинного обучения, методами онлайн тестирования решений машинного обучения.                           | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены     |
| ПК-11       | <u>знать</u> основные направления развития исследований в области систем искусственного интеллекта.   | Тест   | Выполнение теста на 70-100%                              | Выполнение менее 70% |
|             | <u>уметь</u> оценивать качество решений систем машинного обучения.  | Решение стандартных практических задач                   | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены     |
|             | <u>владеть</u> практическим применением архитектур искусственного интеллекта.   | Решение прикладных задач в конкретной предметной об-     | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены     |



**7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

**7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

| №  | Тестовый вопрос   | Макс. балл |
|----|---|------------|
| 1  | 2   | 3          |
| 1. | С помощью регулярных выражений можно: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Писать степенные функции</li> <li>- Упорядочить данные таблицы</li> <li>- Искать текст по заданному образцу (+)</li> <li>- Отображать регулярные изменения в таблицах</li> </ul>   | 1,0        |
| 2. | Фильтрация данных позволяет: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Удалить часть данных из таблицы</li> <li>- Отобразить часть данных из таблицы (+)</li> <li>- Упорядочить данные таблицы</li> <li>- Разбить данные по столбцам</li> <li>- Проверить корректность значений в ячейках верно</li> </ul> | 1,0        |
| 3. | Инструмент обработки данных электронных таблиц, служащий для обобщения и агрегирования данных, называется: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Аналитическая таблица</li> <li>- Группирующий фильтр</li> <li>- Сводная таблица (+)</li> <li>- Итоговый инструмент</li> </ul>                         | 1,0        |
| 4. | Нормированная диаграмма нужна для того, чтобы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Отображать значений двух переменных в виде точек на плоскости</li> <li>- Оценить доленое участие каждого из параметров в совокупном результате (+)</li> <li>- Произвести очистку данных</li> </ul>                | 1,0        |
| 5. | Какой вид диаграмм лучше подойдет для визуализации данных, которые отличаются на порядок: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Линейный график</li> <li>- Столбчатая диаграмма</li> <li>- Комбинированная диаграмма (+)</li> <li>- Пузырьковая диаграмма</li> </ul>                                   | 1,0        |
| 6. | Что такое кардинальное число отношения? <ul style="list-style-type: none"> <li>- Число его атрибутов</li> <li>- Множество его кортежей</li> <li>- Число его кортежей (+)</li> </ul>   | 1,0        |
| 7. | Тип визуализации, в которой цвет выступает в качестве дополнительного измерения, называют: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Цветная раскраска</li> <li>- Тепловая карта (+)</li> </ul>  | 1,0        |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Глубинная схема</li> <li>- Диаграмма Ганта</li> </ul>  |     |
| 8.  | <p>Линейный график подходит:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Для небольших наборов дискретных данных</li> <li>- Для отображения пропорций в распределении данных</li> <li>- Для отображения количественного значения в течение непрерывного интервала (+)</li> </ul>   | 1,0 |
| 9.  | <p>Выберите верное утверждение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Кластеризация — один из методов обучения с учителем</li> <li>- Обучение без учителя используется для поиска закономерностей в наборе предикторов (+)</li> <li>- При кластеризации количество получаемых кластеров всегда заранее неизвестно</li> </ul>   | 1,0 |
| 10. | <p>Банк "Для Людей" внедряет автоматическую систему, позволяющую заранее определить: вернет клиент кредит, или не вернет. Для построения такой системы используются исторические данные о ранее выданных кредитах, где собрана некоторая информация о заемщиках, размерах кредитов, и тому подобное, а также информация о том, был возвращен кредит или нет. Такая автоматическая система будет решать задачу:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Регрессии</li> <li>- Классификации (+)</li> <li>- Кластеризации</li> <li>- Поиска ассоциативных правил</li> <li>- Коллаборативной фильтрации</li> </ul> | 1,0 |

