МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Рязанский государственный радиотехнический университет»

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности и экология»

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

по дисциплине

# «Введение в машинное обучение»

Направление

**09.03.04 Программная инженерия**

Профиль

**Программная инженерия систем искусственного интеллекта**
**Программное обеспечение систем искусственного интеллекта**

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Рязань

# 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов и процедур, предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной образовательной программы.

**Цель** – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретённых компетенций обучающихся целям и требованиям основной образовательной программы в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

**Основная задача** – обеспечить оценку уровня сформированности компетенций и индикаторов их достижения, приобретаемых обучающимися в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Контроль знаний обучающихся проводится в форме текущего контроля (лабораторные и практические работы) и промежуточной аттестации (экзамен).

# 2. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции:

- **УК-1.2** – применяет системный подход для решения поставленных задач.
- **ПК-1.1** – разрабатывает фундаментальные основы и новые алгоритмы машинного обучения (FC-1.1).
- **ПК-3.1** – обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах ИИ (MF-1.1).
- **ПК-3.2** – применяет аппарат теории вероятностей, матстатистики и теории информации для формулирования и анализа задач ИИ (MF-1.2).
- **ПК-3.3** – применяет математический аппарат теории вероятностей для исследования методов и моделей машинного обучения (MF-1.3).
- **ПК-4.1** – определяет требования к наборам и качеству данных для решения задач машинного обучения (BD-2.1).
- **ПК-4.2** – работает с данными, в том числе собирает данные из разрозненных источников, проверяет данные на корректность (BD-2.2).
- **ПК-4.3** – применяет инструменты и практики непрерывной интеграции данных (DataOps) (BD-2.3).
- **ПК-5.1** – использует теорему Байеса и её следствия, понимает отличия байесовской статистики от частотного подхода (MF-2.1).
- **ПК-5.2** – применяет байесовские методы оценивания и байесовские интервалы для решения задач статистики и построения моделей (MF-2.2).
- **ПК-11.1** – различает основные типы задач машинного обучения и применяет на практике принципы их решения (ML-2.1).

- **ПК-11.2** – применяет методы предварительной обработки данных и работы с признаками (ML-2.2).
- **ПК-14.1** – обосновывает способы и варианты применения классических методов и моделей МО в задачах ИИ (ML-3.1).
- **ПК-14.2** – эффективно применяет классические методы и модели МО для обеспечения достижимости функциональных характеристик систем ИИ (ML-3.2).
- **ПК-15.1** – разрабатывает и отлаживает прикладные решения с использованием языка Python, тестирует и оценивает качество (PL-1.1).
- **ПК-15.2** – осуществляет выбор инструментов разработки на Python для создания прикладной системы (PL-1.2).
- **ПК-21.1** – применяет алгоритмы кластеризации и понижения размерности для решения практических задач (ML-4.1).
- **ПК-21.2** – выявляет аномалии и применяет методы поиска ассоциативных правил (ML-4.2).

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

- формирование и развитие теоретических знаний (лекционные занятия, самостоятельная работа);
- приобретение и развитие практических умений (лабораторные и практические работы, самостоятельная работа);
- закрепление знаний и навыков (выполнение и защита лабораторных работ, подготовка к экзамену).

## 3. ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Сформированность каждой компетенции оценивается по трёхуровневой шкале:

- **пороговый уровень** – обязательный для всех обучающихся; соответствует освоению более 40% приведённых знаний, умений и навыков;
- **продвинутый уровень** – соответствует освоению более 60% знаний, умений и навыков;
- **эталонный уровень** – соответствует освоению более 80% знаний, умений и навыков.

При освоении менее 40% компетенция считается несформированной.

**Таблица 1. Показатели достижения индикаторов компетенций**

| Компетенция | Индикаторы (краткое содержание) | Этап | Оценочное средство |
|---|---|---|---|
| **УК-1.2** | Знать принципы и инструменты системного подхода; уметь применять их для решения задач; владеть навыками применения. | 5 | Экзамен |

