

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра прикладной математики и информатики

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
_____ Ю.А. Устименко
«__» _____ 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины
Б1.В.ДВ.05.01 Основы искусственного интеллекта**

Направление подготовки **09.03.03 Прикладная информатика**
Направленность (профиль) **Прикладная информатика в логистике**
Форма обучения очная
Курс – 4
Семестр – 8
Всего зачетных единиц – 2, часов – 72

Форма отчетности: зачет – 8 семестр

Программу разработал
кандидат физико-математических наук, доцент Емельченков Е.П.

Одобрена на заседании кафедры
«16» июня 2022 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой _____

Смоленск
2022

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Системы искусственного интеллекта» относится к дисциплинам по выбору основной образовательной программы по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика. Данная дисциплина является логическим продолжением курсов «Операционные системы», «Облачные технологии и программирование» и др.

Курс построен так, чтобы сформировать у студентов целостное представление об основных понятиях Интернета вещей и методах его использования.

Изучение курса основано на традиционных методах высшей школы, тесной взаимосвязи со смежными курсами, а также на использовании современных информационных систем и технологий.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-1. Способен проводить обследование организаций, выявлять информационные потребности пользователей, собирать детальную информацию, формировать требования к логистической информационной системе	Знать: методику проведения обследования организаций с целью выявления информационных потребностей пользователей; требования, предъявляемые к логистической информационной системе; возможности типовых ИС, архитектуру, устройство и функционирование вычислительных сетей, коммуникационное оборудование и сетевые протоколы, теорию баз данных и основы программирования; основы бухгалтерского учета, управления торговлей, поставками, запасами, управления персоналом, управления организацией, экономической теории. Уметь: выявлять информационные потребности пользователей, формулировать требования к логистической информационной системе, осуществлять сбор детальную информацию для формализации требований пользователей заказчика. Владеть: методами, способами и инструментами выявления информационных потребностей пользователей, методикой обследования организации, навыками по информированию заказчика о возможностях типовых ИС.
ПК-2. Способен проводить описание прикладных процессов и информационного обеспечения и проектировать информационные системы в логистике	Знать: основные принципы и методы описания и анализа прикладной области, информационных потребностей, формирования требований к информационным системам, методы формализации и структурирования данных, основные методы и технологии проектирования информационных систем, возможности типовых ИС, архитектуру, устройство и функционирование вычислительных сетей, коммуникационное оборудование и сетевые протоколы, теорию баз данных и основы программирования. Уметь: проводить анализ предметной области, выявлять информационные потребности и разрабатывать требования к информационным системам, формализовывать и структурировать полученную информацию, осуществлять сравнительный анализ и выбор информационно-коммуникационной технологии для решения поставленных задач, проектировать информационные системы. Владеть: навыками сбора и анализа информации,

	необходимой для решения поставленных производственных задач, навыками по формализации и структурированию данных, навыками работы с прикладным программным обеспечением для проектирования современных информационных систем.
<p>ПК-3. Способен создавать прототипы логистических информационных систем, разрабатывать программный код информационной системы и баз данных информационной системы для управления логистическими процессами, создавать прикладное программное обеспечение</p>	<p>Знать: современные языки программирования, их синтаксис, языки программирования и работы с базами данных, теорию баз данных, инструменты и методы тестирования характеристик ИС и прототипирования пользовательского интерфейса, возможности типовой ИС, ее устройство и функционирование, основы современных операционных систем, систем управления базами данных.</p> <p>Уметь: кодировать на языках программирования, тестировать результаты прототипирования, тестировать разрабатываемую ИС (модульное, интеграционное тестирование), обнаруживать и устранять несоответствия и дефекты.</p> <p>Владеть: навыками по созданию прикладного программного обеспечения, разработке прототипов ИС, разработке кода ИС и баз даны ИС, тестирования ИС, устранения обнаруженных несоответствий и дефектов.</p>

3. Содержание дисциплины

1. **История искусственного интеллекта (ИИ).** Основные разделы, на которых базируется ИИ: статистика, базы данных, машинное обучение, нейронные сети, генетические алгоритмы. Сферы применения ИИ: логистика, финансы и банковское дело, маркетинг, медицина, биоинформатика, интернет, компьютерные игры. Большие данные в СИИ.

2. **Машинное обучение (МО).** Обучение с учителем. Обучение без учителя. Постановка задачи обучения по прецедентам. Типы задач: классификация, регрессия, прогнозирование, кластеризация. Эвристики. Подготовка данных для обучения; построение моделей; проверка и оценка моделей для тестовых выборок. Оценки точности и полноты моделей. Примеры прикладных задач.

3. **Методы классификации данных.** Деревья решений. Методы построения деревьев решений. Жадный алгоритм ID3. Критерии качества дерева решений (критерий Джини, энтропийный и регуляризирующий критерии). Метод ближайших соседей (kNN) и его обобщения. Подбор числа k по критерию скользящего контроля.

4. **Кривая ошибок (ROC curve).** Алгоритм эффективного построения ROC-кривой. Градиентный метод максимизации площади под ROC-кривой. Пример оценки качества бинарной классификации методом ROC-анализа.

5. **Наивный байесовский классификатор.** Преимущества и недостатки. Теорема об оптимальности байесовского классификатора. Задача категоризации текстовых документов. Байесовские сети. Метод опорных векторов. Понятие опорных векторов. Оптимальная разделяющая гиперплоскость. Понятие зазора между классами (margin).

6. **Логистическая регрессия.** Принцип максимума правдоподобия и логарифмическая функция потерь. Предсказание зависимостей. Оценивание рисков. Пример прикладной задачи: кредитный скоринг. Бинаризация признаков. Скоринговые карты и оценивание вероятности дефолта. Риск кредитного портфеля банка.

7. **Задача регрессии.** Исправление грубых ошибок. Зашумленные данные и контрольные выборки. Многомерная линейная регрессия. Проблемы мультиколлинеарности и переобучения. Нелинейная параметрическая регрессия. Регрессия методом опорных векторов. Пример прикладной задачи: прогнозирование потребительского спроса.

8. **Методы кластеризации.** Постановка задачи кластеризации. Примеры прикладных задач. Типы кластерных структур. Графовые алгоритмы кластеризации. Функционалы качества

кластеризации. Статистические алгоритмы: EM-алгоритм и Алгоритм k средних (k-means). Методы кластеризации с нечетким разбиением исходных данных. Алгоритм Fuzzy c-means и его использование в компьютерном зрении.

9. **Нейросетевая парадигма в искусственном интеллекте.** Нейронные сети (НС), принцип построения. Архитектура НС: однослойные, многослойные, с обратной связью. Искусственный нейрон. Активационные функции. Методы обучения нейронных сетей. Решение задач классификации с помощью нейронных сетей. Применения нейросетей в задачах распознавания и прогнозирования. Пример: разработка модуля распознавания графических данных.

10. **Эволюционные и генетические алгоритмы.** Этапы работы генетического алгоритма. Кодирование информации и формирование популяции. Селекция. Скрещивание и формирование нового поколения. Мутация. Настройка параметров генетического алгоритма. Применение генетического алгоритма для решения задач оптимизации и аппроксимации. Генетический алгоритм в решении задачи коммивояжера.

11. **Решение проблем ИИ методами поиска.** Поиск на основе логики. Шахматные программы. Вероятностные рассуждения. Нечеткая логика. Обход препятствий. Перемещение в случайном направлении. Методы полного перебора, поиск в ширину, поиск в глубину, двунаправленный поиск. Эвристический поиск, требования к эвристическим функциям. Оценочные функции и их использование. Алгоритм A*. Пример реализации эвристического алгоритма A*. Natural Language Processing и информационно - поисковые системы.

12. **Методы представления и обработки нечеткой информации в интеллектуальных системах.** Применение нечеткой логики в СИИ. Понятие о нечетких множествах и их связь с теорией построения СИИ. Функция принадлежности элемента подмножеству. Операции над нечеткими множествами. Нечеткая логика для управления безопасностью автомобиля.

13. **Интеллектуальные многоагентные системы (МАС).** Архитектура МАС. Определение "умного" агента, принципы его мышления. Методологии, применяемые интеллектуальными агентами в задачах поиска. Международные стандарты создания агентов и платформ МАС. Платформы для построения МАС: Java Agent Development Framework (Jade), ABLE, REPAST. Средство мультиагентного моделирования MASON. Пример проектирования МАС для распределения заказов такси.

14. **Применения СИИ в обработке изображений и компьютерном зрении.** Распознавание графических объектов методом Виолы-Джонса. СИИ в робототехнике. Планирование движения робота.

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий	
			лабораторные занятия	самостоятельная работа
1	История искусственного интеллекта (ИИ).	6	4	2
2	Машинное обучение (МО).	6	4	2
3	Методы классификации данных.	6	4	2
4	Кривая ошибок (ROC curve).	6	4	2
5	Наивный байесовский классификатор.	6	4	2
6	Логистическая регрессия.	6	4	2
7	Задача регрессии.	6	4	2
8	Методы кластеризации.	6	4	2
9	Нейросетевая парадигма в искусственном интеллекте.	4	2	2
10	Эволюционные и генетические алгоритмы.	4	2	2
11	Решение проблем ИИ методами поиска.	4	2	2
12	Методы представления и обработки нечеткой информации в интеллектуальных системах.	4	2	2

13	Интеллектуальные многоагентные системы (МАС).	4	2	2
14	Применения СИИ в обработке изображений и компьютерном зрении.	4	2	2
ИТОГО		72	44	28

5. Виды образовательной деятельности

Занятия семинарского типа - Лабораторные работы

Задания для лабораторных работ по дисциплине «Системы искусственного интеллекта» предоставляется студентам на занятиях в электронном виде.

Лабораторная работа №1,2. «Обработка исходных данных для машинного обучения»

Гибель Титаника является одним из самых печально известных кораблекрушений в истории. 15 апреля 1912 года во время своего первого плавания, Титаник затонул после столкновения с айсбергом, при этом погибло 1502 из 2224 пассажиров и членов экипажа. Некоторые группы людей имели больше шансов выжить, по сравнению с другими. Например, женщины, дети, пассажиры высшего класса.

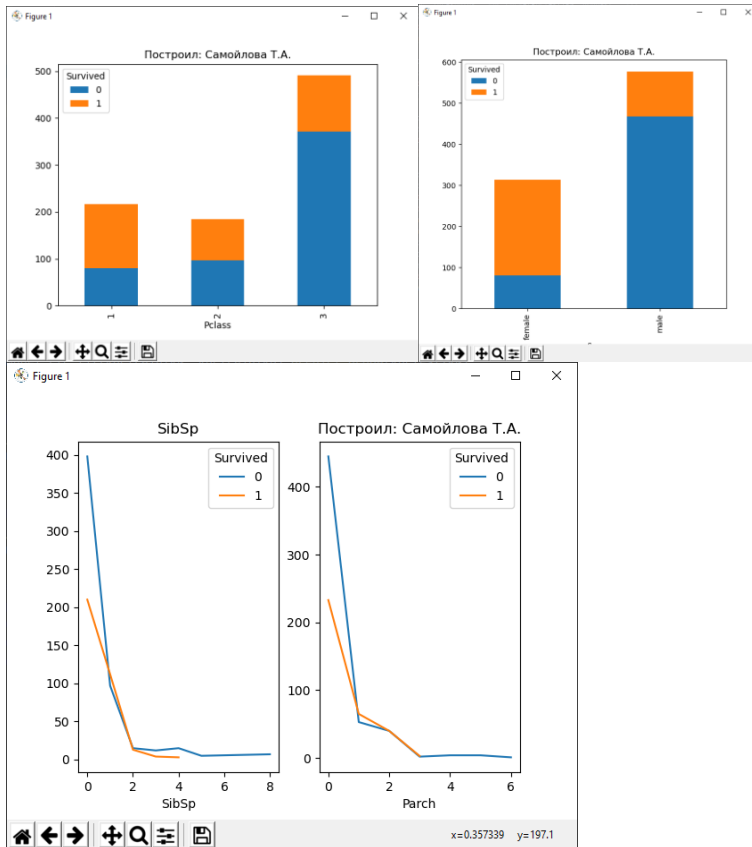
В этом примере применяются методы машинного обучения для предсказания того, какие пассажиры могли выжить в этой трагедии. Для обучения применяются данные, размещенные на ресурсе: Machine Learning - **dataset Titanic:** test.csv и train.csv (<https://russianblogs.com/article/49401398867/>).

