

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Высшая школа искусств и дизайна

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Машинное обучение

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

54.04.01 - Дизайн

---

Направленность образовательной программы

Медиаарт и искусственный интеллект

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.02.01 Машинное обучение относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| Формируемые компетенции<br>(код, содержание компетенции)  | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции   |  | Наименование оценочного средства   |  |
|---|---|--|------------------------------------|--|
|   | Индикатор достижения компетенции<br>(код, содержание индикатора)  | Результаты обучения по дисциплине  | Для текущего контроля успеваемости | Для промежуточной аттестации                       |
| ПК-5: Готовность демонстрировать наличие комплекса информационно-технологических знаний, владений приемами компьютерного мышления             | ПК-5.1: Применяет современные проектные технологии для решения профессиональных задач   | <p>ПК-5.1:</p> <p>Знать алгоритмы и методы машинного обучения</p> <p>Уметь использовать методы и алгоритмы машинного обучения на практике, оценивать качество методов.</p> <p>Владеть современными программными средствами для решения задач машинного обучения: библиотекой Scikit-Learn, или средой языка Python или средой R для статистический вычислений; опытом реализации программных систем для решения практических задач с использованием методов машинного обучения</p> | Тест<br>Практическое задание       | Курсовой проект<br>Экзамен:<br>Контрольные вопросы |
| ПК-6: Способность к моделированию процессов, объектов и систем, используя современные проектные технологии для решения профессиональных задач | ПК-6.1: Обладает приемами компьютерного мышления и способностью к моделированию процессов, объектов и систем, используя современные проектные технологии для решения профессиональных задач | <p>ПК-6.1:</p> <p>Знать: библиотеку Scikit-Learn, или среду языка Python или среду R для статистический вычислений</p> <p>Уметь: реализовывать программные системы для решения практических задач с использованием методов машинного обучения</p> <p>Владеть: опытом реализации программных систем для</p>   | Тест<br>Практическое задание       | Курсовой проект<br>Экзамен:<br>Контрольные вопросы |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  | решения практических задач с использованием методов машинного обучения |  |  |
|--|--|--|--|--|

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

|  | очная                       |
|--|-----------------------------|
| <b>Общая трудоемкость, з.е.</b>  | <b>3</b>                    |
| <b>Часов по учебному плану</b>   | <b>108</b>                  |
| в том числе  |                             |
| <b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>                           |                             |
| - занятия лекционного типа   | 12                          |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 22                          |
| - КСР  | 3                           |
| <b>самостоятельная работа</b>  | <b>35</b>                   |
| <b>Промежуточная аттестация</b>  | <b>36</b><br><b>Экзамен</b> |

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

| Наименование разделов и тем дисциплины                      | Всего<br>(часы) | в том числе  |  |        |   |
|---|-----------------|--|--|--------|---|
|   |                 | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них |  |        | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
|   |                 | Занятия лекционного типа   | Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы | Всего  |   |
|   | 0<br>0          | 0<br>0   | 0<br>0   | 0<br>0 | 0<br>0                                    |
| Тема 1. Введение в курс                                     | 3.5             | 0.5  | 1  | 1.5    | 2   |
| Тема 2. Задачи машинного обучения                           | 3.5             | 0.5  | 1  | 1.5    | 2   |
| Тема 3. Методы оценки качества обучения                     | 3.5             | 0.5  | 1  | 1.5    | 2   |
| Тема 4. Регрессионный анализ                                | 3.5             | 0.5  | 1  | 1.5    | 2   |
| Тема 5. Проблема переобучения                               | 4               | 1  | 1  | 2      | 2   |
| Тема 6. Метод ближайших соседей и байесовский классификатор | 4               | 1  | 1  | 2      | 2   |
| Тема 7. Дискриминантный анализ                              | 5               | 1  | 2  | 3      | 2   |
| Тема 8. Нейронные сети                                      | 5               | 1  | 2  | 3      | 2   |
| Тема 9. Опорные векторы                                     | 5               | 1  | 2  | 3      | 2   |
| Тема 10. Деревья решений                                    | 6               | 1  | 2  | 3      | 3   |
| Тема 11. Ансамбли решающих правил                           | 6               | 1  | 2  | 3      | 3   |
| Тема 12. Обучение без учителя                               | 6               | 1  | 2  | 3      | 3   |

|                                      |     |    |    |    |    |
|--------------------------------------|-----|----|----|----|----|
| Тема 13. Кластеризация               | 7   | 1  | 2  | 3  | 4  |
| Тема 14. Теория Вапника–Червоненкиса | 7   | 1  | 2  | 3  | 4  |
| Аттестация                           | 36  |    |    |    |    |
| КСР                                  | 3   |    |    | 3  |    |
| Итого                                | 108 | 12 | 22 | 37 | 35 |