| Компетенция | Индикаторы (краткое содержание) | Этап | Оценочное средство |
|---|---|---|---|
| **ПК-1.1** | Знать принципы разработки современных моделей МО; уметь разрабатывать модели, опираясь на передовой опыт; владеть навыками разработки с учётом актуальных конференций. | 5 | Экзамен |
| **ПК-3.1** | Знать способы и варианты применения методов и моделей в задачах ИИ; уметь применять, модифицировать и адаптировать; владеть навыками практического применения. | 5 | Экзамен |
| **ПК-3.2** | Знать аппарат теории вероятностей, матстатистики и теории информации; уметь применять для формулирования и анализа задач ИИ; владеть навыками. | 5 | Экзамен |
| **ПК-3.3** | Знать статистические критерии, основы марковских процессов; уметь строить параметрические и непараметрические модели; владеть навыками применения критериев и марковских моделей. | 5 | Экзамен |
| **ПК-4.1** | Знать принципы применения статистических критериев; уметь выбирать и обосновывать требования к данным; владеть навыками обоснования требований. | 5 | Экзамен |
| **ПК-4.2** | Знать способы и инструменты сбора данных и проверки корректности; уметь собирать данные из разрозненных источников; владеть навыками сбора и проверки. | 5 | Экзамен |

| Компетенция | Индикаторы (краткое содержание) | Этап | Оценочное средство |
|---|---|---|---|
| **ПК-4.3** | Знать способы, инструменты и практики непрерывной интеграции данных; уметь применять их; владеть навыками. | 5 | Экзамен |
| **ПК-5.1** | Знать теорему Байеса и её следствия, отличия байесовской статистики; уметь использовать; владеть навыками. | 5 | Экзамен |
| **ПК-5.2** | Знать байесовские методы оценивания и интервалы; уметь применять для задач МО; владеть навыками. | 5 | Экзамен |
| **ПК-11.1** | Знать методы решения задач МО с учётом данных и контекста; уметь настраивать базовые модели и оценивать; владеть навыками. | 5 | Экзамен |
| **ПК-11.2** | Знать методы инженерии признаков; уметь применять для отбора, создания и преобразования признаков; владеть навыками. | 5 | Экзамен |
| **ПК-14.1** | Знать способы и варианты применения классических методов и моделей МО; уметь обосновывать выбор; владеть навыками. | 5 | Экзамен |
| **ПК-14.2** | Знать классические методы и модели МО для достижения функциональных характеристик; уметь применять в контексте распознавания и ранжирования; владеть навыками. | 5 | Экзамен |
| **ПК-15.1** | Знать Python и библиотеки NumPy, SciPy, Matplotlib, Pandas, Keras, TensorFlow; уметь | 5 | Экзамен |

| Компетенция | Индикаторы (краткое содержание) | Этап | Оценочное средство |
|---|---|---|---|
| | создавать программы для задач ИИ; владеть навыками. | | |
| **ПК-15.2** | Знать подходы к разработке собственных компонентов для библиотек МО; уметь разрабатывать; владеть навыками. | 5 | Экзамен |
| **ПК-21.1** | Знать алгоритмы кластеризации и понижения размерности; уметь применять с учётом специфики; владеть инструментами очистки, подготовки данных, визуализации. | 5 | Экзамен |
| **ПК-21.2** | Знать алгоритмы обнаружения аномалий и поиска ассоциативных правил; уметь настраивать и применять; владеть навыками. | 5 | Экзамен |

# 4. ПАСПОРТ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Код контролируемой компетенции (или её части) | Наименование оценочного средства |
|---|---|---|
| **Тема 1. Типовые задачи машинного обучения. Инструменты Python** | УК-1.2, ПК-1.1, ПК-3.1, ПК-11.1, ПК-15.2, ПК-5.1, ПК-5.2 | Экзамен |
| **Тема 2. Ассоциативные правила (APRIORI, FPG)** | ПК-1.1, ПК-3.1, ПК-15.1, ПК-21.2 | Экзамен |
| **Тема 3. Линейное снижение размерности (PCA, LDA, FA)** | ПК-1.1, ПК-3.2, ПК-4.3, ПК-11.2, ПК-15.1, ПК-21.1 | Экзамен |

