

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

Кафедра вычислительных и программных систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета



Нестеров П.Н.

21 мая 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Машинное обучение**

Направление подготовки (специальности)  
02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль)  
«Компьютерная математика»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 19 апреля 2024 г., протокол № 8

Программа одобрена НМК  
факультета информатики и  
вычислительной техники  
протокол № 6 от 26 апреля 2024 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Курс содержит подробный разбор наиболее распространенных современных методов машинного обучения. Излагаются основные алгоритмы классификации и подходы к построению систем классификации. В рамках курса изучаются: обучение без учителя, линейная регрессия, градиентный спуск, классификация на основе деревьев, линейная классификация и классификация на основе ядер. Рассматриваются подходы к классификации на много классов и ее особенности, обсуждаются различные метрики качества классификации и проблемы переобучения.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Машинное обучение» относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения данной дисциплины студентам необходимы знания, полученные при изучении дисциплин «Основы программирования», «Высокоуровневое программирование», «Языки программирования».

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины «Машинное обучение», используются учащимися при изучении последующих дисциплин, таких как «Компьютерное моделирование», «Интеллектуальные системы», «Программная инженерия».

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
<b>ПК-1</b> Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники	<b>И-ПК-1.2</b> Исследует новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники	<b>Владеет навыком:</b> - решения прикладные задачи и реализации проектов в области сквозной цифровой технологии «Компьютерное зрение» со стороны заказчика - ставит задачи по адаптации или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области

## 4. Объем структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Вводная лекция. Введение в машинное обучение.	3	0,5		0,5			2	
2	Язык Python введение.	3	0,5		0,5			2	
3	Знакомство с библиотекой Numpy.	3	0,5		0,5			2	
4	Знакомство с библиотекой Pandas.	3	0,5		0,5			2	
5	Первичный анализ данных	3	1		1			2	
6	Метрические методы.	3	1		1	1		7	
7	Линейные методы.	3	1		1			7	
8	Решающие деревья.	3	1		1			7	
9	Методы понижения размерности.	3	1		1			7	
10	Обучение без учителя.	3	1		1			7	
11	Рекомендательные системы.	3	1		1	1		7	
12	Введение в обработку изображений.	3	1		1			7	
13	Нахождение границ.	3	1		1			7	
14	Простые методы детекции объектов.	3	1		1			7	
15	Вычисление признаков из изображения.	3	1		1			7	
16	Метод опорных векторов (SVM).	3	1		1	1		7	
17	Композиция алгоритмов.	3	1		1			7	
18	Знакомство в нейронными сетями.	3	1		1	1		7	
							0,3	6,7	зачет
	Всего		16		16	4	0,3	107,7	

#### Содержание разделов дисциплины:

**Тема 1. Вводная лекция. Введение в машинное обучение.**

Классификация задач машинного обучения: обучение с учителем, обучение без учителя, рекомендательные системы. Основные термины: объекты, признаки, метки (ответы), решающее правило, обобщающая способность, переобучение.

Постановки задач классификации и регрессии. Виды признаков (бинарные, числовые, порядковые, номинальные, количественные). Примеры задач. Современное состояние области, успешные проекты. Связь с другими областями, в частности компьютерным зрением.

## **Тема 2. Язык Python введение.**

Основные характеристики языка, синтаксис. Базовые типы данных и операции с ними. Преобразования типов. Условные операторы (ветвления). Циклы в Python (for и while). Функция range. Структуры данных: списки, кортежи, словари и множества. Функции, модули и библиотеки, импорт.

## **Тема 3. Знакомство с библиотекой Numpy.**

Сравнение numpy.array и list. Срезы. Логическая индексация. Особенности операций +, \*, \*\*. Сравнение range, arange, xrange. Генерация случайных чисел из разных распределений.

Знакомство с библиотекой Matplotlib. Рисование графиков plot, subplot, подписи к осям, название, легенда, задание цвета и вида графика. Диаграммы: bar, hist, bxpplot, pie. Рисование тепловой карты imshow.

## **Тема 4. Знакомство с библиотекой Pandas.**

Тип данных Series: объявление, индексация, обращение к элементам, отбор по условию. Пропуски и их заполнению (fillna).

Тип данных DataFrame. Индексация, названия столбцов. Обращение к элементам (at, loc, iloc). Добавление/удаление элементов. Проверка на пропуски, удаление, заполнение. Нахождение и удаление дубликатов. Переиндексация. Методы apply, sort, groupby.

