

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра вычислительных и программных систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ

 Д.Ю. Чалый

« 18 » мая 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины**

«Основы машинного обучения»

**Направление подготовки**

09.03.03 Прикладная информатика

**Направленность (профиль)**

«Прикладная информатика в экономике»

**Квалификация выпускника**

Бакалавр

**Форма обучения**

очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 16 апреля 2020 г.,  
протокол № 8

Программа одобрена НМК  
факультета ИВТ  
протокол № 7 от  
17 мая 2020 г.

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями дисциплины «Машинное обучение» являются изучение современных методов машинного обучения.

- изучение основных прикладных математических моделей и алгоритмов.
- формирование представления об устройстве современных программно-аппаратных комплексах обработки данных.
- формирование практических навыков разработки, реализации и алгоритмов машинного обучения.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Машинное обучение» относится к вариативной части (дисциплина по выбору) ОП бакалавриата.

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.

Содержание курса тесно связано с дисциплинами функционального анализа и линейной алгебры, а так же практически со всеми дисциплинами затрагивающими вопросы информатики и прикладного программирования. Предполагается, что студенты имеют целостное алгоритмическое мышление, и навыки программирования на языках относительно низкого уровня. Также имеют общее представление об аппаратном обеспечении и параллельных вычислениях.

Дисциплина «Машинное обучение» обеспечивает закрепление и углубление теоретических знаний по дисциплинам функционального анализа и линейной алгебры, а также всего спектра дисциплин изучения информатики и прикладного программирования. Дисциплина способствует развитию алгоритмического мышления, а также дальнейшему развитию и углублению навыков разработки программного обеспечения в области машинного обучения.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

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:

Код компетенции	Формулировка компетенции	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-2 Способен организовывать аналитические работы в процессе разработки и сопровождения	ПК – 2.2 Умеет оценить качество работы информационных систем	<b>Знать:</b> современные методы машинного обучения такие, как классификация без(с) учителя, регрессия, градиентный спуск, SVM,

информационных систем		<p>деревья, бустинг, нейронные сети.</p> <p><b>Уметь:</b> применять полученные знания в процессе анализа, разработки и реализации прикладного программного обеспечения.</p> <p><b>Владеть:</b> практическими навыками разработки, реализации и применения алгоритмов классификации, а также оценки их качества.</p>
-----------------------	--	---

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. ед., 108 акад. час.

№ 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	
			Контактная работа						Форма	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа		
1	Введение в машинное обучение. Основные термины, постановки задач и примеры применения.	7	1	2				3		
2	Линейная регрессия. Метрики качества регрессии. Градиентный спуск и способы оценивания градиента. Переобучение и регуляризация.	7	1	2				3		
3	Переобучение и регуляризация. Разреженные линейные модели. Квантильная регрессия. Подготовка признаков.	7	1	2				3		
4	Линейная классификация. Отступ и верхние оценки на	7	2	2				3		

	пороговую функцию потерь. Метрики качества классификации.	7							
5	Линейная классификация. Логистическая регрессия и оценки вероятности классов. Метод опорных векторов.	7	1	2				3	Задачи для самостоятельной работы
6	Многоклассовая классификация, сведение к бинарным задачам. Многоклассовая логистическая регрессия. Классификация с пересекающимися классами. Метрики качества многоклассовой классификации. Категориальные признаки: хэширование и счётчики.	7	2	2		1		3	
7	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.	7	1	2				3	
8	Бутстрап и бэггинг. Разложение ошибки на смещение и разброс (bias-variance decomposition). Случайный лес. Вычисление расстояний с помощью лесов.	7	1	2		1		3	
9	Градиентный бустинг. Регуляризация. Особенности бустинга над деревьями. Взвешивание объектов в градиентном бустинге.	7	1	2				3	Задачи для самостоятельной работы
10	Оптимизация второго порядка в градиентном бустинге. Регуляризация деревьев. XGBoost. Стекинг.	7	1	2		1		3	
11	Графы вычислений, их обучение и метод обратного распространения ошибки. Полносвязные, свёрточные и рекуррентные слои. Возможности аппроксимации. Transfer learning. Глубинное обучение.	7	2	2				2	

12	Обучение без учителя. Кластеризация: метрики качества, K-Means, иерархический и графовый подходы. Визуализация, t-SNE. Обучение представлений. word2vec.	7	1	2			2	
13	Ядровые методы. Теорема Мерсера и способы построения ядер. Полиномиальные и гауссовские ядра. Метод главных компонент.	7	3	2		1	15,7	
	<b>Всего за 3 семестр</b>		18	36		4	49,7	<b>Зачет</b>
	<b>Всего</b>		18	36		4	49,7	

