

Школа инженерная школа ядерных технологий  
 Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика  
 Отделение школы (НОЦ) Экспериментальной физики

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Использование сверточных и рекуррентных нейронных сетей для распознавания и классификации фотоизображений

УДК 004.932.4.032.26

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В8А	Наумов А.М.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭФ ТПУ	Крицкий О.Л.	Кандидат физико-математических наук		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП НИ ТПУ	Меньшикова Е.В.	Кандидат философских наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент Отделения общетехнических дисциплин ШБИП ТПУ	Сечин А.А.	Кандидат технических наук		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»	Крицкий О.Л.	Кандидат физико-математических наук		

Томск – 2022 г.

Школа Инженерная школа ядерных технологий  
 Направление подготовки 01.03.02. «Прикладная математика и информатика»  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

<b>Бакалаврской работы</b> (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)
----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
0В8А	Наумову Андрею Михайловичу

Тема работы:

<b>Использование сверточных и рекуррентных нейронных сетей для распознавания и классификации фотоизображений</b>
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
------------------------------------------	--

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<i>созданная нейронная сеть, по классификации относящаяся к типу сверточных и рекуррентных нейросетей.</i>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Собрать, организовать хранение, разметить датасет для анализа</li> <li>2. Применение моделей свёрточной (CNN) и рекуррентной (LSTM) нейронных сетей с использованием регрессионного анализа со штрафами LASSO.</li> <li>3. Обучение и тестирование нейросетей, определение наличия переобучения на размеченном датасете.</li> </ol>

	4. Сравнение эффективности работы выбранных классов нейросетей.
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Рисунки работы программы 2. Графики потерь и точности 3. Матрицы ошибок
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Меньшикова Екатерина Валентиновна
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович

**Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику**

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭФ ИЯТШ	Крицкий О.Л.	Кандидат ф-м. наук, доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В8А	Наумов Андрей Михайлович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
0В8А	Наумов А.М.

<b>Школа</b>	<b>ИЯТШ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Экспериментальной физики</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	01.03.02 Прикладная математика и информатика

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Бюджет – 251002,38 руб. Затраты на заработную плату – 136 429,46 руб. Прочие расходы – 1 481,8 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Тариф на электроэнергию 5,8 кВт/ч
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Налог во внебюджетные фонды 27,1 Районный коэффициент – 1,3 Накладные расходы – 16%

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT – анализ,
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование этапов работ, определение трудоемкости и построение календарного графика, формирование бюджета.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Оценка сравнительной эффективности исследования. Интегральный показатель ресурсоэффективности – 4,9 Интегральный показатель эффективности – 5,8683 Сравнительная эффективность проекта – 1,2897

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШБИП НИ ТПУ	Меньшикова Е.В.	Кандидат философских наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
0В8А	Наумов А.М.,		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b> 0В8А		<b>ФИО</b> Наумову Андрею Михайловичу	
<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа ядерных технологий</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Экспериментальной физики</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	01.03.02 Прикладная математика и информатика

Тема ВКР:

<b>Использование сверточных и рекуррентных нейронных сетей для распознавания и классификации фотоизображений</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<b>Введение</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p><i>Объект исследования:</i> распознавание и классификация фотоизображений с помощью нейронных сетей  <i>Область применения:</i> машинное обучение.  <i>Рабочая зона:</i> офисное помещение  <i>Размеры помещения:</i> 12 м<sup>2</sup>  <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> 1 персональный компьютер  <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> программная разработка с использованием персонального компьютера</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Рабочее место при выполнении работ сидя регулируется ГОСТом 12.2.032-78          Организация рабочих мест с электронно-вычислительными машинами регулируется СанПиНом 2.2.2/2.4.1340-03          Трудовой кодекс Российской Федерации: федеральный Закон от 30 дек. 2001 г. №197-ФЗ          Раздел 10          Система стандартов безопасности труда и электробезопасность регулируется ГОСТом 12.1.009-2017</p>
<b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> </ul>	<p>Анализ выявленных вредных факторов:          – недостаточная освещенность рабочей зоны;          – отклонение параметров микроклимата в помещении; – повышенный уровень шума;          – повышенный уровень излучения электромагнитных полей.          Психологические факторы:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенная нагрузка на органы зрения</li> <li>– длительные статические нагрузки;</li> <li>– монотонность труда;</li> <li>– нервно-эмоциональное напряжение.</li> </ul> <p>Анализ выявленных опасных производственных факторов рабочей среды, влияющих на организм человека при работе с программным обеспечением в рабочем помещении, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– опасность поражения электрическим током,</li> <li>– опасность поражения статическим электричеством,</li> <li>– короткое замыкание</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения:</b>	Утилизация используемой орг.техники, макулатуры и люминесцентных ламп.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения:</b>	Чрезвычайная ситуация техногенного характера для места– пожар. Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план – эвакуации, огнетушитель.
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В8А	Наумов Андрей Михайлович		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа выполнена на 81 страницах, 20 рисунков, 26 источника, 22 таблицы, 3 приложения.