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Код контролируемой компетенции (или её части) | Наименование оценочного средства |
|---|---|---|
| **Тема 4. Нелинейное снижение размерности (t-SNE, UMAP, TRIMAP, PACMAP)** | ПК-1.1, ПК-3.2, ПК-4.3, ПК-11.2, ПК-15.1, ПК-21.1 | Экзамен |
| **Тема 5. Алгоритмы knn, LR, SVM, DT, RF** | ПК-1.1, ПК-3.3, ПК-15.1, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-14.1, ПК-14.2 | Экзамен |
| **Тема 6. Ансамбли (бэггинг, бустинг, стекинг)** | ПК-1.1, ПК-3.3, ПК-15.1, ПК-14.1, ПК-14.2 | Экзамен |
| **Тема 7. Балансировка классов (сэмплинг, cost-sensitive)** | ПК-1.1, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-15.1 | Экзамен |
| **Тема 8. Популяционные алгоритмы оптимизации (генетический, роя частиц, диф. эволюция)** | ПК-1.1, ПК-15.1, ПК-14.1, ПК-14.2 | Экзамен |
| **Тема 9. Кластерный анализ (k-means, FCM, DBSCAN, иерархическая, оценка качества)** | ПК-1.1, ПК-4.2, ПК-15.1, ПК-21.1 | Экзамен |
| **Тема 10. Искусственные нейронные сети (RNN, LSTM, GRU)** | ПК-1.1, ПК-4.3, ПК-11.1, ПК-15.1 | Экзамен |

# 5. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### 5.1. Промежуточная аттестация (экзамен)

Экзамен проводится в форме устного ответа по билетам, включающим теоретический вопрос и практическое задание (задачу). Также может использоваться тестирование.

#### 5.1.1. Тестовые вопросы закрытого типа (20 вопросов)

**1. Какая задача машинного обучения относится к обучению с учителем?**
а) Кластеризация;
б) Поиск ассоциативных правил;
в) Классификация;
г) Понижение размерности.
**Правильный ответ: в)**

**2. Какой алгоритм используется для поиска ассоциативных правил?**
а) k-means;
б) APRIORI;
в) SVM;
г) PCA.
**Правильный ответ: б)**

**3. Что такое переобучение (overfitting)?**
а) Модель плохо работает на обучающих данных;
б) Модель хорошо работает на обучающих, но плохо на тестовых данных;
в) Модель не обучается;
г) Модель имеет слишком мало параметров.
**Правильный ответ: б)**

**4. Какой метод снижения размерности является линейным?**
а) t-SNE;
б) UMAP;
в) PCA;
г) TRIMAP.
**Правильный ответ: в)**

**5. Что такое k-fold кросс-валидация?**
а) Разбиение данных на k частей с последовательным использованием каждой как тестовой;
б) Обучение k моделей на одних и тех же данных;
в) Увеличение выборки в k раз;
г) Уменьшение размерности до k признаков.
**Правильный ответ: а)**

**6. Какой алгоритм классификации использует понятие «отступ» (margin)?**
а) kNN;
б) Логистическая регрессия;
в) SVM;
г) Дерево решений.
**Правильный ответ: в)**

**7. Что такое бэггинг?**
а) Последовательное обучение моделей с исправлением ошибок;
б) Параллельное обучение моделей на подвыборках с последующим усреднением;
в) Объединение признаков;

г) Метод отбора признаков.
**Правильный ответ: б)**

**8. Какой алгоритм балансировки классов создаёт новые объекты меньшинства?**
а) Андерсэмплинг;
б) Оверсэмплинг;
в) Удаление выбросов;
г) Нормализация.
**Правильный ответ: б)**

**9. Что такое генетический алгоритм?**
а) Метод кластеризации;
б) Эволюционный алгоритм оптимизации, использующий отбор, скрещивание и мутацию;
в) Алгоритм шифрования;
г) Метод снижения размерности.
**Правильный ответ: б)**

**10. Какой алгоритм кластеризации основан на плотности?**
а) k-means;
б) FCM;
в) DBSCAN;
г) EM.
**Правильный ответ: в)**

**11. Что такое индекс силуэта (silhouette index)?**
а) Внешняя мера качества кластеризации;
б) Внутренняя мера качества кластеризации;
в) Метрика классификации;
г) Метод понижения размерности.
**Правильный ответ: б)**

**12. Какая нейронная сеть подходит для обработки последовательностей?**
а) Свёрточная;
б) Рекуррентная;
в) Полносвязная;
г) Автоэнкодер.
**Правильный ответ: б)**

**13. Что такое LSTM?**
а) Тип рекуррентной сети с механизмом вентилей;
б) Алгоритм кластеризации;
в) Метод оптимизации;
г) Вид функции активации.
**Правильный ответ: а)**

**14. Какая библиотека Python используется для машинного обучения?**
а) NumPy;
б) Pandas;
в) Scikit-learn;
г) Matplotlib.
**Правильный ответ: в)**