### Содержание разделов и тем дисциплины

#### Тема 1. Введение в курс

Содержательная постановка задачи машинного обучения. Дедуктивное и индуктивное обучения. Признаковое описание объектов. Обучения с учителем (обучение по прецедентам). Решающая функция (решающее правило). Обобщающая способность решающей функции (проблема качества обучения). Задачи классификации и задачи восстановления регрессии. Обучение без учителя. Примеры практических задач.

#### Тема 2. Задачи машинного обучения

Вероятностная постановка задачи обучения по прецедентам. Принцип минимизации эмпирического риска. Байесовская теория решений. Принцип максимума апостериорной вероятности. Регрессионная функция. Байесов классификатор. Метод ближайшего соседа в задачах классификации и восстановления регрессии.

#### Тема 3. Методы оценки качества обучения

Экспериментальные методы оценки качества обучения. Разделение данных на обучающую и тестовую выборки. Метод скользящего контроля.

#### Тема 4. Регрессионный анализ

Метод наименьших квадратов для решения задачи восстановления регрессии. Его вывод на основе метода максимального правдоподобия. Линейная регрессионная модель. Система нормальных уравнений. Основы регрессионного анализа (проверка значимости коэффициентов, коэффициент детерминации Пирсона, доверительные интервалы, анализ остатков).

#### Тема 5. Проблема переобучения

Проблема переобучения при решении задачи восстановления регрессии. Методы борьбы с переобучением: сокращение числа параметров, регуляризация (ридж-регрессия), метод лассо. Трудоемкость методов.

#### Тема 6. Метод ближайших соседей и байесовский классификатор

Метод ближайших соседей для решения задачи классификации. Теорема об оценке риска в методе ближайшего соседа. Байесовский классификатор

#### Тема 7. Дискриминантный анализ

Линейный дискриминантный анализ. Квадратичный дискриминантный анализ. Логистическая

регрессия.

#### Тема 8. Нейронные сети

Нейронные сети. Персептрон Розенблатта. Алгоритм обучения персептрона как метод стохастического градиентного спуска. Нейронные сети для решения задач классификации и восстановления регрессии. Обучение сети. Регуляризация как метод борьбы с переобучением. Понятие о глубоких нейронных сетях.

#### Тема 9. Опорные векторы

Машина опорных векторов. Ядра и спрямляющие пространства.

#### Тема 10. Деревья решений

Деревья решений. Метод CART (classification and regression trees) для решения задач классификации и восстановления регрессии. Отсечения ветвей и выбор финального дерева. Методы обработки пропущенных значений.

#### Тема 11. Ансамбли решающих правил

Ансамбли решающих правил (классификаторов). Простое и взвешенное голосование. Бустинг. Алгоритм AdaBoost. Оценка ошибки предсказания. Бустинг и аддитивные модели. Градиентный бустинг. Алгоритм градиентного бустинга деревьев решений (MART). Баггинг. Алгоритм случайных деревьев (.случайный лес.).

#### Тема 12. Обучение без учителя

Обучение без учителя. Кластеризация. Кластеризация методами теории графов. Метод центров тяжести. Метод медиан. Метод нечетких множеств. ЕМ-алгоритм.

#### Тема 13. Кластеризация

Иерархическая кластеризация. Агломеративные и разделяющие методы.

#### Тема 14. Теория Вапника–Червоненкиса

Основы теории Вапника–Червоненкиса. Лемма Бернштейна. Теорема о равномерной сходимости эмпирического риска к ожидаемому риску в случае конечного класса решающих правил. Обоснование принципа минимизации эмпирического риска. Размерность Вапника–Червоненкиса. Лемма Зауэра. Теорема о равномерной сходимости эмпирического риска к ожидаемому риску в случае конечной размерности Вапника–Червоненкиса. Принцип структурной минимизации риска.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 10 ч.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа, наряду с лекционным курсом и практическими занятиями, является неотъемлемой частью изучения курса. Приступая к изучению дисциплины, студенты должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке, получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, завести тетради для конспектирования лекций и практических занятий. В ходе самостоятельной работы изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, научные статьи и материалы социологических исследований. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. При подготовке к экзамену повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на экзамен и содержащихся в данной программе. Использовать конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. Обратит особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