Ключевые слова: нейронная сеть, сверточная нейросеть, рекуррентная LSTM сеть, python, tensorflow, keras, переобучение.

Объектом исследования является созданная нейронная сеть, по классификации относящаяся к типу сверточных и рекуррентных нейросетей.

Цель работы: Использование сверточных и рекуррентных нейронных сетей для распознавания и классификации фотоизображений

Методы проведения работы: теоретические (изучение литературы, изучение возможностей языка Python3 и библиотек Tensorflow) и практические (применение навыков для создания модели нейронной сети).

Созданное программное обеспечение может быть использовано в визуальном анализе данных для какого-либо предприятия, где необходимо классификация и обработка изображения.

Выпускная квалификационная работа написана в Microsoft Word 2016.

Для реализации алгоритмов нейронных сетей был выбран язык программирования «Python» в облачном сервисе «Google Colaboratory», фреймворк «Tensorflow» и нейросетевая библиотека «Keras».

## **Определения, обозначения, сокращения и нормативные ссылки**

**В данной работе приведены следующие термины с соответствующими определениями:**

Искусственный нейрон (ИН): Самый простой аналоговый элемент преобразования, который моделирует основные идеи о работе живого нейрона.

Нейронная сеть (НС): Представляет собой серию нейронов, которые связаны синапсами.

rectified linear unit (ReLU): Выпрямленная линейная функция активации.

Сверточная нейронная сеть (СНС): Специальная архитектура нейронных сетей, предложенная Яном Лекуном.

Слой: Модуль обработки данных, принимающий на входе и возвращающий на выходе один или несколько тензоров.

Conv – это сверточный слой.

Рекуррентная нейронная сеть (RNN): Специальная архитектура, где нейроны получают информацию не только от предыдущего слоя, но и от самих себя предыдущего прохода.

Сети с долгой краткосрочной памятью (LSTM):

1. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022)
2. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
3. Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».



4. СанПин 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СанПин 23-05-95\*»
5. ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
6. ГОСТ 12.2.061-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам».
7. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
8. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
9. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
10. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-12. «Электромагнитные поля в производственных условиях»
11. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
12. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
- 13.Справочная книга по светотехнике/Под ред. Ю.Б. Айзенберга.-М.: Энергоиздат, 1983-472 с.