Задание. Используя библиотеки машинного обучения, выполнить импорт наборов данных test.csv и train.csv содержащий пропущенные данные. Выполнить:

- замену отсутствующих средними (максимальными) по столбцу;
- замену категориальных признаков числовыми;
- вывод диаграмм: 1) зависимость числа умерших от класса каюты, 2) зависимость числа умерших от пола;
- вывод графиков зависимости числа умерших 1) от количества братьев (сестер), 2) от наличия родителей;

Результаты выполнения:

	Survived	Pclass	Sex	SibSp	Parch	Fare	Embarked
0	0	3	male	1	0	7.2500	S
1	1	1	female	1	0	71.2833	C
2	1	3	female	0	0	7.9250	S
3	1	1	female	1	0	53.1000	S
4	0	3	male	0	0	8.0500	S
	Survived	Pclass	Sex	SibSp	Parch	Fare	Embarked
0	0	3	1	1	0	7.2500	2
1	1	1	0	1	0	71.2833	0
2	1	3	0	0	0	7.9250	2
3	1	1	0	1	0	53.1000	2
4	0	3	1	0	0	8.0500	2



Лабораторная работа №3,4. «Методы классификации данных»

Задание 1. Разработайте python-программу, в которой методом ближайшего соседа выполните обучение классификационной модели на обучающих данных и определите значения классов тестовых данных для разных значений параметров модели. Организуйте ввод обучающих данных из текстового файла. Фрагмент обучающих данных "Риски выдачи кредита":

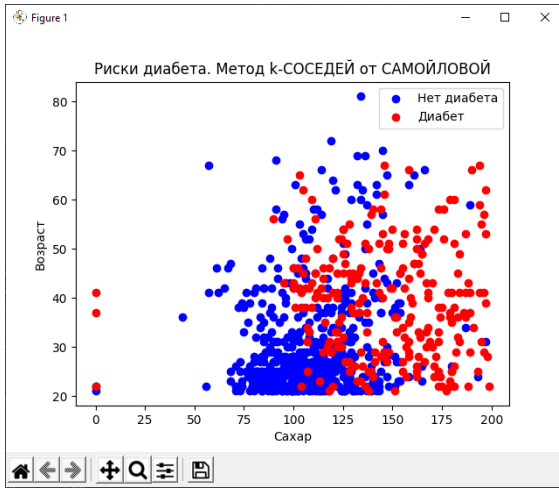
```
age,salary,house,class
18,25,1,1
22,100,1,1
30,10,0,0
32,120,0,1
24,15,1,0
25,22,1,1
32,20,0,0
19,15,1,0
52,135,0,1
.....
```

Задание 2 . Выполните сохранение обученной классификационной модели Задания 1 прогнозирования в файл. Используя файл обученной модели, выполните прогноз, не используя этап обучения.

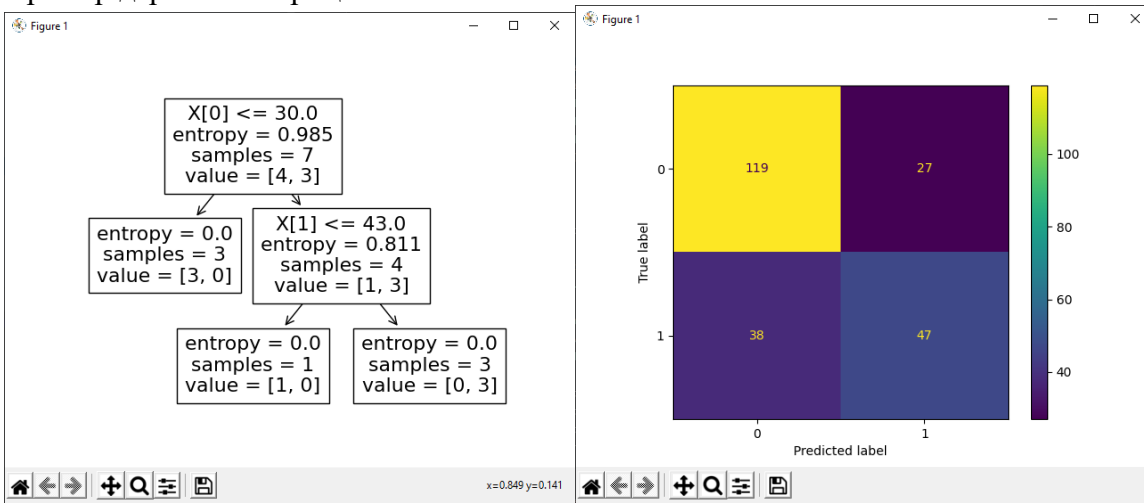
Задание 3. Примените алгоритм классификации для новых данных (выберите предметную область самостоятельно). Оцените качество прогноза (аккуратность, точности, полноту, F-меру) для этих данных. Выведите зависимость класса от параметров модели.

Данные для экспериментов: UCI Machine Learning Repository <http://archive.ics.uci.edu/ml/>

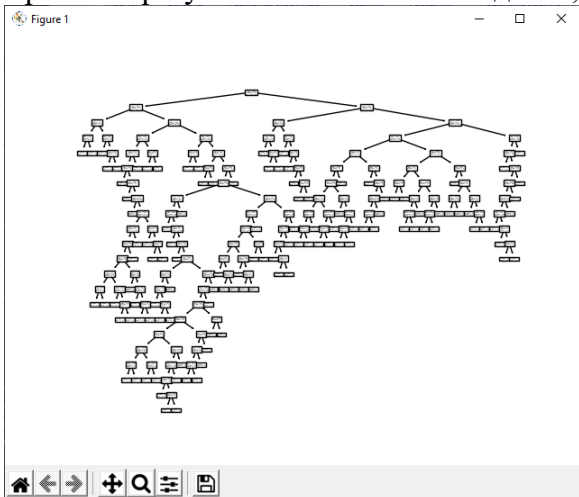
Пример графика зависимости:



Задание 4. Методом деревьев решений выполните обучение модели классификации на алгоритмом ID3. Постройте дерево решений и соответствующую ему матрицу неточностей. Пример дерева и матрицы неточностей:

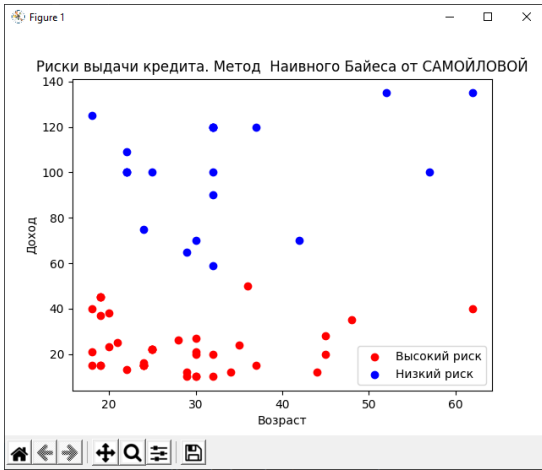


Задание 5. Обучите модель методом деревьев решений по вашим данным. Бинарная классификация. Постройте матрицу неточностей и дерево. Поясните содержимое матрицы. Сравните результаты и точность моделей, используя методы C4.5 и CART. Результаты:

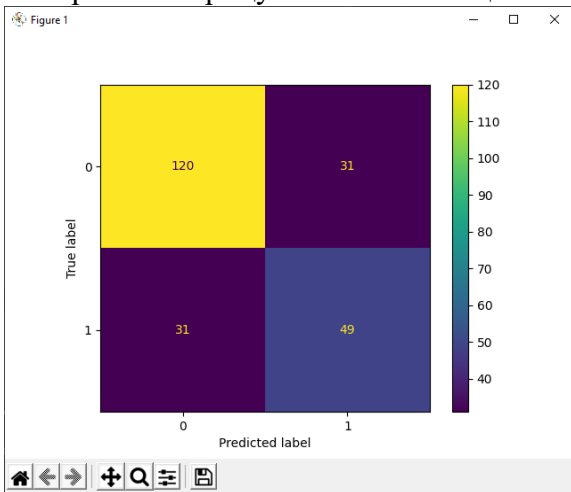


Лабораторная работа №5,6. «Машинное обучение методом наивного Байеса»

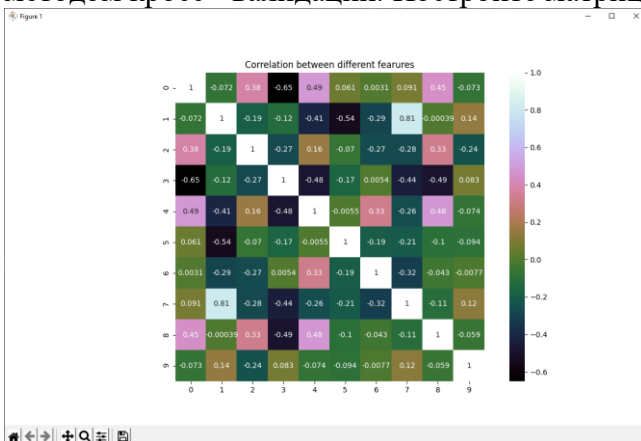
Задание 1. Методом наивного Байеса выполните обучение модели классификации на конкретных данных. Оцените качество модели на тестовых данных, эквивалентных обучающим. Результаты: Оценки качества точность, полнота, f-мера. Постройте график зависимости класса от двух входных параметров (например, возраст, доход). Подберите параметры метода, обеспечивающие лучшее качество. Результат:

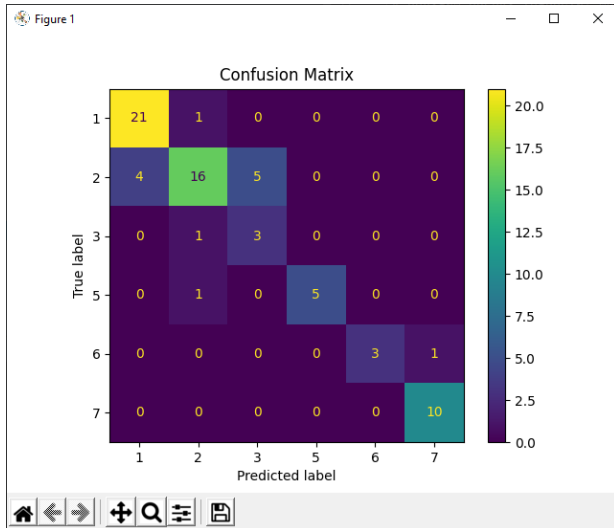


Задание 2. Обучите модель наивного Байеса по демонстрационным данным "Диабет". Выборка из двух классов. Тестовая выборка формируется методом кросс - валидации. Постройте матрицу неточности. Оцените качество модели. Пример матрицы неточности:



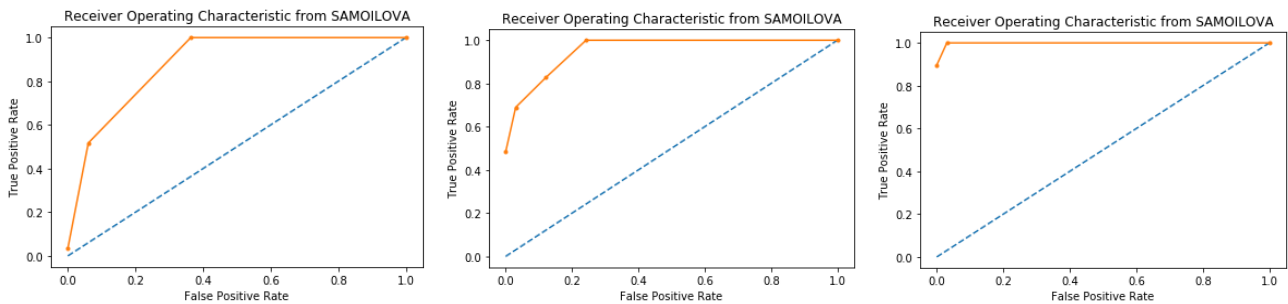
Задание 3. Обучите модель методом наивного Байеса по данным "Виды стекол". Выборка из семи классов. Параметры модели: 10 характеристик содержания в стекле определенного вещества. До обучения модели, постройте корреляционную матрицу параметров, которая показывает, как параметры будут влиять на результат. Тестовую выборку сформируйте методом кросс - валидации. Постройте матрицу неточности.