### Содержание разделов дисциплины:

1. Введение в машинное обучение. Основные термины, постановки задач и примеры применения.
2. Линейная регрессия. Метрики качества регрессии. Градиентный спуск и способы оценивания градиента. Переобучение и регуляризация.
3. Переобучение и регуляризация. Разреженные линейные модели. Квантильная регрессия. Подготовка признаков.
4. Линейная классификация. Отступ и верхние оценки на пороговую функцию потерь. Метрики качества классификации.
5. Линейная классификация. Логистическая регрессия и оценки вероятности классов. Метод опорных векторов.
6. Многоклассовая классификация, сведение к бинарным задачам. Многоклассовая логистическая регрессия. Классификация с пересекающимися классами. Метрики качества многоклассовой классификации. Категориальные признаки: хэширование и счётчики.
7. 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.
8. Бутстрап и бэггинг. Разложение ошибки на смещение и разброс (bias-variance decomposition). Случайный лес. Вычисление расстояний с помощью лесов.
9. Градиентный бустинг. Регуляризация. Особенности бустинга над деревьями. Взвешивание объектов в градиентном бустинге.
10. Оптимизация второго порядка в градиентном бустинге. Регуляризация деревьев. XGBoost. Стекинг.
11. Графы вычислений, их обучение и метод обратного распространения ошибки. Полносвязные, свёрточные и рекуррентные слои. Возможности аппроксимации. Transfer learning. Глубинное обучение.
12. Обучение без учителя. Кластеризация: метрики качества, K-Means, иерархический и графовый подходы. Визуализация, t-SNE. Обучение представлений. word2vec.
13. Ядровые методы. Теорема Мерсера и способы построения ядер. Полиномиальные и гауссовские ядра. Метод главных компонент.

## **5. 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 (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

Самостоятельная работа. Для магистров очень важным является умение самостоятельно находить нужную информацию, опираясь не только на учебные издания, но и на свободно распространяемую техническую документацию, различного рода стандарты и технические спецификации. Также работа с современными реализациями тех или иных алгоритмов, многие из которых поставляются с открытым исходным кодом, позволяет развить у магистров практические навыки работы над большими проектами, чтении и понимание чужого исходного кода, анализ, поиск ошибок и потенциально узких мест в реализации тех или иных алгоритмов.

На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты в решении задач, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы, обсуждаются результаты решения заданий, выполненных студентами самостоятельно и на контрольных работах.

## **6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

В ходе занятий используются презентационные материалы. Из программного обеспечения используются свободно распространяемые программы и библиотеки для машинного обучения.

В процессе осуществления образовательного процесса используются: для разработки документов, презентаций, для работы с электронными таблицами

OfficeStd 2013 RUS OLP NL Acdmc 021-10232

LibreOffice (свободное)

издательская система LaTeX;

–для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

а) основная:

1. Чубукова, И. А., Data Mining : учеб. пособие для вузов / И. А. Чубукова. - 2-е изд., испр., М., Интернет-Ун-т Информационных Технологий; БИНОМ. Ла, 2013, 382с

б) дополнительная:

1. Дополнительная литература отсутствует

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, Deep Learning.

<http://www.deeplearningbook.org/>

2. R. Szeliski. Computer Vision: Algorithms and Applications // 2010 , Microsoft Research. <http://szeliski.org/Book/>

3. Курс на coursera <https://www.coursera.org/learn/vvedenie-mashinnoe-obuchenie>

4. Курс лекций <http://www.machinelearning.ru>

5. Электронно-библиотечная система «Юрайт»( <https://urait.ru/> ).

6. Электронно-библиотечная система «Лань»( <https://e.lanbook.com/>).

## **8. 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 и практических занятий (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.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин.

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

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся.

**Автор(ы) :**

доцент

кафедры вычислительных и программных, к.ф.-м.н. \_\_\_\_\_ О.А. Дунаева

**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, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1. Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации**

**Задания для лабораторных работ**

Задачи:

1. Классификации изображений по их признаковому описанию.  
В файле features.csv каждая строка соответствует объекту, в столбце class - записано имя класса (curcular, oval, tubvil, villouse, irregular, noise), затем идет пометка test/train (можно не использовать), далее идут сами признаки.  
Возможна как бинарная (irregular и все остальные пометки) классификация, так и многомерная, на 6 классов.
2. Задача регрессии. Дана последовательность цен на bitcoin на рынке, необходимо построить предсказатель цены в следующий момент времени.