Оглавление	
Определения, обозначения, сокращения и нормативные ссылки.....	8
Введение.....	13
Обзор литературных источников .....	14
1. Теоретическая часть .....	15
1.1. Нейронные сети.....	15
1.2. Функции активации.....	16
1.3. Метод градиентного спуска .....	16
1.4. Алгоритм обратного распространения ошибки.....	17
1.5. <i>L1</i> – регуляризация (регрессия <i>LASSO</i> ) .....	19
1.6. Сверточная нейросеть (CNN).....	19
1.6.1. Архитектура сверточной сети.....	19
1.6.2. Сверточный слой .....	20
1.6.3. Слой пулинга( <i>Pooling</i> или <i>subsampling</i> ) .....	20
1.6.4. Полносвязный слой.....	21
1.7. Рекуррентные нейронные сети .....	21
1.7.1. LSTM сеть .....	22
1.7.1.1. Принцип работы LSTM сети.....	23
2. Практическая часть .....	25
2.1. Выбор программных средств.....	25
2.2. Обработка данных.....	25
2.3. Сверточная нейросеть.....	26
2.4. Рекуррентная нейросеть.....	29
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и .....	32
ресурсосбережение .....	32
3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	32
3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....	32
3.1.2. Анализ конкурентных технических решений.....	32
3.1.3. SWOT-анализ .....	34
3.2. Планирование научно-исследовательских работ .....	35
3.2.1. Определение трудоемкости выполнения работ .....	35
3.2.2. Разработка графика проведения научного исследования .....	36
3.2.3. Определение трудоемкости выполнения работ .....	37
3.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	40

3.3.1.	Расчет материальных затрат НТИ .....	40
3.3.2.	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ .....	41
3.3.3.	Основная заработная плата исполнителей темы.....	43
3.3.4.	Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....	45
3.3.5.	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .	46
3.3.6.	Расчет затрат на научные и производственные командировки..	47
3.3.7.	Контрагентные расходы .....	47
3.3.8.	Прочие прямые затраты .....	47
3.3.9.	Накладные расходы .....	47
3.3.10.	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта 48	
3.4.	Оценка эффективности проекта .....	49
4.	Социальная ответственность.....	53
4.1.	Введение .....	53
4.2.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ....	53
4.2.1.	Требования к организации рабочих мест пользователей.....	54
4.3.	Производственная безопасность .....	56
4.3.1.	Анализ опасных и вредных производственных факторов. Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия. ....	58
4.3.1.1.	Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами .....	59
4.3.1.2.	Опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем характеристик шумового воздействия .....	61
4.3.1.3.	Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током .....	61
4.3.1.4.	Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электромагнитными полями.....	62
4.3.1.5.	Опасные и вредные производственные факторы, связанные со световой средой.....	64
4.4.	Экологическая безопасность .....	68
4.5.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	70
4.6.	Выводы по разделу.....	71
	Заключение .....	72
	Список использованных источников .....	73
	Приложение А.....	76
	Приложение Б.....	78



## **Введение**

Данная работа посвящена разработке методов, осуществляющих распознавание и классификацию фотоизображений с использованием технологий машинного обучения.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью разработки методов, алгоритмов и программ, обеспечивающих эффективное распознавание и классифицирование предметов на изображениях, так как в современном мире, происходит массовое внедрение компьютерных технологий и систем искусственного интеллекта во все сферы человеческой деятельности, такие как: распознавание образов, прогнозирование, выявление зависимостей, поиск и обработка нецифровой информации, контроль качества и другие, где требуется полная автоматизация процесса, повышение качества, скорости выполнения задач.

В рамках данной выпускной квалификационной работы создается нейронная сеть, классифицирующая фотоизображения, на два класса: кошки и собаки.

Цель работы - средствами языка Python построить свёрточную и рекуррентную нейросеть для распознавания и классификации изображений.

Для достижения поставленной в работе цели необходимо решить следующие задачи:

5. Собрать, организовать хранение, разметить датасет для анализа
6. Применить модели свёрточной (CNN) и рекуррентной (LSTM) нейронных сетей с использованием регрессионного анализа со штрафами LASSO.
7. Обучить и протестировать нейросети, определить наличие переобучения на размеченном датасете.
8. Сравнить эффективность работы выбранных классов нейросетей.

## **Обзор литературных источников**

В статье Gradient-based learning applied to document recognition / Yoshua Bengio Yann LeCun, Leon Bottou, Patrick Haffner // IEEE. [5] рассматриваются алгоритмы сверточной нейронной сети для распознавания символов, приводится их математическое представление и оценка эффективности.

В статье LONG SHORT-TERM MEMORY/ Sepp Hochreiter, Jurgen Schmidhuber [12] указана теория для сети с долгой краткосрочной памятью, приведены математические представления данной сети и примеры использования.