В процесс освоения дисциплины выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Содержание внеаудиторной самостоятельной работы определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно рабочей программе учебной дисциплины.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- для овладения знаниями: чтение текста (учебника, дополнительной литературы), составление плана текста, конспектирование текста, выписки из текста, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.;
- для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом, (составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста), подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре, подготовка реферата, тестирование и др.;
- для формирования умений: решение практических ситуаций и заданий, подготовка к деловым играм, решение тестов и т.д.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по

дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-5:**

1. Что, из ниже перечисленного, относится к обучающей выборке?

- 1) классификация данных;
- 2) объекты с известными ответами;
- 3) алгоритм решающий функцию.

2. Объекты состоят из признаков?

- 1) да;
- 2) нет

3. Что называют данными в машинном обучении?

- 1) матрицы;
- 2) объекты;
- 3) признаки;
- 4) алгоритм;
- 5) функция.

#### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-6:**

1. Какие задачи, из ниже перечисленных, являются задачами ранжирования?

- 1) обнаружение спама;
- 2) задачи поискового вывода;
- 3) определение наиболее целесообразного способа лечения.

2. Какие задачи, из ниже перечисленных, являются задачами прогнозирования?

- 1) математический прогноз даты сильных землетрясений;
- 2) определение длительности и исхода заболевания;
- 3) обнаружение спама;
- 4) прогнозирование вероятности летального исхода;
- 5) задачи поискового вывода.

**Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)**

| Оценка              | Критерии оценивания   |
|---------------------|---|
| превосходно         | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой |
| отлично             | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»  |
| очень хорошо        | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»  |
| хорошо              | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»  |
| удовлетворительно   | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»                                      |
| неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»   |
| плохо               | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»   |

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-5:

Задание 1.

Дана обучающая выборка

|    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| x1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 6 |
| x2 | 3 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| y  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Методом линейного дискриминантного анализа для каждого класса построить дискриминантную функцию и записать уравнение разделяющей поверхности.



#### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-6:

##### Задание 1.

Загрузите набор данных Spam ((<http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/>). Разделите данные на обучающую и тестовую выборку (согласно меткам в файле spam.train.test). Сравните качество обучения с использованием метода опорных векторов и К ближайших соседей. Параметры моделей выберите на Ваше усмотрение.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

| Оценка              | Критерии оценивания   |
|---------------------|---|
| превосходно         | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой |
| отлично             | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»  |
| очень хорошо        | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»  |
| хорошо              | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»  |
| удовлетворительно   | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»                                      |
| неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»   |
| плохо               | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»   |

#### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

##### Шкала оценивания сформированности компетенций

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | плохо   | неудовлетворительно  | удовлетворительно  | хорошо  | очень хорошо  | отлично   | превосходно  |
|--|---|--|--|---|---|---|--|
|  | не зачтено  |  | зачтено  |   |   |   |  |
| <u>Знания</u>  | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки                          | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок   | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок   | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок                               | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.  | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.   |
| <u>Умения</u>  | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа              | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки | Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| <u>Навыки</u>  | Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа                | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки  | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами                                      | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами   | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов  | Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов  | Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач  |

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

| Оценка  |             | Уровень подготовки   |
|---------|-------------|--|
| зачтено | превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой |

|                   |                            |  |
|-------------------|----------------------------|--|
|                   | <b>отлично</b>             | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».  |
|                   | <b>очень хорошо</b>        | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»  |
|                   | <b>хорошо</b>              | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».   |
|                   | <b>удовлетворительно</b>   | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| <b>не зачтено</b> | <b>неудовлетворительно</b> | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».   |
|                   | <b>плохо</b>               | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»  |

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-5

Проблема переобучения при решении задачи восстановления регрессии. Методы борьбы с переобучением: сокращение числа параметров, регуляризация (ридж-регрессия), метод лассо. Трудоемкость методов.

Нейронные сети. Персептрон Розенблатта. Алгоритм обучения персептрона как метод стохастического градиентного спуска. Нейронные сети для решения задач классификации и восстановления регрессии. Обучение сети. Регуляризация как метод борьбы с переобучением. Понятие о глубоких нейронных сетях.