## **Тема 5. Первичный анализ данных (библиотека sklearn).**

Этапы анализа данных. Чтение csv файла, информация о наборе данных (info, describe, head/tail). Подходы к заполнению пропусков. Преобразование номинальных признаков (Label Encoding, One-Hot Encoding, Hashing). Нормировка числовых признаков (**StandardScaling, MinMax Scaling**). Работа с текстовыми признаками (map, мешок слов, N-граммы, TF-IDF).

Как правильно оценивать качество модели (отложенная выборка, кросс-валидация, LOO). Метрики качества (ассурасу, точность, полнота, F1-мера).

## **Тема 6. Метрические методы.**

Гипотеза компактности и непрерывности. Меры близости, обобщенная метрика Минковского. Пример задачи классификации цветков ириса. Обобщенный метрический классификатор. Метод kNN. Окно Парзена. Задача регрессии, метод наименьших квадратов. Непараметрическая регрессия, ядерное сглаживание Надарая-Ватсона. Виды функции ядра. Алгоритм LOWESS.

Применение методов библиотеки sklearn: train\_test\_split, cross\_val\_score, accuracy\_score.

Применение метрических методов с использованием библиотеки sklearn. Методы KNeighborsClassifier, GridSearchCV, Pipeline (нормировка признаков и kNN).

## **Тема 7. Линейные методы.**

Линейная регрессия. Метрики качества регрессии. Градиентный спуск и способы оценивания градиента. Переобучение и регуляризация. Свойства L1, L2 регуляризации. Методы библиотеки sklearn: LinearRegression, Lasso, Ridge, ElasticNet.

Линейная классификация. Логистическая регрессия и оценки вероятности классов.

Многоклассовая классификация, сведение к бинарным задачам. Многоклассовая логистическая регрессия. Подходы к вычислению метрик качества macro micro усреднение. Понятие PR, ROC-кривая, метрики AUC-PR, AUC-ROC.

## **Тема 8. Решающие деревья.**

Жадный алгоритм построения. Выбор лучшего разбиения с помощью критерия информативности. Критерии информативности для регрессии и классификации. Учёт

пропусков в деревьях. Решающие деревья и категориальные признаки. Усечение дерева. Деревья для задачи регрессии. Небрежные решающие деревья.

#### **Тема 9. Методы понижения размерности.**

Линейные методы, метод главных компонент (PCA). Нелинейные методы MDS (многомерное шкалирование), SNE, Tsne.

#### **Тема 10. Обучение без учителя.**

Кластеризация. Метрики близости. Алгоритмы: k средних, fuzzy k-means, иерархические методы. Нелинейные методы кластеризации DB-SCAN. Обсуждение метрик качества кластеризации (бизнес-метрики).

#### **Тема 11. Рекомендательные системы.**

Подходы content-base, collaborative filtering, user-based, item-base, на основе SVD разложения. Использование регуляризации. Оценка качества рекомендаций

#### **Тема 12. Введение в обработку изображений.**

Цветовые пространства: RGB, CMY, CIE Lab, HSB/HSV/HSI. Понятие гистограммы яркости. Фильтрация изображений. Понятие свертка, подходы к вычислению. Фильтр Гаусса, медианный фильтр (нелинейный). Повышение резкости.

#### **Тема 13. Нахождение границ.**

Понятие градиента изображения. Методы вычисления, операторы Робертса, Превитта, Собеля, сила и направление градиента. Детектор Кэнни выделение границ. Гистограмма градиентов (HOG).

#### **Тема 14. Простые методы детекции объектов.**

Бинаризация изображений. Морфологические операции сужение, расширение. Морфологическая фильтрация, нахождение границы, скелета. Алгоритм вычисления компонент связности (объектов).

#### **Тема 15. Вычисление признаков из изображения.**

Цветовые признаки, гистограмма яркости HOG как признаки. Геометрические признаки объектов (площадь, периметр, вытянутость, компактность, моменты). Сопоставление контуров, Distance Transform для быстрого вычисления расстояния между контурами. Текстуриный анализ, идея банка фильтров (фильтры разных направлений).

#### **Тема 16. Метод опорных векторов (SVM).**

Линейно разделимая выборка. Постановка задачи регрессии, аппроксимация функции для задачи классификации. Случай линейной отделимости, постановка задачи оптимизации и ее решение. Понятия опорного вектора, опорные нарушители. Нелинейное обобщение, ядерный трюк. Виды ядер. SVM-регрессия. Практическое применение метода SVM для классификации и регрессии (библиотека sklearn). Подбор параметра C. Как влияет выбор ядра на форму разделяющей поверхности, тестирование разных ядер.