В книге «Глубокое обучение на Python» Ф. Шолле [13] рассматривается реальное практическое исследование глубокого обучения с объяснением количественных понятий с помощью фрагментов кода, сформированными 22 практическими идеями машинного и глубокого обучения. В примерах данной книги используется фреймворк глубокого обучения Keras, написанный на языке программирования Python и библиотека TensorFlow в качестве внутреннего механизма.

В книге Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. «Deep Learning» [1] содержится подробный разбор теории для освоения машинного обучения: градиентный спуск, обратное распространение ошибки обучения, регрессия LASSO.

## 1. Теоретическая часть

### 1.1. Нейронные сети

Искусственные нейронные сети, представляют из себя имитацию биологических нейронных сетей и имеет многоуровневую структуру, состоящую из слоёв нейронов, соединённых между собой синапсами (связь между входными данными и тем, что попадёт в нейрон).

На входы нейрона поступает информация, на синапсы накладываются веса, именно они выявляют взаимосвязь между входными данными и результатом. В самом нейроне производится умножение входных данных на их веса с последующим сложением получившихся чисел. Результат подаётся на функцию активации, она определяет выходное значение нейрона. Эти значения поступают на входы других нейронов в слой более высокого порядка.

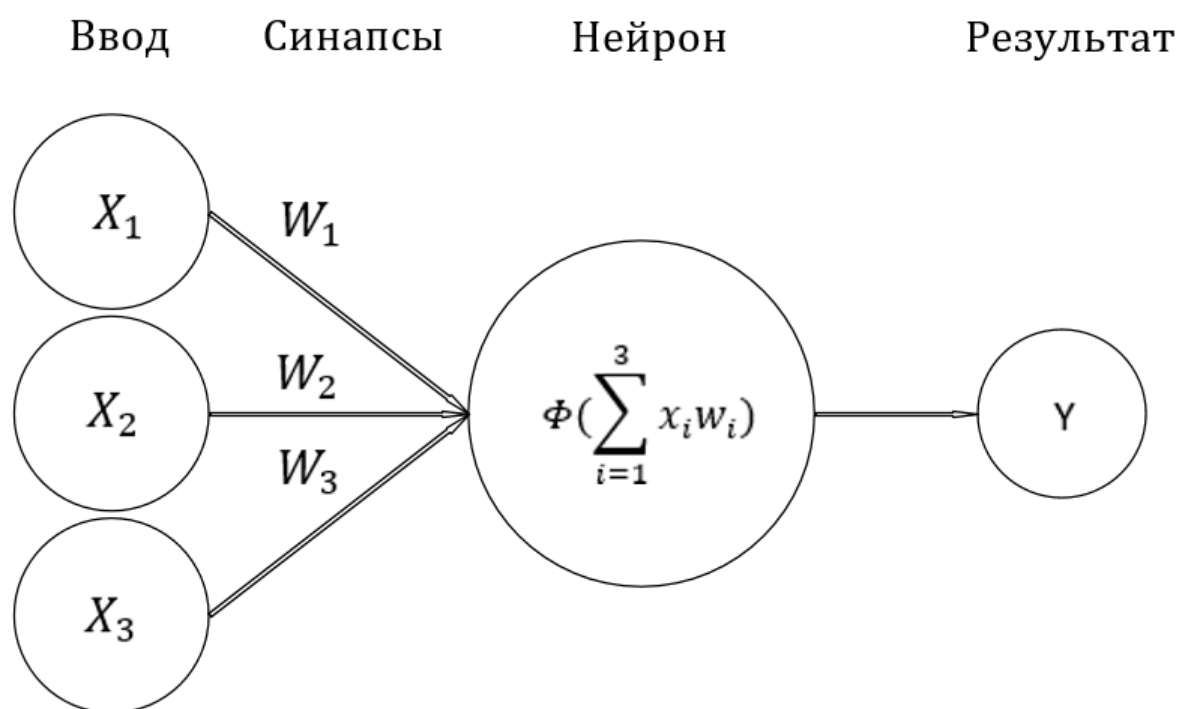


Рис 1. Устройство простейшей нейронной сети

$X_i$  – входной сигнал

$W_i$  – вес входного сигнала

$\Phi$  – функция активации

## 1.2. Функции активации

Выпрямленная линейная функция активации (Relu)

$$ReLU \quad f(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ x, & x \geq 0 \end{cases}$$