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

| №  | Тестовый вопрос  | Макс. балл |
|----|--|------------|
| 1  | 2  | 3          |
| 1. | <p>Маркетинговая кампания дала свои плоды. С увеличением числа клиентов увеличилось и число обращений в службу поддержки банка. Руководство решило создать умного текстового чат-бота, который мог бы отвечать на несложные вопросы клиентов в чате с банком. В процессе общения бота с клиентом в чате решаются задачи из области:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CV</li> <li>- NLP (+)</li> <li>- OCR</li> <li>- Speech Recognition</li> </ul> | 1,0        |
| 2. | <p>Банк настолько увлекся созданием цифровых сервисов, что больше стал походить на IT-компанию. А как уважающей себя IT-компании быть без собственного голо-</p>   | 1,0        |

|                   | <p>сового ассистента? Конечно, никак! Общаясь с помощником, пользователь передает на сервер звуковые сообщения, а сервер, в свою очередь, преобразует их в текст. Описанная задача — это задача из области:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CV</li> <li>- NLP</li> <li>- OCR</li> <li>- Speech Recognition (+)</li> </ul>   |                   |                |            |   |   |               |   |   |        |   |   |             |   |   |             |     |
|-------------------|--|-------------------|----------------|------------|---|---|---------------|---|---|--------|---|---|-------------|---|---|-------------|-----|
| 3.                | <p>В таблице представлена статистика получения водительских прав в городе N-ск за 2022 год:<br/> Мужчины 15473<br/> Женщины 9466<br/> Студенты 3118<br/> Какие данные можно агрегировать в представленной таблице?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Мужчины (+)</li> <li>- Женщины (+)</li> <li>- Студенты</li> </ul>  | 1,0               |                |            |   |   |               |   |   |        |   |   |             |   |   |             |     |
| 4.                | <p>Как следует преобразовать данные в таблице для последующего анализа?</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Точка отправления</th> <th style="text-align: left;">Точка прибытия</th> <th style="text-align: left;">Расстояние</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>1.2 километра</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>D</td> <td>2 мили</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>F</td> <td>1500 метров</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>L</td> <td>1100 метров</td> </tr> </tbody> </table> <p>Выберите все возможные варианты.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Удалить повторяющиеся значения</li> <li>- Преобразовать все расстояния к километрам (+)</li> <li>- Проверить регулярные выражения</li> <li>- Преобразовать все расстояния к милям (+)</li> <li>- Заполнить пропуски</li> <li>- Преобразовать все расстояния к метрам (+)</li> <li>- Преобразовать все расстояния к сантиметрам (+)</li> </ul> | Точка отправления | Точка прибытия | Расстояние | A | B | 1.2 километра | C | D | 2 мили | E | F | 1500 метров | K | L | 1100 метров | 1,0 |
| Точка отправления | Точка прибытия   | Расстояние        |                |            |   |   |               |   |   |        |   |   |             |   |   |             |     |
| A                 | B  | 1.2 километра     |                |            |   |   |               |   |   |        |   |   |             |   |   |             |     |
| C                 | D  | 2 мили            |                |            |   |   |               |   |   |        |   |   |             |   |   |             |     |
| E                 | F  | 1500 метров       |                |            |   |   |               |   |   |        |   |   |             |   |   |             |     |
| K                 | L  | 1100 метров       |                |            |   |   |               |   |   |        |   |   |             |   |   |             |     |
| 5.                | <p>Какие программные средства относятся к электронным таблицам:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Notepad</li> <li>- Microsoft Excel (+)</li> <li>- MySQL</li> <li>- Tableau</li> <li>- Oracle</li> <li>- Google Sheets (+)</li> <li>- Microsoft PowerPoint</li> <li>- Microsoft Access</li> <li>- Word Online</li> </ul>   | 1,0               |                |            |   |   |               |   |   |        |   |   |             |   |   |             |     |
| 6.                | <p>К примерам визуализации данных можно отнести:</p>   | 1,0               |                |            |   |   |               |   |   |        |   |   |             |   |   |             |     |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Графики (+)</li> <li>- Линейные диаграммы (+)</li> <li>- Гистограммы (+)</li> <li>- Карты (+)</li> <li>- Диаграммы Ганта (+)</li> <li>- Диаграмма структуры организации (+)</li> <li>- Преобразование Фурье</li> </ul>  |     |
| 7.  | <p>К ограничениям целостности таблицы относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ограничение количества строк таблицы</li> <li>- Ограничение неопределенных значений (+)</li> <li>- Ограничение количества столбцов таблицы</li> <li>- Модальность связи</li> <li>- Ограничение допустимого диапазона значений (+)</li> <li>- Ограничение уникальности (+)</li> <li>- Ограничение первичного ключа (+)</li> <li>- Ограничение первичного столбца</li> <li>- Ссылочная целостность (+)</li> </ul>              | 1,0 |
| 8.  | <p>Выберите правильные утверждения относительно ограничения целостности PRIMARY KEY:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Может быть только один первичный ключ в таблице (+)</li> <li>- Может быть несколько первичных ключей в таблице</li> <li>- Первичный ключ должен содержать ровно одно поле</li> <li>- Первичный ключ может состоять из нескольких полей (+)</li> <li>- Первичный ключ может принимать незаданные значения</li> <li>- Первичный ключ не может принимать незаданные значения (+)</li> </ul> | 1,0 |
| 9.  | <p>Что из предложенного ниже обычно относят к типам машинного обучения?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Обучение с учителем (+)</li> <li>- Домашнее обучение</li> <li>- Обучение без учителя (+)</li> <li>- Обучение с подкреплением (+)</li> <li>- Дистанционное обучение</li> </ul>   | 1,0 |
| 10. | <p>Предположим, что мы хотим смоделировать поведение цены на топливо в зависимости от цены на нефть и курса евро. Выберите те позиции, которые могут быть названы предикторами?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Цена на нефть (+)</li> <li>- Курс евро (+)</li> <li>- Цена на топливо</li> </ul>  | 1,0 |