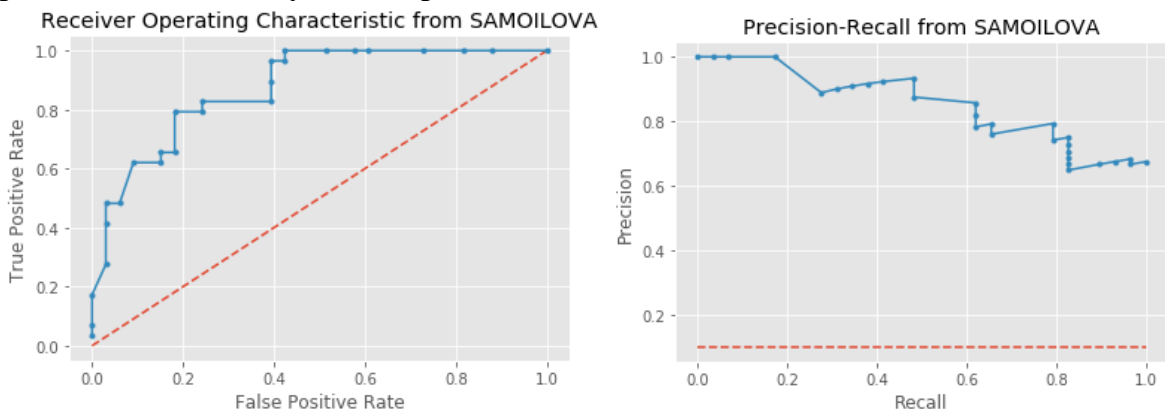


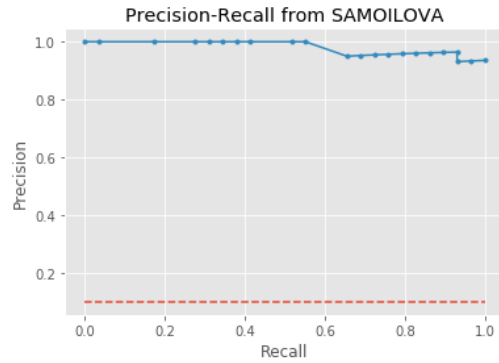
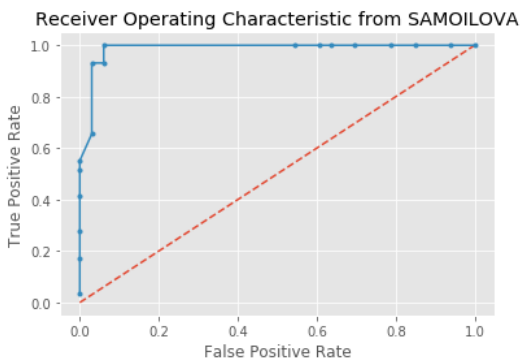
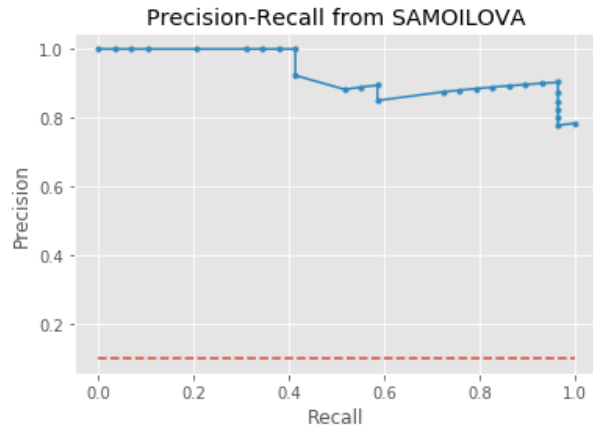
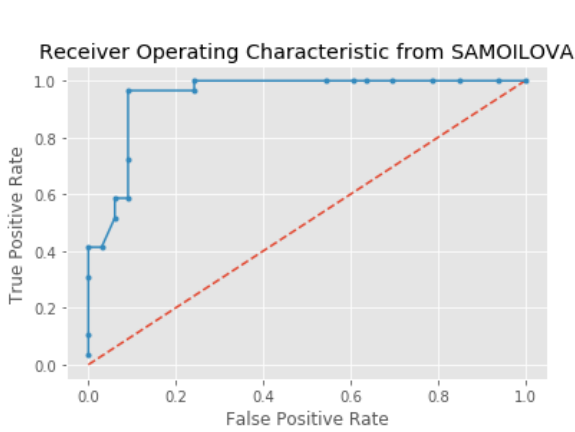
Лабораторная работа №7,8. «Оценка качества машинного обучения методом ROC – анализа»

Задание 1. Методом деревьев решений выполните обучение модели классификации на конкретных данных. Оцените качество модели на тестовых данных, эквивалентных обучающим. Результаты: Оценки качества точность, полнота, f-мера. По данным ROC-анализа оцените зависимость AUC от значений глубины дерева. Для приведенных ROC- кривых AUC = 0.883, 0.991 и 0.998



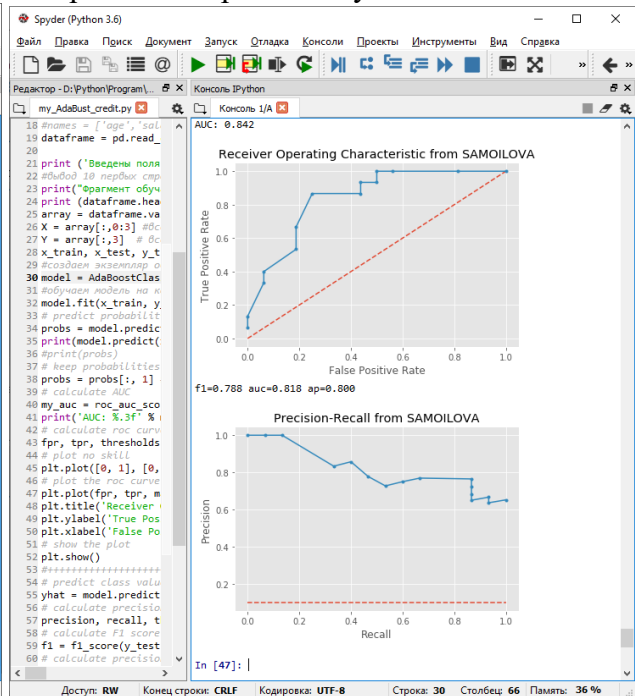
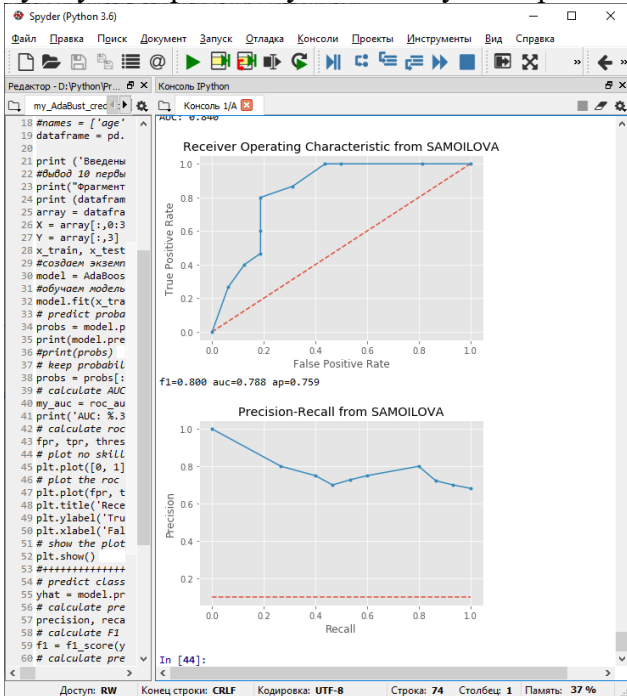
Задание 2. Методом случайного леса решений выполните обучение модели классификации на конкретных данных. Оцените качество модели методами ROC - анализа и PR-анализа на тестовых данных, эквивалентных обучающим. Примеры оценок качества для разных значений глубины дерева:





Задание 3. Методом адаптивного бустинга деревьев решений `AdaBoostClassifier` выполните обучение модели классификации на данных по кредитам (в csv-файле)

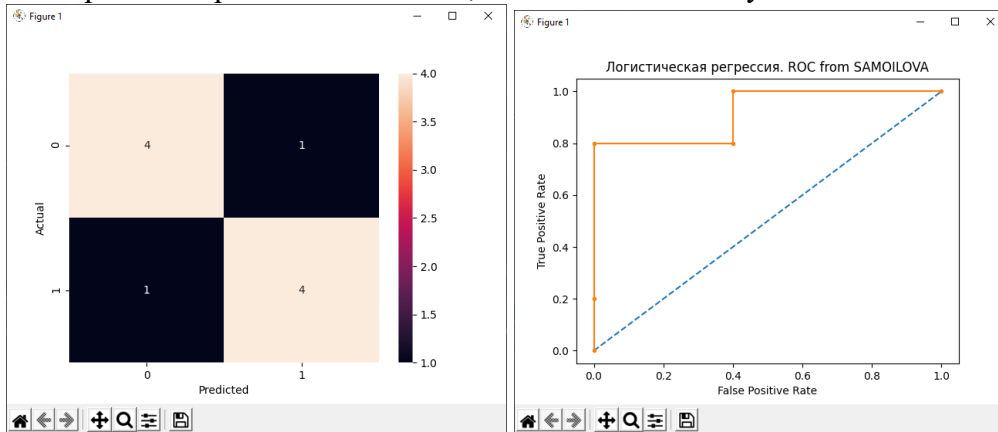
Оцените качество модели на тестовых данных. Результаты: Оценки качества точность, полнота, f-мера, ROC – кривая, AUC. Подберите алгоритм оптимизации, обеспечивающий лучшую скорость обучения. Результат работы для разных скоростей обучения:



Лабораторная работа №9,10. «Машинное обучение методом логистической регрессии»

Задание 1. Методом логистической регрессии выполните обучение модели классификации на данных для поступления в престижный западный университет. Класс – поступит, не поступит. Постройте матрицу неточности. Оцените качество модели на тестовых

данных. Результаты: Оценки качества точность, полнота, f-мера, ROC – кривая, AUC. Подберите алгоритм оптимизации, обеспечивающий лучшее качество. Результат:



предсказала классы для тестовой выборки: [1 0 1 1 0 0 1 1 0 1]

Вероятности предсказания классов 0 и 1 - две колонки для тестовой выборки:

```
[[0.3018346 0.6981654 ]
 [0.69176147 0.30823853]
 [0.05322031 0.94677969]
 [0.20417163 0.79582837]
 [0.58169393 0.41830607]
 [0.88906961 0.11093039]
 [0.02920068 0.97079932]
 [0.11033348 0.88966652]
 [0.67029328 0.32970672]
 [0.12638422 0.87361578]]
```

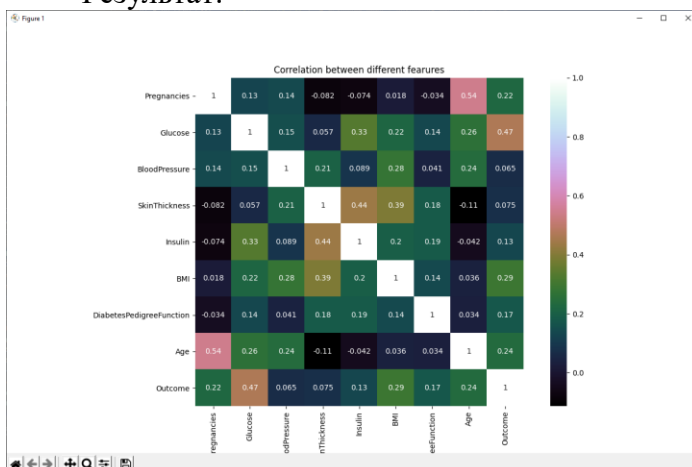
Accuracy: 0.8

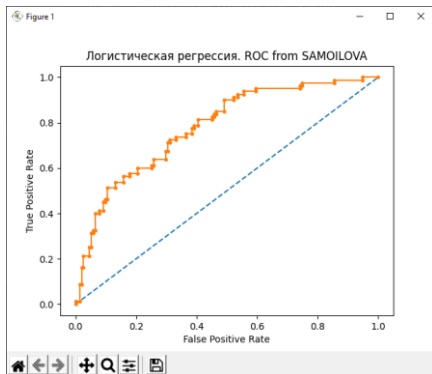
	precision	recall	f1-score	support
0	0.80	0.80	0.80	5
1	0.80	0.80	0.80	5
accuracy			0.80	10
macro avg	0.80	0.80	0.80	10
weighted avg	0.80	0.80	0.80	10

AUC: 0.920

Задание 2. Обучите модель логистической регрессии по демонстрационным данным "Диабет". Выборка из двух классов. Тестовая выборка формируется методом кросс - валидации. Сформируйте таблицу вероятности предсказания классов 0 и 1. Оцените качество модели. Постройте корреляционную матрицу. Постройте ROC-кривую.