#### **Тема 17. Композиция алгоритмов.**

Разные подходы: взвешенное голосование, Bagging, Boosting, Staking. Случайный лес. Бустинг над деревьями. XGBoost.

#### **Тема 18. Знакомство в нейронными сетями.**

Математическая модель нейрона. Идея суммирования входов и применение функции активации. Виды функций активации. Многослойный перцептрон. Проблема исключяющего или. Возможности двухслойного перцептрона. Понятие функции потерь, сведение к задаче оптимизации, обратное распространение ошибки, градиентный спуск.

Сверточные НС. Сверточный слой, слой прореживания, функция softmax. Современные архитектуры СНС. Примеры успешно решенных задач: распознавание рукописных цифр, набор ImageNet, распознавание лиц.

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

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

**Лабораторная работа** – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

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

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются: для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTeX;
- Adobe Acrobat Reader;
- OfficeStd 2013 RUS OLP NL Acdmc 021-10232;
- LibreOffice (свободное)

для проведения лабораторных занятий используется:

- CASE-среда Enterprise Architect (разработчик Sparx Systems).

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

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»

[http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

- Электронная библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>
- Электронная библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru>
- Электронная библиотечная система «Консультант студента»

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных. - Москва: ДМК Пресс, 2015.  
<https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785970602737.html>

### **б) дополнительная литература:**

1. Маккинли Уэс Python и анализ данных — Москва: ДМК Пресс, 2015.  
<https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785970603154.html>
2. Гонсалес Рафаэл, Вудс Ричард Цифровая обработка изображений — Москва: Техносфера, 2012. <https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785948363318.html>
3. Л. Шапиро, Д. Стокман Компьютерное зрение: учебное пособие — Москва: Лаборатория знаний, 2020.  
<https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785001016960.html>
4. Я. Э. Солем Программирование компьютерного зрения на языке Python — Москва: ДМК Пресс, 2016. <https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785970602003.html>
5. Клетте Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы: учебник — Москва: ДМК Пресс, 2019. <https://djvu.online/file/3NwLfKMR6dMUO?ysclid=lldqai98r1726222862>
6. А. Кэлер, Г. Брэдки Изучаем OpenCV 3. Разработка программ компьютерного зрения на C++ с применением библиотеки OpenCV. — Москва: ДМК Пресс, 2017.  
<https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785970604717.html>

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (семинаров);
- учебные аудитории для проведения лабораторных занятий;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Машинное обучение»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,  
используемые в процессе текущей аттестации**

**Пример теста**

1. Чему будет равен корень из среднеквадратичной ошибки для набора из 3 наблюдений, где отклонение предсказания линейной регрессии от реальных значений равны: -1, 2, -2?
  - а) 2
  - б) 3
  - в) 0
  - г) 1.
2. Рассмотрим признак “Образовательная программа” при анализе данных по студентам университета. Этот признак может принимать три значения: “Экономика”, “Математика”, “Философия”. Воспользуемся one-hot кодированием и заменим этот признак на три бинарных, которые будут соответствовать категориям в том порядке, в котором они перечислены выше. Как будет закодирован признак со значением “Философия”?
  - а) (1, 0, 0)
  - б) (1, 1, 0)
  - в) (1, 1, 1)
  - г) (0, 1, 0)
  - д) (1, 0, 1)
  - е) (0, 0, 1)
  - ж) (0, 1, 1).
3. Модель линейной регрессии выглядит так:  $a(x)=w_0+w_1 x_1+\dots+w_d x_d$ . Сколько у неё параметров?
  - а)  $d$ ;
  - б)  $d+1$ ;
  - в) 1;
  - г)  $d-1$ .
4. Предположим, что мы строим модель предсказания роста по возрасту и весу человека. Модель с какими коэффициентами вероятнее всего переобучилась?
  - а)  $0.001 * (\text{возраст}) + 0.5 * (\text{вес})$ ;
  - б)  $0.1 * (\text{возраст}) + 0.33 (\text{вес})$ ;
  - в)  $1402325.3 * (\text{возраст}) + -1404370.5 (\text{вес})$ .
5. Предположим, что мы строим модель предсказания стоимости дома по количеству комнат и средней цене дома в районе. Перед количеством комнат коэффициент равен 1400230, а перед средней ценой дома в районе 0.8. Можно ли утверждать, что количество комнат — более важный признак для качества предсказания, чем средняя цена в районе и почему?
  - а) Нет, так как коэффициенты несравнимы, поскольку признаки имеют разный масштаб;