Лабораторные работы:

Для 1 человека

1. Визуализация признаков и отбор признаков для дальнейшей классификации (задача 1).
2. Решить задачу 1 с помощью логистической регрессии.
3. Решить задачу 1 многомерной классификации с помощью логистической регрессии.
4. Решить задачу 1 многомерной классификации с помощью метода SVM.
5. Решить задачу 1 с помощью метода SVM.
6. Решить задачу 1 многомерной классификации используя случайный лес.
7. Решить задачу 1 используя случайный лес.
8. Решить задачу 1 многомерной классификации SGD на деревьях.
9. Решить задачу 1 SGD на деревьях.
10. Решить задачу 2 методом наименьших квадратов.
11. Решить задачу 2 с помощью случайного леса.
12. Решить задачу 2 с помощью метода опорных векторов.

Для группы из 1-4 человека (методы решения не оговариваются)

1. Многоклассовая классификация для задачи 1.
2. Задача бинарной классификации для задачи 1 (1 - класс irregular, 2- все остальные).
3. Задача регрессии 2.

Данные для задач доступны по ссылке: <https://yadi.sk/d/PNoYHFm83Tq9yo>

**Типовой вариант контрольной работы**

На контрольной работе студентам предлагается следующие вопросы:

1. Что такое объект, целевая переменная, признак, модель, функционал ошибки и обучение?
2. Запишите формулы для линейной модели регрессии и для среднеквадратичной ошибки.



3. Что такое коэффициент детерминации? Как интерпретировать его значения?
4. Что такое градиент? Какое его свойство используется при минимизации функций?
5. Запишите формулу для одного шага градиентного спуска. Какие способы оценивания градиента вы знаете? Зачем они нужны?
6. Что такое кросс-валидация? На что влияет количество блоков в кросс-валидации?
7. Чем гиперпараметры отличаются от параметров? Что является параметрами и гиперпараметрами в линейных моделях и в решающих деревьях?
8. Что такое регуляризация? Почему L1-регуляризация отбирает признаки?
9. Запишите формулу для линейной модели классификации. Что такое отступ?
10. Что такое точность и полнота?
11. Что такое AUC-ROC? Как построить ROC-кривую?
12. Запишите функционал логистической регрессии. Как он связан с методом максимума правдоподобия?
13. Запишите задачу метода опорных векторов для линейно неразделимого случая. Как функционал этой задачи связан с отступом классификатора?
14. В чём заключаются one-vs-all и all-vs-all подходы в многоклассовой классификации?
15. В чём заключается подход с независимой классификацией в задаче классификации с пересекающимися классами?
16. В чём заключается преобразование категориальных признаков в вещественные с помощью счётчиков?
17. Опишите жадный алгоритм обучения решающего дерева.
18. Почему с помощью решающего дерева можно достичь нулевой ошибки на обучающей выборке без повторяющихся объектов?
19. Как в общем случае выглядит критерий информативности? Как вывести критерий Джини и энтропийный критерий?
20. Что такое бэггинг?
21. Что такое случайный лес? Чем он отличается от бэггинга над решающими деревьями?
22. Как в градиентном бустинге обучаются базовые алгоритмы? Что такое сокращение шага?
23. Как в xgboost выводится функционал ошибки с помощью разложения в ряд Тейлора?
24. Что такое свёрточный слой? Что такое рекуррентный слой?
25. Как работает метод K-Means?
26. Как работает метод визуализации t-SNE?
27. Как контекст слова используется для поиска представлений в word2vec?
28. Запишите постановку задачи в методе главных компонент. Как решение связано с ковариационной матрицей?
29. Что такое ядро? Как ядра используются в линейной регрессии?
30. Сформулируйте теорему Мерсера.
31. Запишите определения полиномиального и гауссовского ядра.

### Вариант контрольной работы

Задания	Ответы:
1. Что такое кросс-валидация? На что влияет количество блоков в кросс-	

валидации?	
2. Как работает метод K-Means?	

### Критерии оценивания

<b>Оценка</b>	<b>Критерии</b>
Отлично	<p>ПК-3: Знать современные методы машинного обучения такие, как классификация без(с) учителя, регрессия, градиентный спуск, SVM, деревья, бустинг, нейронные сети. Уметь применять полученные знания в процессе анализа данных, разработки и реализации прикладного программного обеспечения. Владеть практическими навыками разработки новых подходов и их реализации, а также оценки их качества.</p> <p>ПК-6: Знать основы машинного обучения. Уметь применять полученные знания для корпоративного обучения. Владеть навыками разработки демонстрационных материалов.</p>
Хорошо	<p>ПК-3: Знать современные методы машинного обучения такие, как классификация без(с) учителя, регрессия, градиентный спуск, SVM, деревья, бустинг, нейронные сети. Уметь применять полученные знания в процессе анализа данных, реализации прикладного программного обеспечения. Владеть практическими навыками применения алгоритмов и оценки их качества.</p> <p>ПК-6: Знать основы машинного обучения. Владеть навыками разработки демонстрационных материалов.</p>
Удовлетворительно	<p>ПК-3: Знать современные методы машинного обучения такие, как классификация без(с) учителя, регрессия, нейронные сети. Уметь применять полученные знания в процессе анализа данных. Владеть практическими навыками применения алгоритмов.</p> <p>ПК-6: Владеть навыками разработки демонстрационных материалов.</p>
Неудовлетворительно	<p>ПК-3: Не знает современные методы машинного обучения. Не умеет применять полученные знания в процессе анализа данных.</p> <p>ПК-6: Владеть навыками разработки демонстрационных материалов.</p>