**15. Что такое признак (feature) в машинном обучении?**
а) Целевая переменная;
б) Входная переменная, описывающая объект;
в) Параметр модели;
г) Метрика качества.
**Правильный ответ: б)**

**16. Какой алгоритм относится к ансамблевым методам?**
а) Логистическая регрессия;
б) Random Forest;
в) k-means;
г) PCA.
**Правильный ответ: б)**

**17. Что такое FPG (Frequent Pattern Growth)?**
а) Алгоритм поиска ассоциативных правил без генерации кандидатов;
б) Метод кластеризации;
в) Алгоритм снижения размерности;
г) Метод балансировки классов.
**Правильный ответ: а)**

**18. Какая метрика используется для оценки регрессии?**
а) Accuracy;
б) Precision;
в) MSE (среднеквадратичная ошибка);
г) F1-мера.
**Правильный ответ: в)**

**19. Что такое cost-sensitive алгоритм?**
а) Алгоритм, учитывающий стоимость ошибок разных классов;
б) Алгоритм, минимизирующий число признаков;
в) Алгоритм, работающий только с бинарными данными;
г) Алгоритм кластеризации.
**Правильный ответ: а)**

**20. Что такое дифференциальная эволюция?**
а) Метод оптимизации на основе популяции;
б) Метод кластеризации;
в) Метод шифрования;

г) Метод снижения размерности.
**Правильный ответ: а)**

### 5.1.2. Тестовые вопросы открытого типа (10 вопросов)

**1.** Опишите основные типы задач машинного обучения (классификация, регрессия, кластеризация, поиск ассоциаций) и приведите примеры их применения.

**2.** Объясните разницу между переобучением и недообучением. Какие методы борьбы с переобучением вы знаете?

**3.** Опишите алгоритм APRIORI для поиска ассоциативных правил. Какие метрики используются для оценки правил?

**4.** Сравните линейные и нелинейные методы снижения размерности. Приведите примеры алгоритмов и области их применения.

**5.** Объясните принцип работы алгоритма k-ближайших соседей (kNN). Какие параметры влияют на его качество?

**6.** Опишите метод опорных векторов (SVM). Что такое ядро (kernel) и зачем оно используется?

**7.** Что такое ансамблевые методы? Объясните разницу между бэггингом, бустингом и стекингом.

**8.** Какие алгоритмы балансировки классов вы знаете? В каких случаях они применяются?

**9.** Опишите алгоритм кластеризации k-means. Какие у него ограничения?

**10.** Объясните принцип работы рекуррентных нейронных сетей (RNN). В чём проблема исчезающего градиента и как её решают в LSTM/GRU?

### 5.1.3. Типовые практические задания (задачи) к экзамену

1. Реализовать алгоритм k-ближайших соседей (kNN) на Python с использованием NumPy. Оценить качество на тестовой выборке.
2. Реализовать алгоритм логистической регрессии (LR) и применить его для бинарной классификации. Построить ROC-кривую.
3. Использовать библиотеку Scikit-learn для обучения SVM на наборе данных Iris. Подобрать параметры ядра.
4. Построить дерево решений (DT) и случайный лес (RF) для задачи классификации. Сравнить их точность.
5. Реализовать алгоритм APRIORI для поиска частых наборов и ассоциативных правил на транзакционных данных.
6. Применить метод главных компонент (PCA) для снижения размерности данных и визуализировать результат.

7. Реализовать алгоритм кластеризации k-means и оценить качество с помощью индекса силуэта.
8. Применить алгоритм DBSCAN для кластеризации данных с шумом. Визуализировать результаты.
9. Реализовать простую рекуррентную нейронную сеть (RNN) для задачи классификации последовательностей.
10. Применить генетический алгоритм для оптимизации функции. Сравнить с градиентным спуском.