- б) Нет, так как средняя цена дома в районе — это признак с большим разбросом, а именно разброс характеризует ценность признака;
  - в) Да, так как количество комнат — это признак, который может принимать небольшое количество значений, а значит, каждое значение содержит в себе больше информации;
  - г) Да, так как коэффициент перед количеством комнат больше.
6. Какая из моделей приводит к отбору признаков?
- а) Линейная регрессия без регуляризации
  - б) Ridge-регрессия;
  - в) Lasso-регрессия;
  - г) ElasticNet.

### Правильные ответы

Вопрос №	Правильный ответ	Вопрос №	Правильный ответ
1	б	4	в
2	е	5	а
3	б	6	в

### Критерии оценки

- «Отлично» – 6 правильных ответов;
- «Хорошо» – 5 правильных ответов;
- «Удовлетворительно» – 4 правильных ответов;
- «Неудовлетворительно» – 3 и менее правильных ответов.

### Примеры лабораторных работ

Написать программу с использованием библиотек, которая решает следующую задачу:

1. Бинаризируйте изображение gobo3.jpg, чтобы выделить красные кружки, выбор порога бинаризации должен быть автоматизирован, выбор цветового пространства остается за автором. Проверьте работу Вашего алгоритма на изображениях gobo2.jpg, gobo1.jpg.
2. Выделите внутреннюю и внешнюю границы на изображении binar1.jpg binar2.jpg с помощью морфологической обработки. Поясните результаты.
3. Выделите объекты на изображении binar1.jpg, вычислите площадь каждого объекта.
4. Продемонстрируйте промежуточные результаты работы алгоритма.
5. Выделите объекты на изображении Clusters.jpg. На выходе должно получиться изображение, на котором разные объекты помечены разными цветами, а фон черным.
6. Для изображения circles.jpg реализуйте морфологический алгоритм для построения трех изображений, которые бы содержали соответственно: 1) только частицы, касающиеся краев изображения; 2) только группы перекрывающихся частиц; 3) только одиночные круглые частицы.

### Задания для группы из нескольких человек

7. Выделите в изображениях table1.jpg, table2.bmp, table3.jpg границы таблицы с использованием морфологических операций. Результатом обработки должно быть изображение, в котором удален весь текст и оставлены только границы линий. Какие были проблемы, какие есть пути их решения, какие выбрали вы.
8. Предложите и реализуйте алгоритм нахождения не до конца заполненных бутылок на изображении FigP1126.tif. Бутылка считается заполненной до конца, если уровень выше середины между началом сужения и низом горлышка.

9. На изображениях `eue_.bmp` выделите (постройте бинарное изображение) зрачек/радужку. Алгоритм должен работать приемлемо для всех (4 изображений). Какие были проблемы, какие есть пути их решения, какие выбрали вы. Вычислите характеристики выделенного объекта (площадь, периметр, вытянутость, компактность).
10. Реализовать алгоритм выделения на изображении объемлющего прямоугольника, в котором располагается штрих-код.

Студент защищает лабораторную работу, при этом готовит презентацию с результатами работы программы на разных этапах (подходах к решению). Студент должен быть готов ответить на вопросы по коду программы и пояснить выбор значений параметров в функциях, которые использует. А также понимать алгоритм, который используется в той или иной, сторонней функции.

Показатели	Критерии
Содержание программы	Анализирует изученный материал, Правильно выбирает путь решения задачи и использует подходящие алгоритмы, Программа работает корректно.
Аргументированно отвечает на вопросы	Знает изложенный материал, Проявляет критическое мышление
Представление лабораторной	Использует иллюстративные, наглядные материалы, Владеет культурой речи.

#### Критерии оценки

- «Отлично» – программа правильно решает поставленную задачу, лабораторная работа полностью соответствует описанным критериям;
- «Хорошо» – программа правильно решает поставленную задачу, лабораторная работа соответствует описанным критериям за исключением некоторых замечаний не более чем по нескольким пунктам критериев;
- «Удовлетворительно» – программа правильно решает поставленную задачу, лабораторная работа соответствует более чем половине описанных критериев;
- «Неудовлетворительно» – программа не предоставлена, или не верно решает поставленную задачу, лабораторная работа не соответствует большей части описанных критериев.