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

| № | Тестовый вопрос | Мак |
|---|-----------------|-----|
|---|-----------------|-----|

|    |   | с.<br>балл |
|----|---|------------|
| 1  | 2   | 3          |
| 1. | <p>Какие основные ветки, согласно описанной в лекции классификации, включает в себя обучение без учителя?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Кластеризация (+)</li> <li>- Классификация</li> <li>- Регрессия</li> <li>- Уменьшение размерности(+)</li> <li>- Поиск ассоциаций (+)</li> </ul>  | 1,0        |
| 2. | <p>Выберите те требования, которые предъявляются к разделяющей прямой в рамках SVM:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Разделяющая прямая должна быть как можно ближе к объектам обоих классов.</li> <li>- Элементы разных классов должны находиться как можно дальше от разделяющей прямой. (+)</li> <li>- Расстояние от разделяющей прямой до ближайшего представителя как одного, так и другого класса, должно быть одинаковым. (+)</li> <li>- Получающаяся разделяющая полоса должна иметь наименьшую ширину.</li> <li>- Получающаяся разделяющая полоса должна иметь наибольшую ширину. (+)</li> </ul> | 1,0        |
| 3. | <p>Выберите верные высказывания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Мода всегда больше медианы</li> <li>- Мода всегда равна медиане</li> <li>- Средневзвешенное значение всегда равно моде</li> <li>- Средневзвешенное значение всегда равно медиане</li> <li>- Все предыдущие утверждения неверны (+)</li> </ul>   | 1,0        |
| 4. | <p>Какие значения являются экстремальными выбросами в следующем наборе данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5</li> <li>- 35 (+)</li> <li>- 4</li> <li>- 6</li> <li>- 2</li> <li>- 1</li> <li>- 1</li> <li>- -20 (+)</li> <li>- 5</li> <li>- 2</li> <li>- 5</li> <li>- 9</li> <li>- 7</li> </ul>   | 1,0        |
| 5. | <p>Выберите преобразования, которые целесообразно применить для визуализации данных с большим разбросом положительных значений:</p>   | 1,0        |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Логарифмирование (+)</li> <li>- Умножение на коэффициент</li> <li>- Возведение в квадрат</li> <li>- Извлечение квадратного корня (+)</li> <li>- Сдвиг по оси Ох</li> </ul>   |     |
| 6.  | <p>Укажите основные назначения нормировки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Обеспечение возможности для сравнения, агрегации и визуализации значений нескольких переменных из различных шкал</li> <li>- Заполнить пропущенные значения</li> <li>- Очистить данные от значений, не являющихся нормальными (+)</li> </ul>  | 1,0 |
| 7.  | <p>Какое из требований к информационным системам предполагает, что система должна продолжать выполнять свои функции корректно, как ожидает пользователь, даже при возникновении ошибок и нестандартных ситуаций?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Надежность</li> <li>- Масштабируемость</li> <li>- Удобство поддержки (+)</li> </ul>   | 1,0 |
| 8.  | <p>Какой уровень информационной системы отвечает за формирование пользовательского интерфейса?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Уровень бизнес-логики</li> <li>- Уровень представления (+)</li> <li>- Уровень отображения</li> <li>- Концептуальный уровень</li> </ul>  | 1,0 |
| 9.  | <p>Какие из определений подходят для определения транзакции?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Распараллеливание запросов</li> <li>- Сжатие данных</li> <li>- Логически неделимая последовательность действий (+)</li> <li>- Авторизации пользователя СУБД</li> <li>- Набор операций, переводящий базу из одного согласованного состояния в другое (+)</li> <li>- Проверка содержимого записей в базе</li> </ul> | 1,0 |
| 10. | <p>Модель множественной линейной регрессии имеет вид</p>  | 1,0 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
|     | <input type="radio"/> $Y = \theta_0 + \theta_1 X_1 + \theta_2 X_2 + \dots + \theta_p X_p$                          |     |
|     | <input type="radio"/> $f(X_1, X_2, \dots, X_p) = \theta_0 + \theta_1 X_1 + \theta_2 X_2 + \dots + \theta_p X_p$    |     |
|     | <input type="radio"/> $Y = \theta_1 X_1 + \theta_2 X_2 + \dots + \theta_p X_p$                                     |     |
|     | <input checked="" type="radio"/> $Y = \theta_0 + \theta_1 X_1 + \theta_2 X_2 + \dots + \theta_p X_p + \varepsilon$ |     |
|     | <input type="radio"/> $Y_i = \theta_0 + \theta_1 x_1 + \theta_2 x_2 + \dots + \theta_p x_p + \varepsilon_i$        |     |
| 11. | Модель полиномиальной регрессии описывается соотношением:  | 1,0 |
|     | <input type="radio"/> $Y = \theta_0 + \theta_1 X^2 + \theta_2 X^2 + \dots + \theta_p X^2 + \varepsilon$            |     |
|     | <input type="radio"/> $Y = \theta_0 + \theta_1 X + \theta_2 X^2 + \dots + \theta_p X^p$                            |     |
|     | <input checked="" type="radio"/> $Y = \theta_0 + \theta_1 X + \theta_2 X^2 + \dots + \theta_p X^p + \varepsilon$   |     |
|     | <input type="radio"/> $Y = \theta_0 + \theta_1 X_1 + \theta_2 X_2 + \dots + \theta_p X_p + \varepsilon$            |     |