Результат:





Name: Outcome, Length: 537, dtype: int64

	Pregnancies	Glucose	Insulin	BMI	Age
334	1	95	58	23.9	22
139	5	105	325	36.9	28
485	0	135	250	42.3	24
547	4	131	166	33.1	28
18	1	103	83	43.3	33
..
71	5	139	140	28.6	26
106	1	96	0	22.4	27
270	10	101	0	45.6	38
435	0	141	0	42.4	29
102	0	125	0	22.5	21

[537 rows x 5 columns]

Точность предсказания составила: 0.7359307359307359

	precision	recall	f1-score	support
0	0.76	0.87	0.81	151
1	0.66	0.49	0.56	80
accuracy			0.74	231
macro avg	0.71	0.68	0.69	231
weighted avg	0.73	0.74	0.72	231

Прогноз диабета у КЛИЕНТА = [0]

Задание 3. Обучите модель логистической регрессии по своим данным. Выборка из двух классов. Тестовая выборка формируется методом кросс - валидации. Сформируйте таблицу вероятности предсказания классов 0 и 1. Оцените качество модели. Постройте ROC-кривую.

Лабораторная работа №11,12. «Алгоритмы регрессии в машинном обучении»

Задание 1. Разработайте программу линейной многофакторной регрессии методом LinearRegression. Выполните прогноз пробега автомобиля. Факторы: вес, год выпуска, страна-производитель. Результаты: Оценки качества для тестовой выборки + Прогноз пробега как функция от веса, года выпуска, страны-производителя.

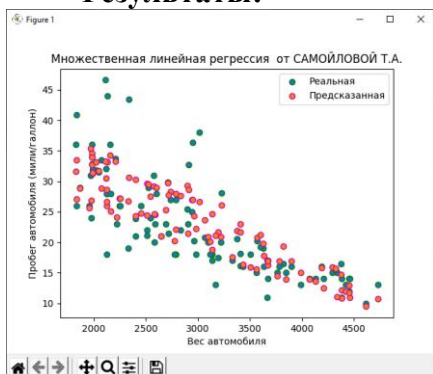
Ссылка на исходный набор данных: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Auto+MPG>

Характеристики ('cylinders', 'displacement', 'horsepower', 'weight', 'acceleration', 'model_year', 'origin', 'car_name'):

1. цилиндры: многозначные дискретные
2. смещение: непрерывный
3. мощность: непрерывная
4. вес: непрерывный
5. ускорение: непрерывное
6. модельный год: многозначный дискретный
7. Происхождение: многозначный дискретный
8. имя машины: строка (уникальная для каждого экземпляра)

Количество образцов: 392. Целевая переменная (непрерывная): mpg - пробег в милях на галлон. Оценки точности выполните методом кросс – валидации. Рассчитайте коэффициент детерминации для тестовых данных, коэффициент детерминации для обучающих данных.

Результаты:



```
G:/PyCharm_tatsamoilova/sklearn_simple/REGR/My_Auto_Lin_Regr.py
RMSE= 4.069215579662049
коэффициент детерминации(тестовые) r2= 0.7507898901990242
коэффициент детерминации(обучающие) r2= 0.8022913548564652
Предскажем!!!Пробег автомобиля для Самойловой = [33.1146191]
Process finished with exit code 0
```

Задание 2. Разработать программу линейной регрессии, используя модель **LinearRegression**, для прогноза цены квартиры. Сохранить модель на диске. Вычислить цену своей (виртуальной) квартиры.

Вычислить цену своей квартиры, используя только сохраненную модель.

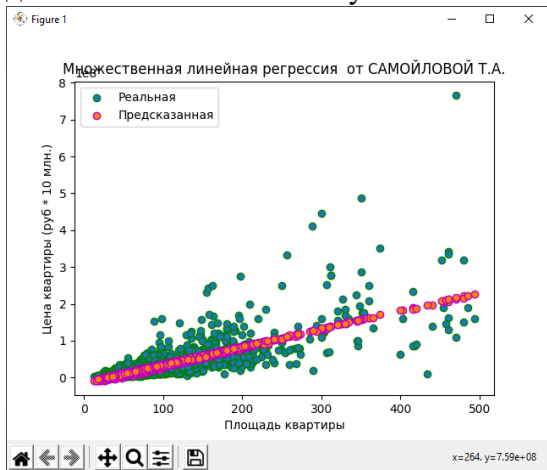
Выборка исследования: архив объявлений о продаже квартир в Москве за несколько лет - данные сервиса Яндекс.Недвижимость (31191 записей). Данные в csv-файле содержат: материал стен, этажность, этажность общая, общая площадь, площадь кухни, ширина, долгота, цена. Соответствующие имена полей для DataFrame: wallsMaterial, floorNumber, floorsTotal, totalArea, kitchenArea, latitude, longitude, price

Факторы регрессии: этажность, этажность общая, общая площадь, площадь кухни. Соответствующие имена полей для DataFrame: floorNumber, floorsTotal, totalArea, kitchenArea.

Целевая переменная (непрерывная): price – цена квартиры.

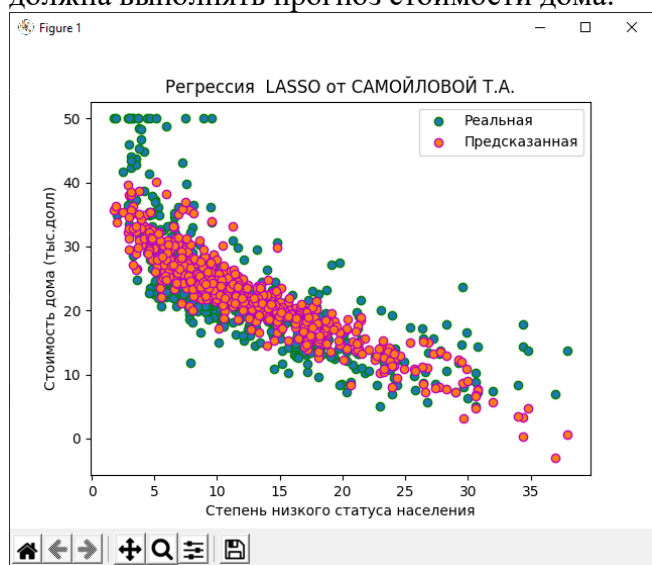
В программе используется классический набор данных **moscow dataset 2020.csv** и она строит модель для прогнозирования цены на квартиру. Для этого предоставим модели описание многих квартир периодов 2018-2019.

Модель регрессии пытается предсказать цену на квартиру на основе четырех предикторов - этажность, этажность общая, общая площадь, площадь кухни. Мы используем простой метод перекрестной проверки с удержанием: 75% данных являются данными обучения, а 25% - данными испытаний. Результаты:

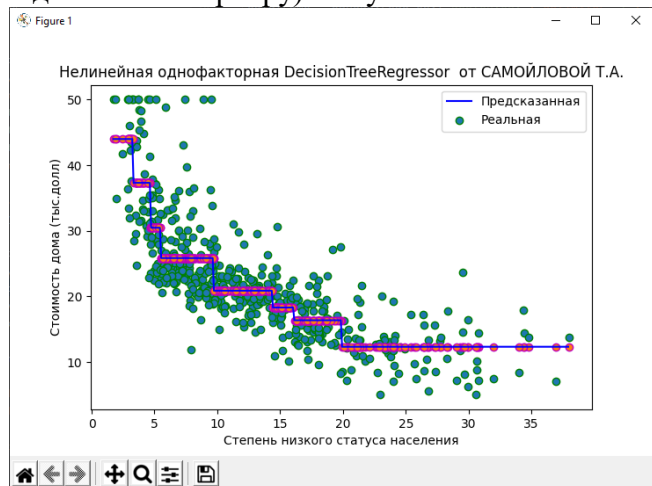


```
wallsMaterial floorNumber floorsTotal ... latitude longitude price
0 brick 1 5.0 ... 55.723379 37.628577 5600000
1 brick 1 5.0 ... 55.725980 37.671031 4650000
2 brick 1 5.0 ... 55.735976 37.657817 2990000
3 brick 1 7.0 ... 55.786698 37.595321 4390000
4 brick 2 5.0 ... 55.767894 37.665920 4890000
[5 rows x 8 columns]
RMSE= 16059592.911492676
```

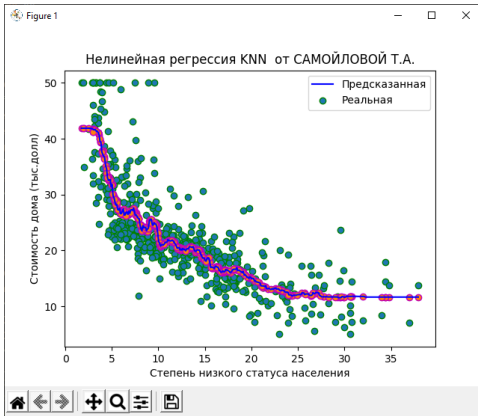
Задание 3. Разработайте python-программу многофакторной линейной регрессии, используя модель **LassoCV**, созданную библиотекой **sklearn**. Программа должна выполнять прогноз стоимости дома.



Задание 4. Разработайте программу однофакторной нелинейной регрессии, используя модель **DecisionTreeRegressor**, созданную библиотекой **sklearn**. Программа должна выполнять прогноз стоимости дома (задания 1,2). Входные и выходной факторы см задания 1, 2. Единственный входной фактор – степень низкого статуса населения (или среднее число комнат в доме на 1 квартиру). Результат:



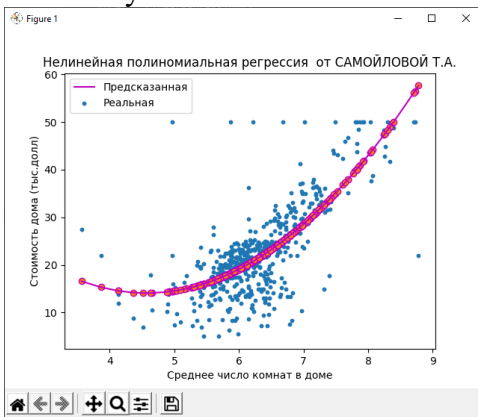
Задание 5. Разработайте программу однофакторной нелинейной регрессии, используя модель **KNeighborsRegressor**, созданную библиотекой **sklearn**. Программа должна выполнять прогноз стоимости дома (задания 1,2). Входные и выходной факторы см задания 1, 2. Единственный входной фактор – степень низкого статуса населения (или среднее число комнат в доме на 1 квартиру). Результат:



rmse= 5.089057644349284
 Точность модели - r2 0.6932172724449991

Задание 6. Разработайте программу однофакторной нелинейной регрессии, используя модель **LinearRegression**, предварительно обученную полиномиальным функциям. Программа должна выполнять прогноз стоимости дома. Входные и выходные факторы см задания 1, 2. Единственный входной фактор – среднее число комнат в доме на 1 квартиру