## 2. Список вопросов для проведения промежуточной аттестации

### Вариант билета на зачете

1. Опишите метод «Решающие деревья», перечислите его достоинства и недостатки..
2. Что такое переобучение/недообучение? Как проводить анализ того переобучена или недообучена модель?
3. Опишите метод построения рекомендательной системы на основе SVD разложения.
4. При решении задачи бинарной классификации для 1000 тестовых примеров получены результаты, представленные в таблице ниже. Чему равны точность (Precision), полнота (Recall) и F-мера классификатора? Что показывают эти величины, когда какую лучше стоит использовать?

	Действительный класс	
	1	0
1	85	890
0	15	10

### Критерии оценки

- «Отлично» – даны верные ответы на 4 вопросов из билета;
- «Хорошо» – даны верные ответы на 4 вопроса из билета, в некоторых вопросах были допущены существенные недочеты;
- «Удовлетворительно» – даны верные ответы на 3 вопроса из билета;
- «Неудовлетворительно» – даны верные ответы на 2 и менее вопросов из билета.

### Вариант билета на экзамене

1. Опишите основные шаги детектора границ Canny.
2. Какие подходы к композиции алгоритмов Вы знаете?
3. Опишите алгоритм SVM. Перечислите плюсы минусы метода, за что отвечают основные параметры алгоритма?
4. Понятие свертки, свойства, что может вычислять свертка. Понятие сверточного слоя, карта свертки, зачем используют? Сколько параметров содержит сверточный слой со сверткой 5 x 5 для изображения 128 x 128 x 3?

### Практическая часть:

Задан набор данных в виде csv-файла. Напишите программу, которая обучает модель (алгоритм) задачу классификации. Оцените качество работы модели.

Набор данных содержит информацию о клиентах сотовой связи (тариф, число минут разговора в месяц, звонков в кол-центр оператора, регион...), необходимо предсказать уйдет ли клиент в течении месяца.

### Критерии оценки

- «Отлично» – практическая часть полностью реализована, даны верные ответы на 4 вопроса из билета, возможно допущены небольшие огрехи;
- «Хорошо» – практическая часть реализована почти полностью, даны верные ответы на 4 вопроса из билета, в некоторых вопросах были допущены существенные недочеты;
- «Удовлетворительно» – практическая часть реализована частично, даны верные ответы на 3 вопроса из билета;
- «Неудовлетворительно» – практическая часть не реализована или даны верные ответы лишь на 2 и менее вопросов из билета.

**3. Методические рекомендации преподавателю  
по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,  
характеризующих этапы формирования компетенций**

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

### **3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций**

**Пороговый уровень** (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

**Продвинутый уровень** (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**Высокий уровень** (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;

- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

### **3.2 Описание процедуры выставления оценки**

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Показатели и критерии, используемые при выставлении оценки подробно описаны в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций».

Пороговый уровень формирования компетенций соответствует оценке «зачтено» за выполнение лабораторных работ в течение семестра и сдачу зачета в конце семестра.

Оценка «зачет» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Машинное обучение»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Машинное обучение» являются лекции, проводимые в виде электронных презентаций, что позволяет сделать материал лекций более наглядными, улучшает информативность и понимание изучаемого курса.

По большинству тем предусмотрены лабораторные работы, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным задачам и получение навыков работы непосредственно с CASE- системой, путем выполнения заданий по построению моделей определенного типа. Выполнение предлагаемых в процессе изучения курса лабораторных работ позволяет не только понять и закрепить теоретический материал, но и приобрести навык анализа предметной области и построения объектно-ориентированных моделей с применением современных технологий.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются и обсуждаются на лекциях и лабораторных занятиях. Основная цель решения задач – помочь усвоить фундаментальные понятия и основы концепции объектно-ориентированного анализа и проектирования. Для решения всех задач необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной при выполнении лабораторных работ или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях и лабораторных занятиях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых задач.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы с CASE - системой, в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде двух контрольных работ. Для более успешной подготовки к контрольным работам перед их проведением преподавателем проводятся консультации.

В конце семестра студенты сдают зачет. Зачет по итогам семестра выставляется по результатам написания лабораторных и контрольных работ, а так же краткого собеседования по вопросам теоретического материала.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Машинное обучение» самостоятельно студенту достаточно сложно. Это связано с отсутствием опыта в проведении анализа предметной области и построения объектно-ориентированных моделей. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачет по итогам изучения дисциплины студенту будет сложно.