Достоинства такой функции активации:

- Низкая вычислительная сложность;
- Хорошая сходимость градиентных методов оптимизации;
- Постоянная производная при  $x > 0$ ;
- Дополнительная устойчивость к переобучению;
- Быстрое обучение

Сигмоидальная функция активации (Sigmoid)

$$Sigmoid \quad f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)}$$

Используется для классификации с двумя классами чаще всего в рекуррентных сетях и имеет большую область насыщения, что приводит к падению эффективности градиентных методов обучения.

## 1.3. Метод градиентного спуска

Градиентный спуск - это метод нахождения локального экстремума (минимального или максимального) функции путем перемещения по градиенту. Градиент – это вектор, который определяет высоту наклона функции и определяет его направление относительно точки на графике. Чтобы найти градиент нужно взять производную от функции в данной точке –  $f'(W1)$  на рисунке ниже.



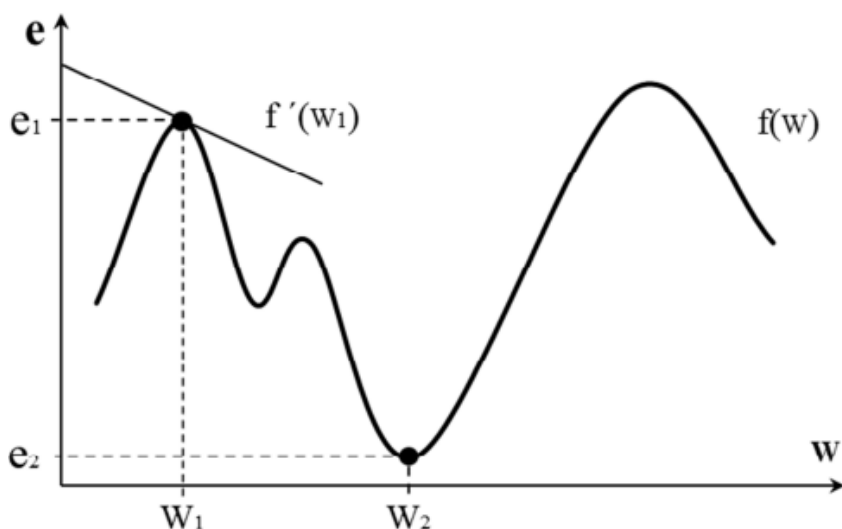


Рис 2. Производная функции

#### 1.4. Алгоритм обратного распространения ошибки

Основная идея обратного распространения - получить оценку ошибки для нейронов скрытого слоя и минимизировать его, путем корректировки весов и смещений сети. Чем больше значение синаптической связи между нейронами скрытого слоя и выходным нейроном, тем больше ошибка первого влияет на ошибку второго. Следовательно, оценка погрешности элементов скрытых слоев может быть получена как взвешенная сумма ошибок последующих слоев, а степень корректировки определяется градиентами функции потерь по отношению к разности желаемого вектора выхода и фактическим вектором выхода.

Основная идея алгоритма обратного распространения – это оценка ошибки для нейронов скрытого слоя и минимизировать его, путем корректировки весов и смещений сети. Оценка погрешности элементов скрытых слоев может быть получена как взвешенная сумма ошибок последующих слоев, а степень корректировки определяется градиентами функции потерь по отношению к разности желаемого вектора выхода и фактическим вектором выхода.

Смысл алгоритма заключается в том, что при обучении сети сначала отображается изображение, для которого вычисляется выходная ошибка.