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Основные понятия и определения : искусственный интеллект, экспертная система, знания, семантическое пространство.
2. Определение «Искусственный интеллект»
3. Какие программы называют интеллектуальными информационными системами?
4. Какие функции должны быть реализованы, чтобы система считалась интеллектуальной?
5. Каковы цели интеллектуальных информационных технологий?
6. Каковы предпосылки развития ИИС?
7. Что из себя представляют гипертекстовые системы?
8. Перечислите функции интеллектуальных информационных систем
9. Как классифицируются интеллектуальные информационные системы.
10. Какие задачи относятся к программам решения отдельных интеллектуальных задач?
11. Какие задачи относятся к программам для работы со знаниями?
12. Особенности продукционной модели представления знаний?
13. Какие компоненты включают в себя продукционные системы?

14. Особенности фреймовой модели представления знаний?
15. Особенности модели семантической сети?
16. Какие существуют языки представления знаний?
17. Понятие продукционной системы.
18. Использование продукционных систем в качестве основы для построения экспертных систем.
19. Эвристики. Эвристический поиск.
20. Логический метод рассуждения в ИИС.
21. Эвристический метод рассуждения в ИИС.
22. Рассуждения на основе дедукции
23. Рассуждения на основе индукции
24. Рассуждения на основе аналогии
25. Понятие нечеткого множества.
26. Операции над нечеткими множествами.
27. Нечеткая логика.
28. Нечеткие выводы.
29. Игры с полной информацией.
30. Метод минимакса.
31. Статические экспертные системы.
32. Алгоритм дедуктивного вывода на раскрашенных семантических сетях.
33. Истоки генетических алгоритмов.
34. Простой генетический алгоритм.
35. Теоретические основы генетических алгоритмов.
36. Применение генетических алгоритмов.
37. Машинное обучение на примерах
38. Искусственные нейронные сети.
39. Перцептрон.
40. Многослойный перцептрон.
41. Обучение нейронных сетей: "без учителя".
42. Обучение нейронных сетей: "с учителем".
43. Основные этапы проектирования интеллектуальных информационных систем.
44. Связь между задачами планирования и задачей логического вывода.
45. Интеллектуальные информационно-поисковые системы.
46. Информационные и технические особенности проектирования ИИС и экспертных систем.
47. Некоторые аспекты использования систем автоматизированного проектирования.
48. В чем заключается функция представления и обработки знаний?
49. В чем заключается функция рассуждения?
50. В чем заключается функция общения?
51. Какова основная цель интеллектуальных информационных систем?