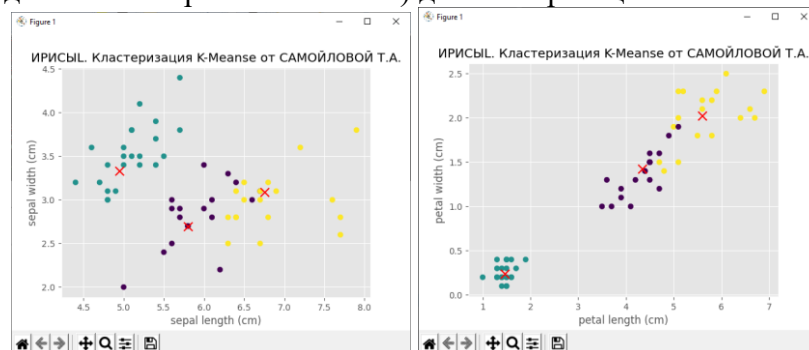
Результат:



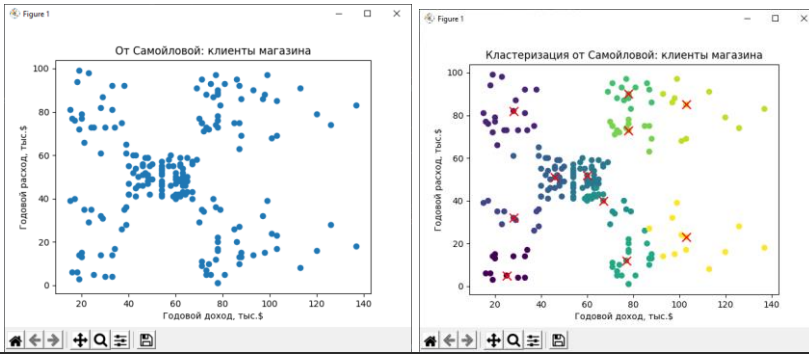
Задание 7. Разработайте программы регрессии методом опорных векторов с использованием линейных, полиномиальных и RBF-ядер для индивидуальных данных (UCI Machine Learning Repository - <http://archive.ics.uci.edu/ml/>). Вычислите оценки качества для тестовой и обучающей выборки: среднеквадратичную ошибку регрессии - mean_squared_error (MSE), коэффициент детерминации r2_score. Сравните результаты для разных типов ядер. Постройте графики зависимости целевой функции от признаков выборки.

Лабораторная работа №13,14. «Алгоритмы кластеризации в машинном обучении»

Задание 1. Методом **K-Means** выполните обучение без учителя модели кластеризации (число кластеров = 3) на конкретных данных (ИРИСЫ). Оцените точность модели методом кросс-валидации. Постройте графики зависимости двух входных параметров (например, длины и ширины лепестков) до кластеризации и после. Результаты:



КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ОТ САМОЙЛОВОЙ - ТРИ КЛАССА

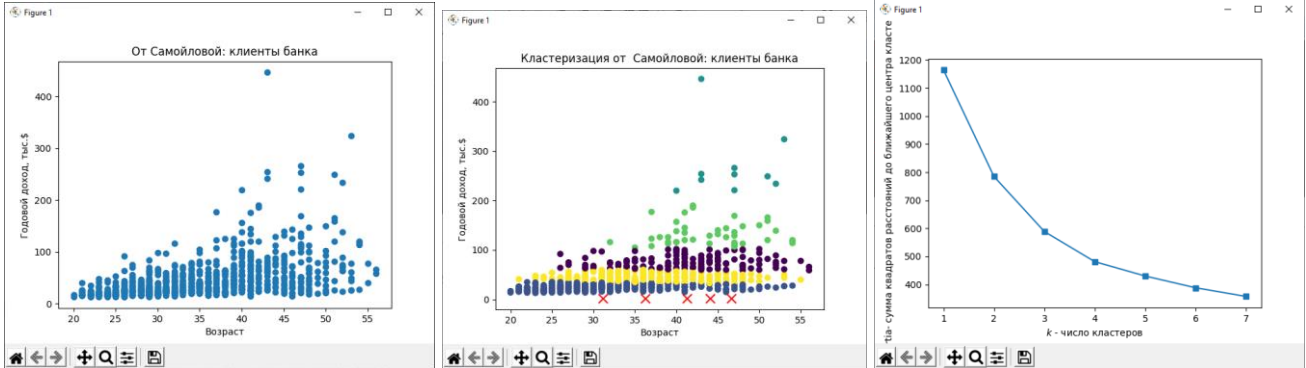


Предсказала кластеры
 [2 1 0 1 2 1 0 1 0 1 0 1 0 1 2 1 2 1 2 1 0 1
 0 1 2 3 2 1 0 1 0 1 0 1 0 1 2 1 2 1 2 3 2 3 3 3
 3
 3 3 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 5 4 5 5 4
 4 4 5 4 5 4 4 4 4 5 4 4 5 4 4 4 5 5 4 4 5 4 5 4
 4 5 4 7 5 8 5 7 6 8 6 8 5 8 6 7 6 8 6 8 6 7 5 7
 6 7 5 8 6 7 6 7 6 8 6 7 6 8 6 8 5 7 6 7 6 8 6 7
 10 8 6 8 6 7 6 7 6 8 10 9 10 9 10 9 10 9 10 9 10 9
 10 9 10 9 10 9 10 9]
 Число кластеров = 11
 Средний коэффициент силуэта = 0.6064421313359442

Задание 4. Методом K-Means выполните обучение без учителя модели кластеризации на данных о клиентах банка [параметры: Num, Customer Id, Age, Edu, Years Employed, Income, Card Debt, Other Debt, Defaulted, DebtIncomeRatio]. Параметры кластеризации – 3-4 наиболее значимых (возраст, уровень образования, доход, дополн_доход). Данные содержат немного отсутствующих параметров, их следует заменить нулями. Фрагмент данных для кластеризации:

```
Num, Customer Id, Age, Edu, Years Employed, Income, Card Debt, Other
Debt, Defaulted, DebtIncomeRatio
0,1,41,2,6,19,0.124,1.073,0.0,6.3
1,2,47,1,26,100,4.582,8.218,0.0,12.8
2,3,33,2,10,57,6.1110000000000001,5.80200000000000005,1.0,20.9
3,4,29,2,4,19,0.6809999999999999,0.516,0.0,6.3
4,5,47,1,31,253,9.308,8.908,0.0,7.2
```

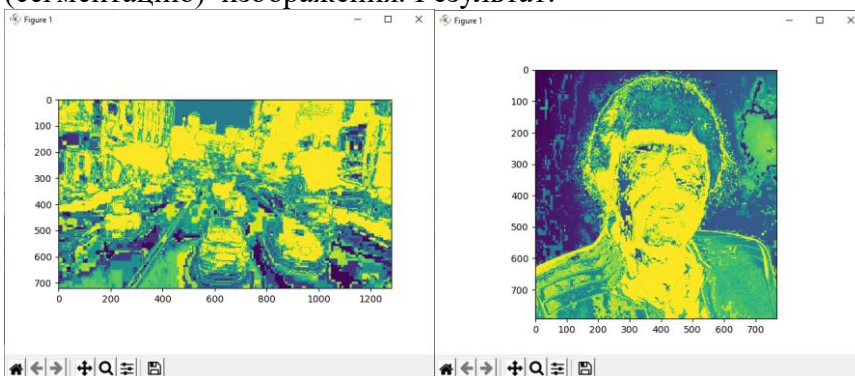
Постройте графики зависимости двух входных параметров (например, доход - расход) до кластеризации и после. Оцените качество модели путем вычисления инерции - суммы квадратов расстояний до ближайшего центра кластера. Постройте график зависимости инерции от числа кластеров. Результаты:



Задание 5. Методом K-Means пакета компьютерного зрения CV2 выполните кластеризацию (сегментацию) изображения с числом кластеров = 2,3,7 (подберите сами). Результаты:



Задание 6. Методом DBSCAN пакета `sklearn.cluster` выполните кластеризацию (сегментацию) изображения. Результат:



Задание 7. Методом K-Means выполните обучение без учителя модели кластеризации на ваших данных. Постройте графики зависимости двух входных параметров (например, доход - расход) до кластеризации и после. Оцените качество модели путем вычисления инерции - суммы квадратов расстояний до ближайшего центра кластера. Постройте график **зависимости инерции от числа кластеров**.

Задание 8. Методом агломеративной кластеризации постройте дендограмму на ваших конкретных данных. В качестве меры расстояния между кластерами возьмите метод Уорда.

Лабораторная работа №15,16. «Нейронные сети в машинном обучении»

Задание 1. Разработать python-программу классификации $(0,1)$, используя ИНС, созданную библиотекой keras из TensorFlow.

Ссылка на исходный набор данных: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/diabetas>

Данные:

1. Количество беременностей
2. Концентрация глюкозы в плазме через 2 часа в оральном тесте на толерантность к глюкозе
3. Диастолическое артериальное давление (мм рт.ст.)
4. Толщина кожной складки трицепса (мм)
5. 2-часовой сывороточный инсулин (м.е. / мл)
6. Индекс массы тела (вес в кг / (рост в м) 2)
7. Диабет родословной
8. Возраст (лет)
9. Переменная класса (0 или 1)

Функция активации relu (прямая) на первых двух слоях и сигмовидная функция в выходном слое. Первый слой имеет 12 нейронов и ожидает 8 входных переменных. Второй скрытый слой (сеть глубокая, только у них есть скрытые слои) имеет 8 нейронов. Выходной слой имеет 1 нейрон, чтобы предсказать класс (диабет или нет). Тренировка модели: обучается модель на 150 эпохах.

Задание 2. Разработать python-программу регрессии, используя ИНС, созданную библиотекой keras из TensorFlow. Выполните прогноз пробега автомобиля. Факторы: вес, год выпуска, страна-производитель. Результаты: Оценки качества для тестовой выборки + Прогноз пробега как функция от веса, года выпуска, страны-производителя.

Ссылка на исходный набор данных: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Auto+MPG>

Характеристики ('cylinders', 'displacement', 'horsepower', 'weight', 'acceleration', 'model_year', 'origin', 'car_name'):

1. цилиндры: многозначные дискретные
2. смещение: непрерывный
3. мощность: непрерывная
4. вес: непрерывный
5. ускорение: непрерывное
6. модельный год: многозначный дискретный
7. Происхождение: многозначный дискретный
8. имя машины: строка (уникальная для каждого экземпляра)

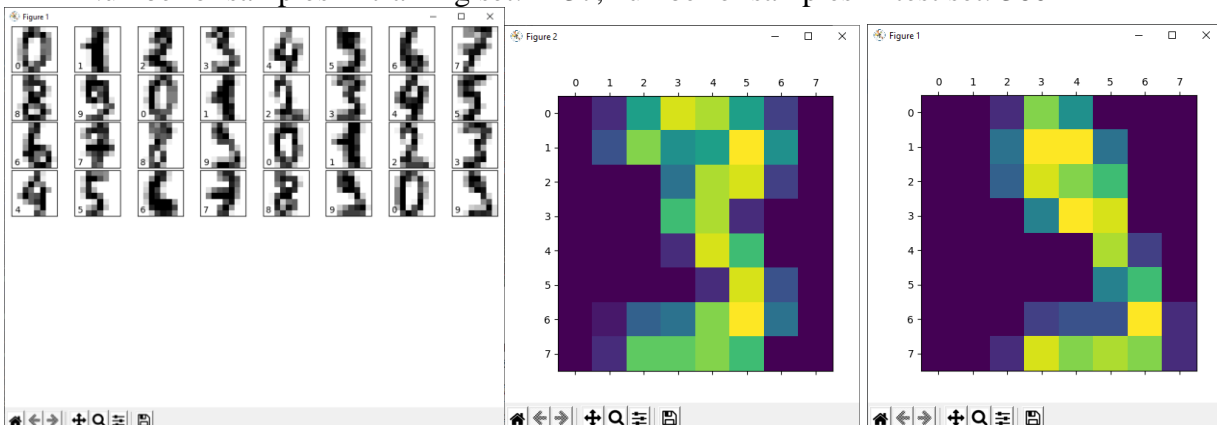
Количество образцов: 392. Целевая переменная (непрерывная): mpg - пробег в милях на галлон.