### 5.1.4. Вопросы к экзамену (30 вопросов)

1. Типовые задачи машинного обучения. Поиск ассоциаций, классификация, регрессия, кластеризация, оптимизация.
2. Инструменты решения задач машинного обучения на языке Python (NumPy, Pandas, Scikit-learn, Matplotlib).
3. Постановка задачи поиска ассоциаций. Ассоциативные правила. Алгоритмы APRIORI и FPG.
4. Иерархические ассоциативные правила. Последовательные шаблоны. Применение на практике.
5. Алгоритмы линейного снижения размерности: PCA, LDA, FA.
6. Применение алгоритмов линейного снижения размерности в практических задачах.
7. Алгоритмы нелинейного снижения размерности: t-SNE, UMAP, TRIMAP, PACMAP.
8. Применение алгоритмов нелинейного снижения размерности в практических задачах.
9. Постановка задач классификации и регрессии. Переобучение и недообучение.
10. Показатели качества классификации и регрессии. k-fold валидация.
11. kNN-алгоритм. Применение в задачах классификации.
12. Логистическая регрессия (LR). Применение в задачах классификации.
13. SVM-алгоритм. Линейный SVM. Функции ядра. Трюк с ядром.
14. Мультиклассовая классификация на основе SVM. Стратегии мультиклассовой классификации.
15. Дерево решений (DT). Применение в задачах классификации и регрессии.
16. Random Forest (RF). Применение в задачах классификации и регрессии.
17. Ансамбли алгоритмов машинного обучения: бэггинг, бустинг и стекинг.
18. Современные подходы к разработке ансамблей машинного обучения.
19. Проблема балансировки классов. Алгоритмы сэмплинга: оверсэмплинг, андерсэмплинг, гибридизация.
20. Чувствительные к затратам (cost-sensitive) алгоритмы. Применение на практике.
21. История возникновения популяционных алгоритмов оптимизации. Классификация.
22. Генетический алгоритм. Применение для оптимизации.
23. Алгоритм роя частиц. Алгоритм дифференциальной эволюции.
24. Однокритериальная и многокритериальная оптимизация. Эвристики, метаэвристики, гиперэвристики.
25. Постановка задачи кластерного анализа. Иерархические и итеративные алгоритмы кластеризации.

26. K-means, K-medoids, FCM, DBSCAN, HDBSCAN, OPTICS, EM. Gaussian mixture.
27. Внешние и внутренние меры оценки качества кластеризации (Rand, Adjusted Rand, Jaccard, индекс локтя, силуэт, Данна, Davies-Bouldin).
28. Масштабируемые алгоритмы кластерного анализа: CLOPE, BIRCH, Mini-Batch K-Means, CLARANS, Affinity Propagation.
29. Понятие искусственной нейронной сети. Нейрон. Слои. Функции активации и потерь.
30. Рекуррентные нейронные сети (RNN). Проблемы исчезающего и взрывного градиента. LSTM, GRU. Dropout.

# 6. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

### 6.1. Шкала оценивания тестирования

| Шкала | Критерий |
|---|---|
| **5 (отлично)** | Процент верных ответов от 90 до 100% |
| **4 (хорошо)** | Процент верных ответов от 75 до 89% |
| **3 (удовлетворительно)** | Процент верных ответов от 60 до 74% |
| **2 (неудовлетворительно)** | Процент верных ответов менее 60% |

### 6.2. Шкала оценивания теоретического вопроса

| Шкала | Критерий |
|---|---|
| **5 (отлично)** | Дан полный ответ, показаны глубокие систематизированные знания, приведены примеры, даны ответы на дополнительные вопросы. |
| **4 (хорошо)** | Дан полный ответ, но на некоторые дополнительные вопросы ответы даны с помощью наводящих вопросов. |
| **3 (удовлетворительно)** | Дан неполный ответ, на дополнительные вопросы ответы даны только с помощью преподавателя. |
| **2 (неудовлетворительно)** | Студент не смог ответить на вопрос. |

### 6.3. Шкала оценивания практического задания

| Шкала | Критерий |
|---|---|
| **5 (отлично)** | Задание решено верно, получены корректные результаты, сделаны выводы. |
| **4 (хорошо)** | Задание решено верно, но имеются незначительные технические неточности. |
| **3 (удовлетворительно)** | Задание решено верно с дополнительными наводящими вопросами преподавателя. |
| **2 (неудовлетворительно)** | Задание не решено. |

### 6.4. Итоговая оценка на экзамене

На экзамене студент отвечает на теоретический вопрос и выполняет практическое задание. Максимальная сумма баллов – 10 (5 за теорию + 5 за практику).
Итоговая оценка выставляется по пятибалльной шкале:

- «отлично» – 9–10 баллов;
- «хорошо» – 7–8 баллов;
- «удовлетворительно» – 5–6 баллов;
- «неудовлетворительно» – менее 5 баллов.



Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
СОГЛАСОВАНО **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Овечкин Геннадий Владимирович, Заведующий кафедрой ВПМ **05.11.26** 14:46 (MSK) Простая подпись