52. Какова история развития ИИС?
53. Приведите примеры наиболее впечатляющих систем искусственного интеллекта
54. Приведите примеры применения ИС, основанных на использовании искусственного интеллекта
55. Какой принцип разработки систем, основанных на знаниях?
56. Какой принцип работы естественно-языкового интерфейса?
57. Перечислите требования к эффективным моделям представления знаний.
58. Какие задачи относятся к программам интеллектуального программирования?
59. Какие задачи относятся к интеллектуальным автоматизированным системам?
60. Перечислите типичные базовые модели представления знаний.
61. Особенности логической модели представления знаний?
62. Представление знаний с помощью предикатов.
63. Представление знаний с помощью фреймов.
64. Представление знаний с помощью семантических сетей.
65. Основные понятия теории индуктивного вывода
66. Индуктивные выводы в формальных системах.
67. Иерархические модели знаний
68. Пополнение описаний.
69. Обобщение с помощью расширения классов
70. Обобщение по признакам.
71. Обобщение по структуре
72. Процедура вывода Эрбрана.
73. Принцип резолюции для логики высказываний.
74. Принцип резолюции для логики предикатов.
75. Семантическая резолюция
76. Линейная резолюция.
77. Нечеткие экспертные системы.
78. Нечеткое включение множеств
79. Нечеткое равенство множеств
80. Нечеткие переменные
81. Нечеткие ситуации.
82. Немонотонность вывода.
83. Динамические экспертные системы.
84. Особенности семантических сетей для систем принятия решений.
85. Методы дедукции на семантических сетях в системах принятия решений.
86. Извлечение знаний из данных.
87. История возникновения искусственных нейронных сетей.
88. Основы искусственных нейронных сетей.
89. Свойства нейронных сетей.
90. Нейронные сети Хопфилда.

91. Нейронные сети Хэмминга.
92. Сети обратного распространения.
93. Сети встречного распространения.
94. Байесовы сети.
95. Этапы проектирования экспертной системы: идентификация, концептуализация, формализация, реализация.
96. Этапы проектирования экспертной системы: тестирование, опытная эксплуатация.
97. Поиск как один из наиболее ранних методов, применяемых в системах искусственного интеллекта.
98. Системы интеллектуального интерфейса для информационных систем.
99. Особенности экономических экспертных систем
100. Особенности реализации динамических экспертных систем управления бизнес-процессами\_\_

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 14 баллов.
2. «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 14 до 20 баллов.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины  | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства        |
|-------|---|--------------------------------|---|
| 1     | Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения для работы с табличными данными | ПК-10, ПК-11                   | Тест, защита лабораторных работ, зачет. |
| 2     | Системы глубокого обучения  | ПК-10, ПК-11                   | Тест, защита лабораторных работ, зачет. |
| 3     | Обучение с подкреплением  | ПК-10, ПК-11                   | Тест, защита лабораторных работ, зачет. |

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики вы-

ставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература**

1. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных. Петер Флах. ДМК Пресс. 2015.

2. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей Николенко Сергей Игоревич, Кадуриин А. А. | Николенко Сергей Игоревич, Кадуриин А. А.

3. Обучение с подкреплением / Саттон Ричард С., Барто Эндрю Г., ДМК Пресс, 2020.

#### **Дополнительные литература**

4. Основы искусственного интеллекта : учебное пособие / Е.В.Боровская, Н. А. Давыдова. 4-е изд.,электрон. М. : Лаборатория знаний, 2020. 130 с.