Задание 3. Разработайте модель ИНС алгоритмом MLPClassifier для реализации многоклассовой классификации. Исходные обучающие данные - изображения цифр библиотеки MNIST. Выполнить распознавание 1-2 цифр по обученной модели

Результат обучения и распознавания:

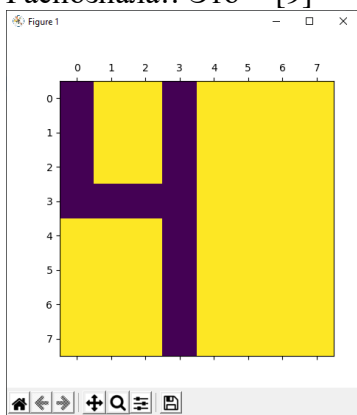
We have 1797 samples

Number of samples in training set: 1437, number of samples in test set: 360



Распознала!! Это - [3]

Распознала!! Это - [9]



Распознала рисунок Самойловой!! Это - [4]

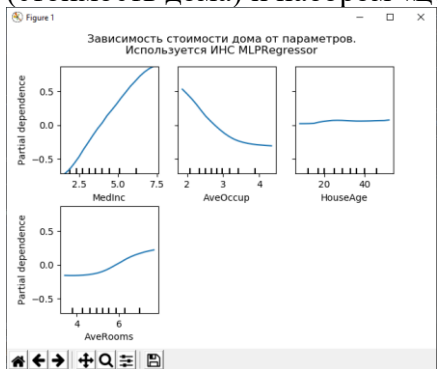
Задание 4. Разработайте модель ИНС алгоритмом MLPClassifier для реализации регрессии. Обучающие данные – файл цен на жилье в Калифорнии и значение влияющих на цену параметров. https://scikit-learn.org/stable/auto_examples/inspection/plot_partial_dependence.html#california-housing-data-preprocessing

Файл содержит все переменные в масштабируемой форме. В частности, он содержит медианную стоимость дома, средний возраст жилья, общее количество комнат, общее количество спален, население, домохозяйства, широту и долготу в указанном порядке. Поля: MedInc, HouseAge, AveRooms, AveBedrms, Population, AveOccup, Latitude Longitude.

Target - переменные содержат цены на дома в ln форме (медианной). Мы будем использовать функцию e^x , псевдоним, `exp` чтобы инвертировать ln и получить цену дома. Вычисление цены дома по медианной форме:

Примерные результаты:

Графики частичной зависимости показывают зависимость между целевой функцией (стоимость дома) и набором «целевых» признаков:



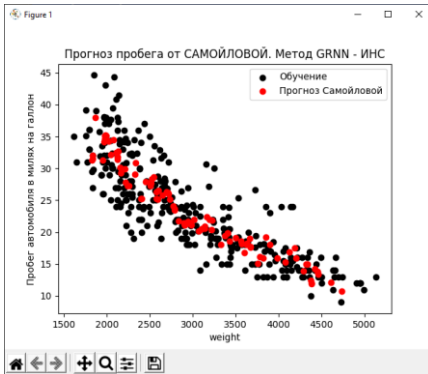
Целевыми переменными для ИНС являются: средний доход (MedInc), средний процент жителей на домохозяйство (AvgOccup), средний возраст дома (HouseAge) и средний номер на домохозяйство (AveRooms).

Анализ графиков. Мы можем ясно видеть, что медианная цена дома показывает линейную зависимость со средним доходом (вверху слева) и что цена дома падает, когда увеличивается среднее количество жителей на домохозяйство (вверху посередине). Верхний правый график показывает, что возраст дома в районе не оказывает сильного влияния на (среднюю) цену дома; так же, как и в среднем на домохозяйство.

Размер нейронной сети и скорость обучения настроены так, чтобы получить разумный компромисс между временем обучения и прогнозирующей эффективностью в тестовом наборе.

Задание 5. Разработайте модель ИНС алгоритмом GRNN.(Neural Networks with Radial Basis Functions) для реализации регрессии. Обучающие данные – файл пробега автомобилей. Результаты: Оценки качества прогнозирования пробега автомобиля - MSE. Зависимость пробега от параметра – веса автомобиля.

Результаты:



Среднеквадратичная ошибка: 113.87132157993446
 Предсказываю пробег для тестовой выборки:
 [[11.86674329]
 [15.98118317]

 [21.34850449]
 [12.45185296]]
 ОК!!
 Предскажем!!!Пробег автомобиля для Самойловой = [[32.61753309]]

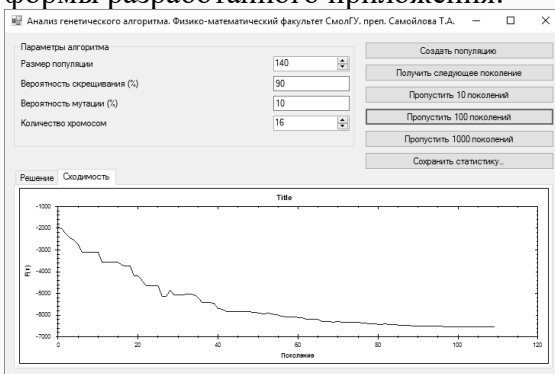
Задание 6: Выполните разработку модели ИНС для данных другой предметной области, например, прогноз цены недвижимости.

Лабораторная работа №17,18. «Генетические алгоритмы»

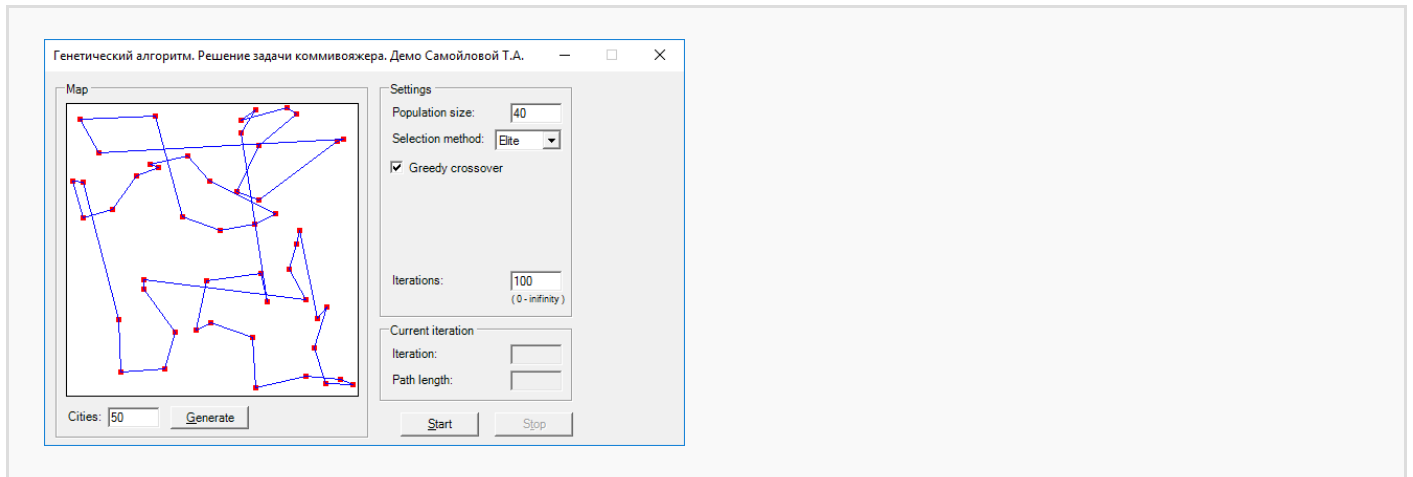
Задание 1. Установите библиотеку AForge .NET Используя средства AForge разработать **WindowsForm** - приложение для вычисления максимального значения функции средствами ГА. Построить график функции, используя объект Chart. Вариант функции взять у преподавателя.

Задание 2. Установите библиотеку Accord .NET Используя средства Accord.Genetic разработать консольное приложение для вычисления максимального значения функции от двух переменных средствами ГА. Построить график функции, используя средства Excel. Вариант функции взять у преподавателя.

Задание 3. Используя библиотеку AForge, в среде Visual Studio.NET разработать программу анализа возможностей генетического алгоритма (создать популяцию, получить поколение). Размер популяции, количество хромосом и т.п. - входные данные. Примерный вид формы разработанного приложения:



Задание 4. Используя библиотеку AForge, в среде Visual Studio.NET разработать программу решения задачи коммивояжера средствами генетического алгоритма. Примерный вид формы разработанного приложения:

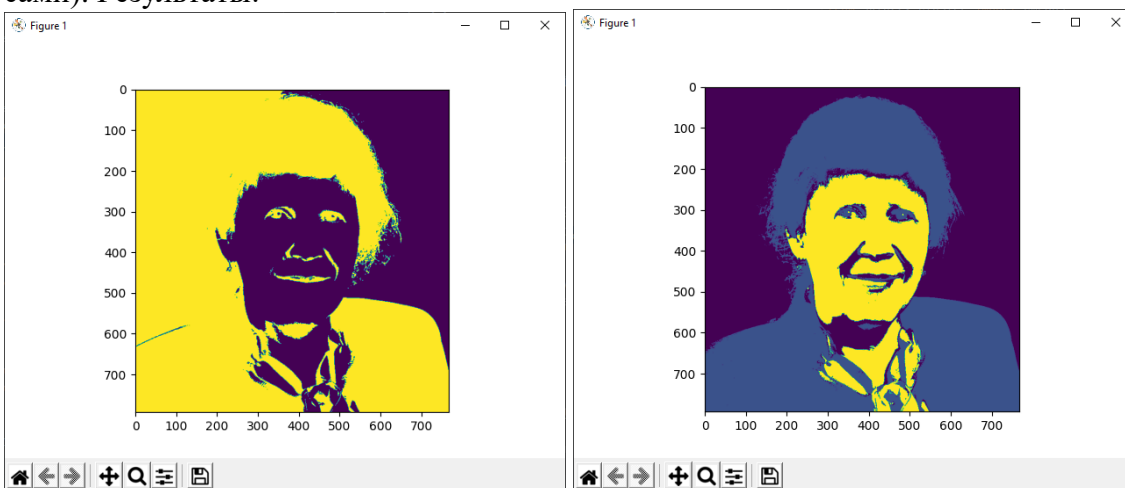


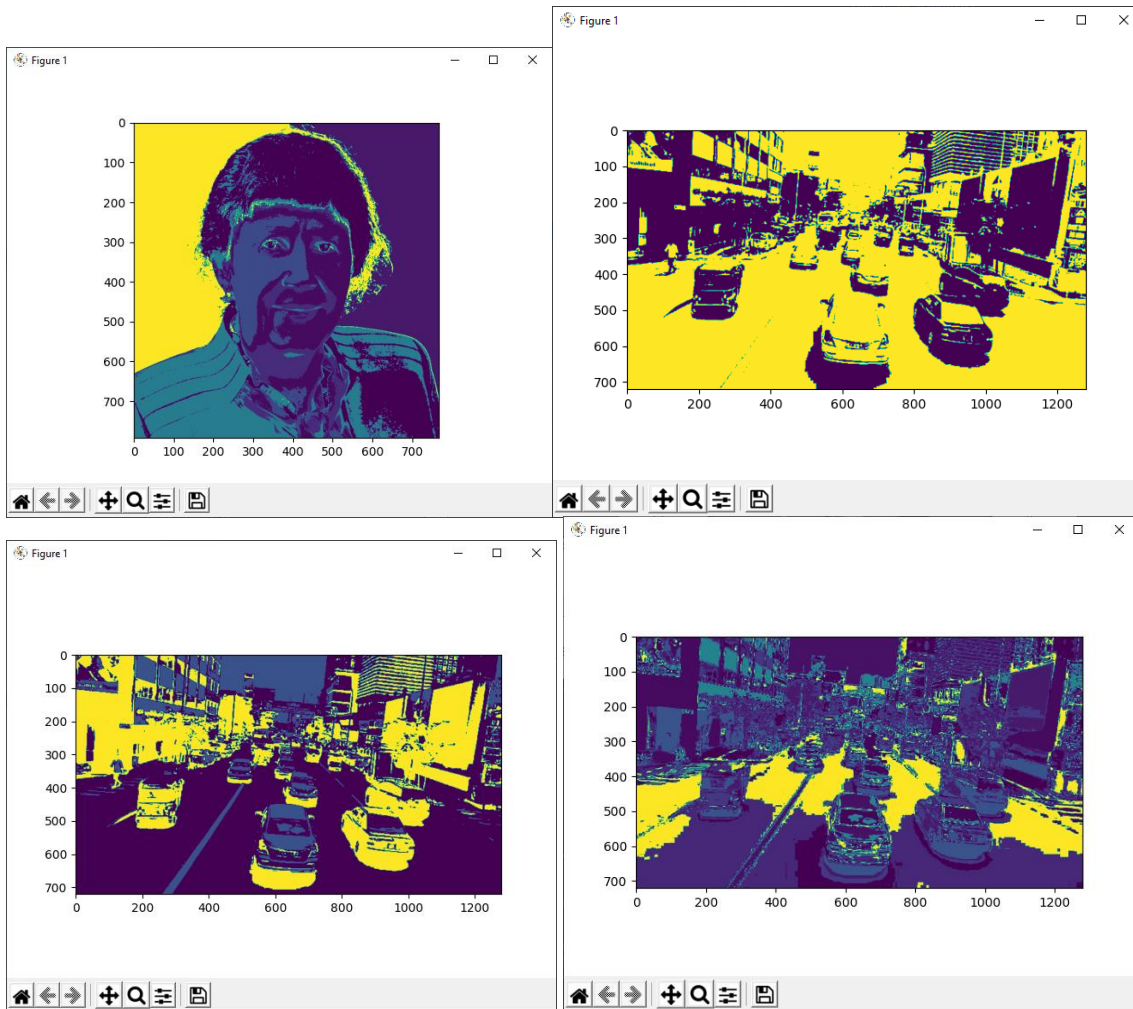
Лабораторная работа №19,20. «Нечеткие методы машинного обучения»