### Список заданий к зачету

Зачет выставляется по результатам контрольной работы и краткого собеседования со студентом по выполнению лабораторной работы.

## **2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания**

### **2.1. Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание**

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

*Пороговый уровень* - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

*Продвинутый уровень* - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

*Высокий уровень* - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

## 2.2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Код компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (№ темы (раздела))	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
				Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
<b>Профессиональные компетенции</b>						
ПК-3	Лабораторные, и задания для самостоятельной работы. Зачет.	1-13	<p><b>Знать:</b> современные методы машинного обучения такие, как классификация без(с) учителя, регрессия, градиентный спуск, SVM, деревья, бустинг, нейронные сети.</p> <p><b>Уметь:</b> применять полученные знания в процессе анализа, разработки и реализации прикладного программного обеспечения.</p> <p><b>Владеть:</b> практическими навыками разработки, реализации и применения алгоритмов классификации, а также оценки из качества.</p>	<p><b>Знать:</b> современные методы машинного обучения такие, как классификация без(с) учителя, регрессия, градиентный спуск, SVM, деревья, бустинг, нейронные сети.</p>	<p><b>Знать:</b> современные методы машинного обучения такие, как классификация без(с) учителя, регрессия, градиентный спуск, SVM, деревья, бустинг, нейронные сети.</p> <p><b>Уметь:</b> применять полученные знания в процессе анализа, разработки и реализации прикладного программного обеспечения.</p>	<p><b>Знать:</b> современные методы машинного обучения такие, как классификация без(с) учителя, регрессия, градиентный спуск, SVM, деревья, бустинг, нейронные сети.</p> <p><b>Уметь:</b> применять полученные знания в процессе анализа, разработки и реализации прикладного программного обеспечения.</p> <p><b>Владеть:</b> практическими навыками разработки, реализации и применения алгоритмов классификации, а также оценки из качества.</p>
ПК-6	Лабораторные, и задания для самостоятельной работы.	1-13	<p><b>Знать:</b> основы машинного обучения</p> <p><b>Уметь:</b> применять полученные знания для корпоративного обучения.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками разработки демонстрационных материалов.</p>	<p><b>Знать:</b> основы машинного обучения</p>	<p><b>Знать:</b> основы машинного обучения</p> <p><b>Уметь:</b> применять полученные знания для корпоративного обучения.</p>	<p><b>Знать:</b> основы машинного обучения</p> <p><b>Уметь:</b> применять полученные знания для корпоративного обучения.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками разработки демонстрационных материалов.</p>

### **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 «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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».

Высокий уровень формирования компетенций соответствует оценке «отлично» за самостоятельные, контрольные работы и экзаменационную работу.

Продвинутый уровень формирования компетенций соответствует оценке «хорошо» за самостоятельные, контрольные работы и экзаменационную работу.

Пороговый уровень формирования компетенций соответствует оценке «удовлетворительно» за самостоятельные, контрольные работы и экзаменационную работу.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

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

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

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

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

На реализацию проекта студенты делятся на команды по 1-4 человека. В команде студенты сами решают как распределить задачи между участниками. При реализации проекта перед студентами одновременно встает ряд задач: найти базу данных для классификации, разобраться с форматом базы и методами вычисления числовых признаков, придумать или выбрать алгоритм для классификации, реализовать вывод результатов и оценить качество работы. Для организации эффективной командной работы над проектом необходимо использовать системы контроля версий и, например, интернет-сервис Bitbucket (<https://bitbucket.org>), предоставляющий серверное хранилище исходных кодов.

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать учебную литературу, указанную в разделе № 7 данной рабочей программы.

Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать широкий спектр интернет-ресурсов:

1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)) - электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (\*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

2. Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

3. Электронная картотека [«Книгообеспеченность»](#) ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека [«Книгообеспеченность»](#) доступна в сети университета и через Личный кабинет.