Кроме того, эта ошибка распространяется в противоположном направлении по сети и изменяет веса межнейронных соединений. Сначала весам межнейронных связей задаются случайные значения, затем выполняются следующие шаги:

- 1) выбирается обучающая пара;
- 2) вычисляется выход сети;
- 3) рассчитывается ошибка выхода;
- 4) веса сети корректируются, для минимизации ошибки;

5) возврат к первому шагу и т. д., пока не будет минимизирована ошибка по всем обучающим парам. Шаги 1 и 2 – это прямое распространение по сети, а шаги 3 и 4 – обратное.

Перед обучением датасет должен быть разделен на две части: обучение и тестирование. Тестовый датасет используются для проверки качества обучения: нейросеть хорошо обучена, если выдает результат для входных данных тестирования, близкие к его выходным данным. Во время обучения возможна ситуация, когда НС показывает хорошие результаты для данных обучения и плохие результаты для данных теста. Это может быть обусловлено двумя причинами:

- Тестовый датасет сильно отличаются от обучающего
- Возникло явление «переобучения» (overfitting), при котором поведение НС оказывается более сложным, чем решаемая задача.

## 1.5. $L_1$ – регуляризация (регрессия LASSO)

$L_1$ -регуляризация — это метод, который применяется в машинном обучении, чтобы уменьшить степень переобучения модели. Устранение переобучения приводит к генерации модели, которая обеспечивает более качественное прогнозирование для произвольных данных.

Математически, регрессию LASSO можно представить в виде:

$$J_{Lasso} = \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2 + \lambda \sum_{i=1}^M |\omega_i|$$

Где  $(y_i - \hat{y}_i)^2$  – это функция потерь,  $\lambda$  – неотрицательный гиперпараметр,  $\omega_i$  – веса нашей модели.

То есть, если веса на расстоянии *лямбда* ближе к нулю, то они становятся равными нулю и игнорируются, тем самым отбираются только значимые признаки и в следствии уменьшается сама сеть, что экономит ресурсы.

## 1.6. Сверточная нейросеть (CNN)

Сверточные нейронные сети – это вид нейронных сетей, предложенные Яном Лекуном [5], имеют особую популярность, так как его архитектура нацелена на эффективное распознавание изображений. Свое название сеть получила из-за наличия операции свёртки.

### 1.6.1. Архитектура сверточной сети

Архитектура сверточной сети позволяет предельно эффективно распознавать образы. Идея CNN предполагает чередование сверточных и pooling слоев, а в выходе имеются полносвязные слои. Слои могут чередоваться в произвольном порядке и структура такой сети, является однонаправленной [5]. Операция свёртки представляет из себя, запись суммы умножения каждого фрагмента изображения на ядро свертки в схожую позицию выходного изображения.

$$\vartheta_{k,m} = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^l x_{i+k,j+m} * \omega_{i,j} + \omega_0, \quad k,m=0,1,2,\dots$$

Где  $l$  – это ядро фильтра,  $k$  и  $m$  – это количество пикселей,  $\omega$  – это весовые коэффициенты,  $\omega_0$  – биас

Такая архитектура обеспечивает распознавание объекта, независимо от его сдвига, постепенно укрупняя картину, на которое действует свёртка, выявляя всё более и более крупные признаки изображения.

СНС состоит из следующих слоёв:

- входной слой;
- сверточные слои (convolutional);
- Pooling-слои (Subsampling);
- полносвязный слой;
- выходной слой.