5. Искусственный интеллект с примерами на Python. Джоши Пратик. Вильямс. 2019.

6. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn, Keras и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем , 2-е издание. Жерон Орельен. Диалектика-Вильямс. 2020.

7. Хенрик Бринк, Джозеф Ричардс, Марк Феверолф «Машинное обучение», Питер 2017.

8. Как учится машина: Революция в области нейронных сетей и глубокого обучения. Ян Лекун. Альпина PRO. 2021.

9. Грожаем глубокое обучение. Эндрю Траск. Питер. 2019.

10. Обучение с подкреплением на PyTorch. Сборник рецептов. Юси Лю. ДМК Пресс. 2020.

11. <https://spinningup.openai.com/en/latest/>

12. Open Machine Learning Course ( <https://mlcourse.ai> )

13. Введение в машинное обучение от «Bioinformatic Institute» ( <https://stepik.org/course/4852/promo> )

14. Специализация Машинное обучение и анализ данных от «Московский физико-технический институт» (

<https://ru.coursera.org/specializations/machine-learning-data-analysis> )

15. Платформа для проведения соревнований по Data Science ( <https://www.kaggle.com> )

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

ОС Windows 7 Pro;  
MS Office Standart 2007;  
7-Zip;  
Adobe Acrobat Reader;  
Google Chrome;  
Mozilla Firefox;  
PDF24 Creator;  
DjVuWinDjView

Blender 3.4.1, 2023 (профессиональное свободное и открытое программное обеспечение);

Платформа nanoCAD 23 (учебная индивидуальная лицензия NC220P-8201BECF345E-37277)

Платформа nanoCAD 22 (учебная индивидуальная лицензия NC220P-8201BECF345E-37277)

Расширение платформы nanoCAD 23/22 «База данных СПДС MSSQL» (учебная индивидуальная лицензия NC220P-8201BECF345E-37277)

Расширение платформы nanoCAD 23/22 «База данных Механика MSSQL» (учебная индивидуальная лицензия NC220P-8201BECF345E-37277)

КОМПАС-3D V21 Учебная версия (учебная индивидуальная лицензия)

T-FLEX CAD 17 Учебная версия (учебная индивидуальная лицензия).

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

– <http://window.edu.ru> - единое окно доступа к информационным ресурсам;

– <http://www.edu.ru/> - федеральный портал «Российское образование»;

– Образовательный портал ВГТУ

Профессиональные базы данных, информационные справочные системы:

– <http://www.consultant.ru/> Справочная Правовая Система «КонсультантПлюс»;

– <https://docplan.ru/> - бесплатная база ГОСТ;

– <https://www.iprbookshop.ru/> - электронно-библиотечная система IPRbooks;

– <https://elibrary.ru/> - электронные издания в составе базы данных «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU».

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (комплект учебной мебели: рабочее место преподавателя (стол, стул); рабочие места обучающихся (столы, стулья); оборудование для аудиовизуальных средств обучения: интерактивная доска IQBoard; мультимедиа - проектор NEC; копир/принтер цифровой Toshiba; персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет (13 шт.); графический планшет Wacom Intuos M Bluetooth Pistachio). Учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.

Помещение для самостоятельной работы с выходом в сеть "Интернет" и доступом в электронно-библиотечные системы, электронную информационно-образовательную среду (оснащено: рабочие места обучающихся (столы, стулья); персональные компьютеры – 25 шт.; принтер лазерный).

Для организации образовательного процесса используется помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Системы искусственного интеллекта» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков выбора, реализации, адаптации и настройки алгоритмов машинного обучения с подкреплением, нейронных сетей. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

| Вид учебных занятий | Деятельность студента  |
|---------------------|--|
| Лекция              | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
|                                       | энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.   |
| Практическое занятие                  | Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.   |
| Лабораторная работа                   | Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.  |
| Самостоятельная работа                | Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul> |
| Подготовка к промежуточной аттестации | Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.   |

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| №<br>п/п | Перечень вносимых изменений | Дата внесения<br>изменений | Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП |
|----------|-----------------------------|----------------------------|--|
|          |                             |                            |  |
|          |                             |                            |  |
|          |                             |                            |  |