Задание 1. Используя пакеты `scikit-fuzzy` выполните нечеткую кластеризацию данных алгоритмом Fuzzy C-Means (данные – демонстрационный пример и ваша выборка). Выполните вычисление коэффициента нечеткого распределения Fuzzy partition coefficient (FPC). Выполните 5 этапов обработки данных:

- Этап 1: Генерация тестовых данных для кластеризации (каждый элемент имеет два `random` - параметра: x, y)
- Этап 2: Кластеризация тестовых данных по моделям с разным числом центров (2-9) и вычисление коэффициентов нечеткого распределения FPC
- Этап 3: Выбор модели по построенной зависимости коэфф. нечеткого распределения от числа центров кластеризации (Выбираем модель с максимальным значением FPC)
- Этап 4: Кластеризация тестовых данных по выбранной модели.
- Этап 5: Кластеризация новых данных (из диапазона тестовых) по выбранной модели. Расчет FPC для новых данных.

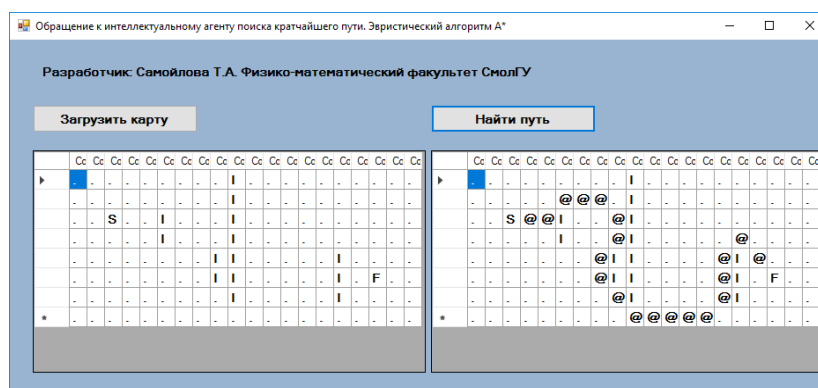
Задание 2. Методом **K-Means** пакета алгоритмов нечеткой логики `scikit-fuzzy` выполните кластеризацию (сегментацию) изображения с числом кластеров = 2,3,7 (подберите сами). Результаты:





Лабораторная работа №21. «Разработка интеллектуального агента»

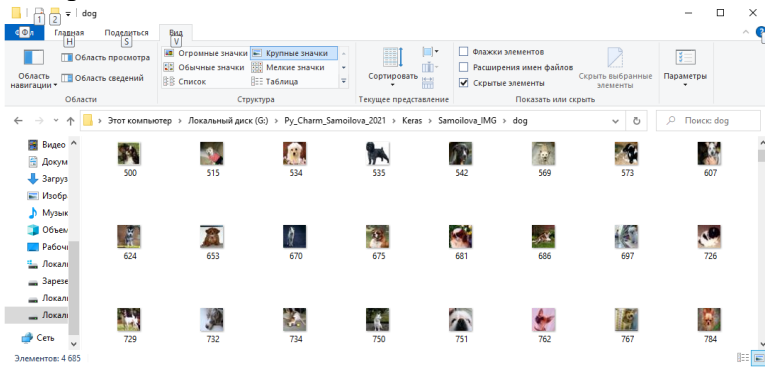
Задание. Используя `c#`-библиотеки машинного обучения, в среде Visual Studio.NET разработать WEBAPI-сервис, реализующий модель интеллектуального агента поиска кратчайшего пути эвристическим алгоритмом A*. Входные данные сервиса - карта местности, выходные данные - матрица пути. Обмен данными с сервисом выполнить в формате JSON. Обратиться к агенту из Windows Form - приложения. Примерный вид формы разработанного приложения:



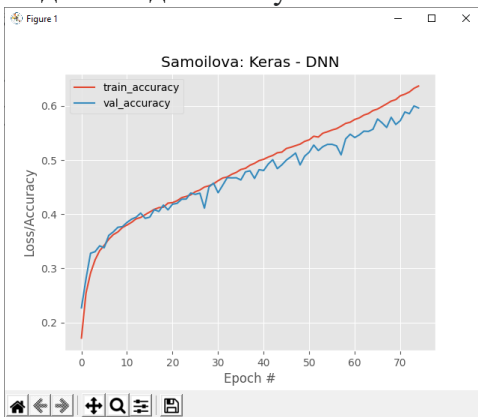
Лабораторная работа №22. «Компьютерное зрение»

Задание 1. Разработать программу для обучения нейронной сети распознаванию изображений 10 классов. Сеть имеет 4 слоя – входной, два скрытых и выходной. Сохраните обученную модель на диск. Изображения для классов скачать из интернет. В каждом классе не менее 100-1000 изображений (например, легковые автомобили). Один из классов можете

заполнить своими изображениями (например, ваша собака в разных видах). Пример фрагмента набора класса «собаки»:



Сеть должна иметь 4 слоя – входной, два скрытых и выходной. Сохраните обученную модель на диск. Результат:



```
[Loading images...
Загрузила рисунки
Epoch 1/75
1172/1172 [=====] - 17s 14ms/step - loss: 2.2387 - accuracy: 0.1713 -
val_loss: 2.1468 - val_accuracy: 0.2271
Epoch 2/75
1172/1172 [=====] - 18s 15ms/step - loss: 2.0790 - accuracy: 0.2540 -
val_loss: 2.0104 - val_accuracy: 0.2804
Epoch 3/75
1172/1172 [=====] - 17s 14ms/step - loss: 1.9818 - accuracy: 0.2912 -
val_loss: 1.9385 - val_accuracy: 0.3279
Epoch 4/75
1172/1172 [=====] - 17s 14ms/step - loss: 1.9275 - accuracy: 0.3157 -
val_loss: 1.9023 - val_accuracy: 0.3309
Epoch 5/75
.....

Epoch 72/75
1172/1172 [=====] - 17s 14ms/step - loss: 1.0821 - accuracy: 0.6217 -
val_loss: 1.1715 - val_accuracy: 0.5888
Epoch 73/75
1172/1172 [=====] - 17s 14ms/step - loss: 1.0719 - accuracy: 0.6258 -
val_loss: 1.1702 - val_accuracy: 0.5856
Epoch 74/75
1172/1172 [=====] - 17s 14ms/step - loss: 1.0566 - accuracy: 0.6325 -
val_loss: 1.1427 - val_accuracy: 0.6000
Epoch 75/75
1172/1172 [=====] - 17s 14ms/step - loss: 1.0427 - accuracy: 0.6367 -
val_loss: 1.1614 - val_accuracy: 0.5962
[Evaluating network...
           precision    recall  f1-score   support

Samoilova_IMG/airplane      0.69      0.57      0.62      1250
Samoilova_IMG/bird          0.44      0.71      0.54      1317
Samoilova_IMG/car           0.83      0.57      0.68      1274
Samoilova_IMG/cat           0.56      0.39      0.46      1240
Samoilova_IMG/deer          0.51      0.52      0.51      1254
Samoilova_IMG/dog           0.59      0.45      0.51      1146
Samoilova_IMG/frog          0.61      0.65      0.63      1277
Samoilova_IMG/horse         0.79      0.57      0.66      1235
Samoilova_IMG/ship          0.56      0.82      0.66      1281
Samoilova_IMG/truck         0.65      0.69      0.67      1226
```



```
accuracy          0.60    12500
macro avg         0.62    0.59    0.59    12500
weighted avg      0.62    0.60    0.60    12500

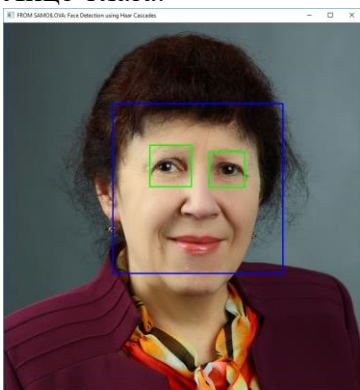
Serializing network and label binarizer...
Process finished with exit code 0
```

Задание 2. Разработать программу, которая по обученной и сохраненной модели (задание 5) распознает изображения. Распознайте ваше изображение размера 32*32. Пример распознавания:

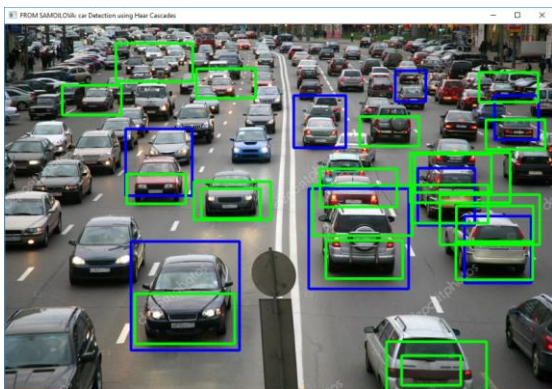


Задание 3. Используя Python-библиотеки распознавания образов (OpenCV), разработать модель распознавания элементов изображений алгоритмом Виолы-Джонса. XML - файл диаграммы Хаара должен соответствовать вашему варианту распознаваемого элемента (автомобиль, пешеход, номер автомобиля, лицо, нос, уши, голова, глаза, торс, полный рост и т.п.). Примеры распознавания:

Лицо-глаза:



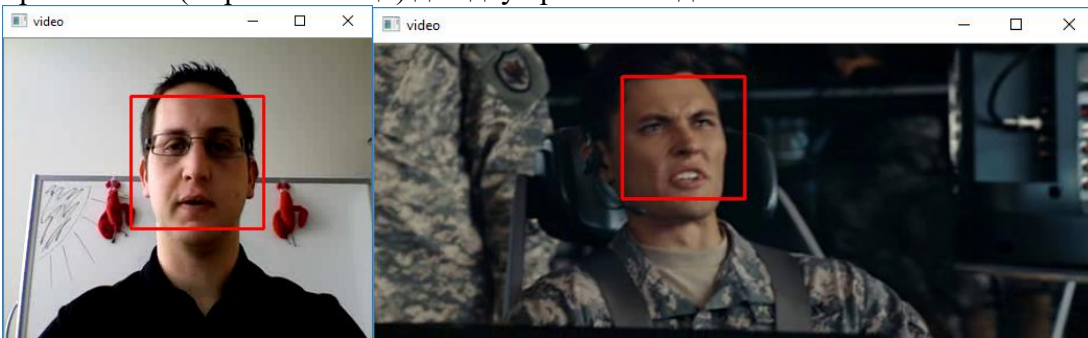
Автомобили:



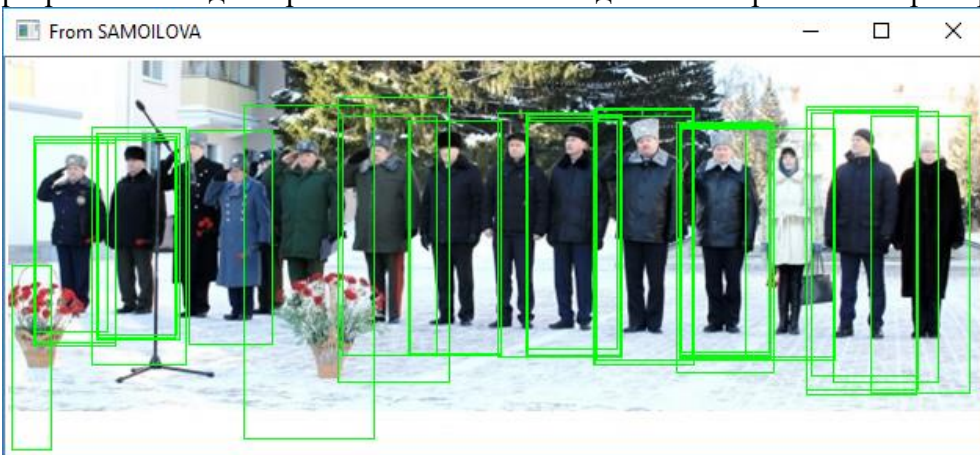
Номера автомобилей:



Задание 4. Используя Python-библиотеки, разработать модель распознавания кадров видеопотока алгоритмом Виолы-Джонса. XML - файл диаграммы Хаара должен соответствовать вашему варианту распознаваемого элемента (нос, уши, голова, глаза, торс, полный рост и т.п.). Далее представлен примерный вид кадров распознавания разработанного приложения (Вариант - лицо) для двух разных видео.

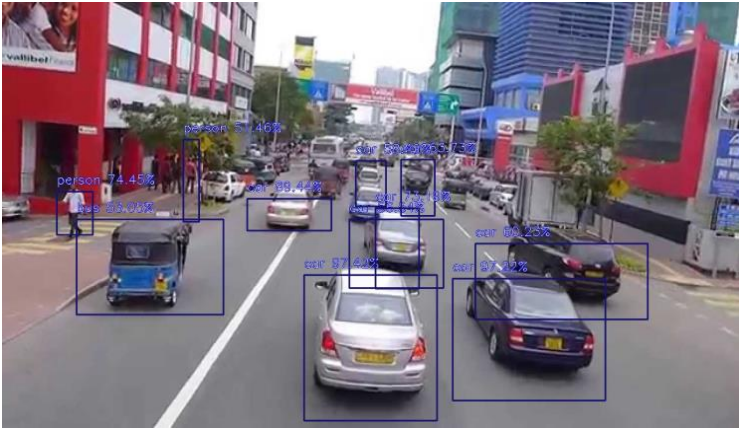


Задание 5. Используя python-библиотеки opencv распознавания образов и алгоритм НОГ, разработать модель распознавания пешеходов на изображении. Пример распознавания:

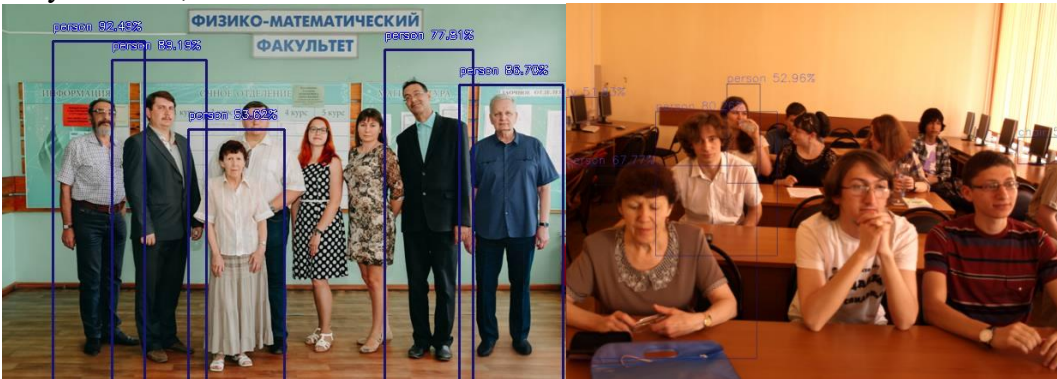


Задание 6. Используя Python-библиотеку ImageAI, разработать программу обращения к обученной модели обнаружения элементов изображения алгоритмом глубокого обучения YOLO - yolo-tiny.h5. Результат 1:

```
car : 56.54352307319641
bus : 53.0504584312439
car : 60.22621989250183
car : 97.22371101379395
car : 97.42370843887329
person : 51.46095156669617
car : 58.49268436431885
car : 63.7304425239563
person : 74.44759607315063
car : 89.44361805915833
car : 73.18670153617859
```



Результаты 2,3:



Самостоятельная работа

Текущая самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний студентов и развитие их практических умений. Она заключается в работе с лекционными материалами, поиске и обзоре литературы и электронных источников, информации по заданным темам курса, опережающей самостоятельной работе, в изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке к лабораторным занятиям.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов состоит в:

- проработке лекционного материала, составлении конспекта лекций по темам, вынесенным на самостоятельное изучение;
- выполнении домашних заданий.

Темы для самостоятельного изучения

1. История развития СИИ.
2. Платформы разработки СИИ.
3. Методики экспериментального исследования СИИ.
4. Big Data в СИИ.
5. Применение алгоритмов ИИ в системах видеоанализа.

Консультирование студентов осуществляется в индивидуальном порядке на занятиях и во внеурочное время. Выполнение самостоятельной работы оценивается по электронным материалам, подготовленным студентами. Результаты деятельности накапливаются в индивидуальных портфолио студентов.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Задания для лабораторных занятий

Задачи по темам курса предложены к каждому лабораторному занятию.

Критерии оценивания выполнения лабораторных работ

Нормы оценивания каждой лабораторной работы:

№п/п	Структурная часть работы	Количество баллов (*)
1	Ответ на теоретические вопросы по теме лабораторной работы	1 балл
2	Демонстрация выполнения конкретного задания, предложенного для самостоятельного решения к лабораторной работе	2 балла

(*) с возможностью градации до 0,25 балла.

Шкала оценивания. Оценка «зачтено» за лабораторную работу выставляется, если набрано не менее 2 баллов, в противном случае за работу выставляется «не зачтено».

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Пример задания для зачетной работы

1. Используя эвристический алгоритм, решите задачу «Тур коня на шахматной доске».
2. Опишите алгоритм классификации методом ближайшего соседа. Проиллюстрируйте метод на простом примере.

Критерии оценивания зачетной работы

Нормы оценивания работы

№ п/п	Структурная часть контрольной работы	Количество баллов (*)
1	Правильно реализован метод решения	3 балла
2	Правильно описан алгоритм, приведен пример.	2 балла

(*) Возможна градация в 0,25 балла.

Шкала оценивания работы:

п/п	Оценка	Количество баллов
1	Отлично	4,75-5
2	Хорошо	3,75-4,5
3	Удовлетворительно	3-3,5
4	Неудовлетворительно	менее 3

Критерий получения зачета

Зачет выставляется по результатам работы студента в течение семестра.

Для получения зачета студент должен:

- уметь отвечать на теоретические вопросы, рассмотренные на лекциях;
- уметь решать задачи, предложенные на лабораторных занятиях;
- уметь решать задачи, предложенные на зачетной работе.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Бессмертный И. А. Интеллектуальные системы: учебник и практикум для вузов / И. А. Бессмертный, А. Б. Нугуманова, А. В. Платонов. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 243 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-01042-8. – URL: <https://urait.ru/bcode/490020>
2. Бессмертный И. А. Интеллектуальные системы: учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. А. Бессмертный, А. Б. Нугуманова, А. В. Платонов. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 243 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-07818-3. – URL: <https://urait.ru/bcode/494506>
3. Бессмертный И. А. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие для среднего профессионального образования / И. А. Бессмертный. – 2-е изд., испр. и доп. –

Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 157 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-11361-7. – URL: <https://urait.ru/bcode/494434>

4. Бессмертный И. А. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие для вузов / И. А. Бессмертный. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 157 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07467-3. – URL : <https://urait.ru/bcode/490657>

5. Болотова Л. С. Системы поддержки принятия решений в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для вузов / Л. С. Болотова ; ответственные редакторы В. Н. Волкова, Э. С. Болотов. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 257 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-8250-3. – URL: <https://urait.ru/bcode/490259>

6. Болотова Л. С. Системы поддержки принятия решений в 2 ч. Часть 2: учебник и практикум для вузов / Л. С. Болотова; ответственные редакторы В. Н. Волкова, Э. С. Болотов. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 250 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-8251-0. – URL: <https://urait.ru/bcode/471000>

7. Воронов М. В. Системы искусственного интеллекта: учебник и практикум для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 256 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14916-6. – URL: <https://urait.ru/bcode/485440>

8. Иванов В. М. Интеллектуальные системы: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. М. Иванов ; под научной редакцией А. Н. Сесекина. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 93 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-07819-0. – URL : <https://urait.ru/bcode/494505>

9. Иванов В. М. Интеллектуальные системы: учебное пособие для вузов / В. М. Иванов; под научной редакцией А. Н. Сесекина. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 91 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00551-6. – URL : <https://urait.ru/bcode/492094>

10. Новиков Ф. А. Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний: учебное пособие для вузов / Ф. А. Новиков. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 278 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00734-3. – URL: <https://urait.ru/bcode/490386>

11. Платонов А. В. Машинное обучение: учебное пособие для вузов / А. В. Платонов. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 85 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-15561-7. – URL: <https://urait.ru/bcode/508804>

12. Сергеев Л. И. Цифровая экономика: учебник для вузов / Л. И. Сергеев, А. Л. Юданова; под редакцией Л. И. Сергеева. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 332 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-13619-7. – URL: <https://urait.ru/bcode/497448>

13. Станкевич Л. А. Интеллектуальные системы и технологии: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Л. А. Станкевич. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 397 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-11659-5. – URL: <https://urait.ru/bcode/495988>

7.2. Дополнительная литература

1. Mitchell T. Machine learning. McGraw-Hill, 1997. 414 p.

2. Воронцов К.В. Машинное обучение, курс лекций. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/Voron-ML-1.pdf>

3. Джонс М. Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях; Пер. с англ. Осипов А. И. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 312 с.

4. Луис Педро Коэльо, Вилли Ричард. Построение систем машинного обучения на языке Python. ДМК Пресс, 2016, 302 с.

5. Макконелл Дж. Основы современных алгоритмов: Учеб. пособие. – М.: Техносфера, 2014. – 366 с.

6. Петер Флах. Машинное обучение. Пер. с англ. ДМК Пресс, 2015, 400 с.

7. Рассел С. Искусственный интеллект. Современный подход. – М.: Вильямс, 2007. – 1410 с.

8. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы. – М.: Горячая линия – Телеком, 2016. – 452 с.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Система дистанционного обучения СмолГУ (moodle.smolgu.ru).
2. Национальный открытый университет (intuit.ru).
3. Национальная платформа открытого образования (opened.ru).
4. Ресурс Сетевой Академии Cisco (учебный курс IoE).
5. Каталог образовательных Internet-ресурсов (<http://window.edu.ru>).
6. Библиотека разработчика Microsoft (<http://msdn.microsoft.com>).

8. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная стандартной учебной мебелью, интерактивной доской, мультимедиапроектором, ноутбуком и колонками.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - компьютерная аудитория с выходом в Интернет.

Помещение для самостоятельной работы – компьютерный класс с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС СмолГУ.

9. Программное обеспечение

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный АО «Лаборатория Касперского», лицензия 1FB6-161215-133553-1-6231.

Microsoft Open License, лицензия 49463448 в составе: Microsoft Windows Professional 7 Russian; Microsoft Office 2010 Russian.

Система программирования MS Visual Studio 19 (язык программирования C#); Python 3.9; PyCharm Pro.

Поисковые системы сети Интернет.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022