Машина опорных векторов. Ядра и спрямляющие пространства.

Деревья решений. Метод CART (classification and regression trees) для решения задач классификации и восстановления регрессии. Отсечения ветвей и выбор финального дерева. Методы обработки пропущенных значений.

Обучение без учителя. Кластеризация. Кластеризация методами теории графов. Метод центров тяжести. Метод медиан. Метод нечетких множеств. ЕМ-алгоритм.

#### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-6

Вероятностная постановка задачи обучения по прецедентам. Принцип минимизации эмпирического риска. Байесовская теория решений. Принцип максимума апостериорной вероятности. Байесов классификатор.

Экспериментальные методы оценки качества обучения.

|   |
|---|
| Метод наименьших квадратов для решения задачи восстановления регрессии. Его вывод на основе метода максимального правдоподобия. Линейная регрессионная модель. Система нормальных уравнений. Основы регрессионного анализа (проверка значимости коэффициентов, коэффициент детерминации Пирсона, доверительные интервалы, анализ остатков). |
| Метод ближайших соседей для решения задачи классификации. Теорема об оценке риска в методе ближайшего соседа.   |
| Наивный байесовский классификатор.  |
| Линейный дискриминантный анализ. Квадратичный дискриминантный анализ. Логистическая регрессия.  |
| Ансамбли решающих правил (классификаторов). Простое и взвешенное голосование. Бустинг. Алгоритм AdaBoost. Оценка ошибки предсказания. Бустинг и аддитивные модели. Градиентный бустинг. Алгоритм градиентного бустинга деревьев решений (MART). Баггинг. Алгоритм случайных деревьев (случайный лес).                                       |
| Иерархическая кластеризация. Агломеративные и разделяющие методы.   |
| Основы теории Вапника–Червоненкиса. Лемма Бернштейна. Теорема о равномерной сходимости эмпирического риска к ожидаемому риску в случае конечного класса решающих правил. Обоснование принципа минимизации эмпирического риска.  |
| Размерность Вапника–Червоненкиса. Лемма Зауэра. Теорема о равномерной сходимости эмпирического риска к ожидаемому риску в случае конечной размерности Вапника–Червоненкиса. Принцип структурной минимизации риска.  |

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

| Оценка       | Критерии оценивания   |
|--------------|---|
| превосходно  | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой |
| отлично      | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»  |
| очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»  |
| хорошо       | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы   |

| Оценка              | Критерии оценивания  |
|---------------------|--|
|                     | одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»   |
| удовлетворительно   | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»  |
| плохо               | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»  |

Примерный перечень тем оценочного средства – Курсовой проект:

1. Решение задач идентификации методами машинного обучения
2. Построение алгоритмов управления методами машинного обучения
3. Применение методов машинного обучения для мультиагентных систем
4. Применение методов машинного обучения в дизайне
5. Использование методов машинного обучения в дизайне.
6. Сравнение производительности алгоритмов машинного обучения при работе с несбалансированными данными на примере трендвотчинга.
7. Сравнительный анализ статистических методов и нейросетей при прогнозировании временных рядов
8. Применение машинного обучения для продвижения услуг дизайнерского бюро

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Курсовой проект)**

| Оценка       | Критерии оценивания   |
|--------------|---|
| превосходно  | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой |
| отлично      | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»  |
| очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»  |
| хорошо       | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы   |

| Оценка              | Критерии оценивания  |
|---------------------|--|
|                     | одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»   |
| удовлетворительно   | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»  |
| плохо               | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»  |

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Платонов А. В. Машинное обучение : учебное пособие / А. В. Платонов. - Москва : Юрайт, 2023. - 85 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-15561-7. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=841919&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Шарден Б. Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python : монография / Шарден Б.; Массарон Л.; Боскетти А. - Москва : ДМК-пресс, 2018. - 358 с. - ISBN 978-5-97060-506-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=772971&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Международный открытый ресурс и программное обеспечение для машинного обучения Scikit-Learn: Machine Learning in Python: [www.scikit-learn.org](http://www.scikit-learn.org)
2. The R Project for Statistical Computing <https://www.r-project>
3. Welcome to Python.org <https://www.python.org/>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 54.04.01 - Дизайн.

Автор(ы): Золотых Николай Юрьевич, доктор физико-математических наук, доцент.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 26.10.2023, протокол № 6.