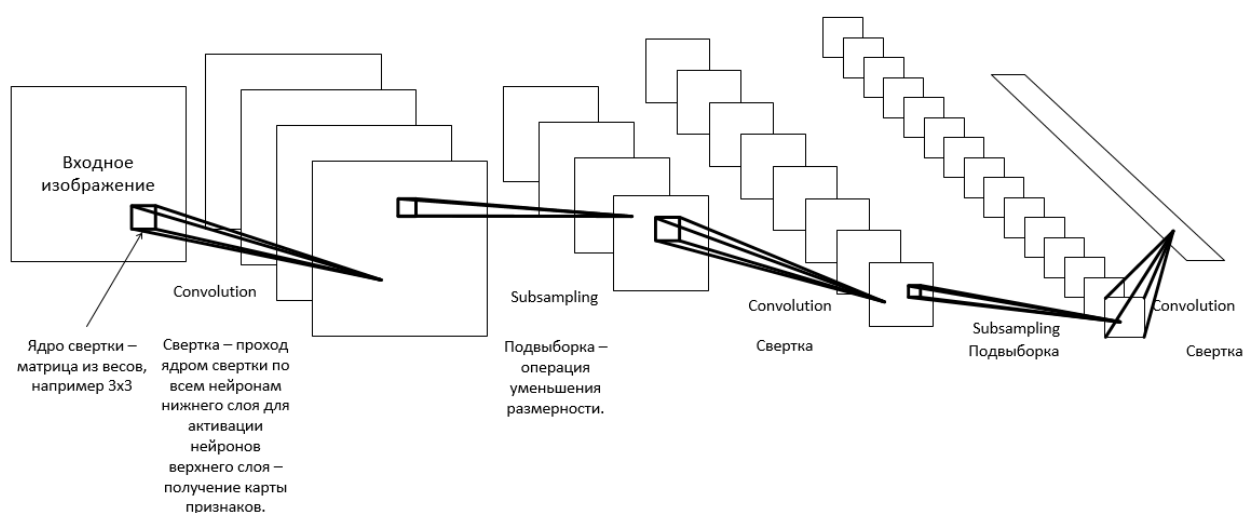


Рис 3. Пример архитектуры сверточной нейросети

### 1.6.2. Сверточный слой

Свёрточный слой подразумевает применение операции свертки, с использованием матрицы весов небольшого размера (ядро свертки), которую перемещают по всему обрабатываемому слою. Одной из особенностей сверточного слоя, является уменьшение изображения за счет краевых эффектов.

### 1.6.3. Слой пулинга (Pooling или subsampling)

Слой пулинга уменьшает размер изображения, тем самым уменьшает количество параметров для вычислений и позволяет избежать переобучения. Используется после сверточного слоя. Наиболее распространенной формой

пулинга является MaxPooling, в котором мы берем максимальное значение в фильтре размера в некоторой части изображения.

#### 1.6.4. Полносвязный слой

Для классификации данных используется полносвязный слой, в котором каждый нейрон соединен со всеми нейронами предыдущего слоя с некоторым весовым коэффициентом.

Полносвязный слой создает сложные нелинейные функции для классификации, которая оптимизируется в ходе обучения нейронной сети, что дает лучшее качество распознавания. То есть всё, что идёт до этого слоя, используется для выделения различных признаков, которые затем подаются на вход классификатору.

#### 1.7. Рекуррентные нейронные сети

Это вид нейронных сетей, архитектура которых представлена в качестве последовательности одной и той же нейронной сети, где каждый элемент такой последовательности передает сообщение следующей, таким образом рекуррентные нейронные сети могут сохранять информацию с прошлых активаций нейронов. Такие сети обычно используются в последовательностях данных.

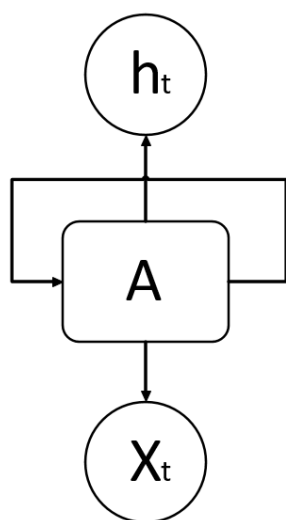


Рис 4. Архитектура рекуррентных нейронных сетей

### 1.7.1. LSTM сеть

Одним из видов рекуррентных нейронных сетей, является LSTM (long-short-term-memory) сеть, которая была представлена Зеллом Хохрайтером и Юргеном Шмидхубером в 1997 году [12]. Такие сети обучаются по принципу обратного распределения ошибки и способны к запоминанию информации, как на короткие, так и на длинные промежутки времени. Такая особенность объясняется тем, что эта сеть не использует функцию активации внутри своих рекуррентных компонентов, поэтому хранимое значение не размывается во времени и нет проблемы исчезающего градиента.

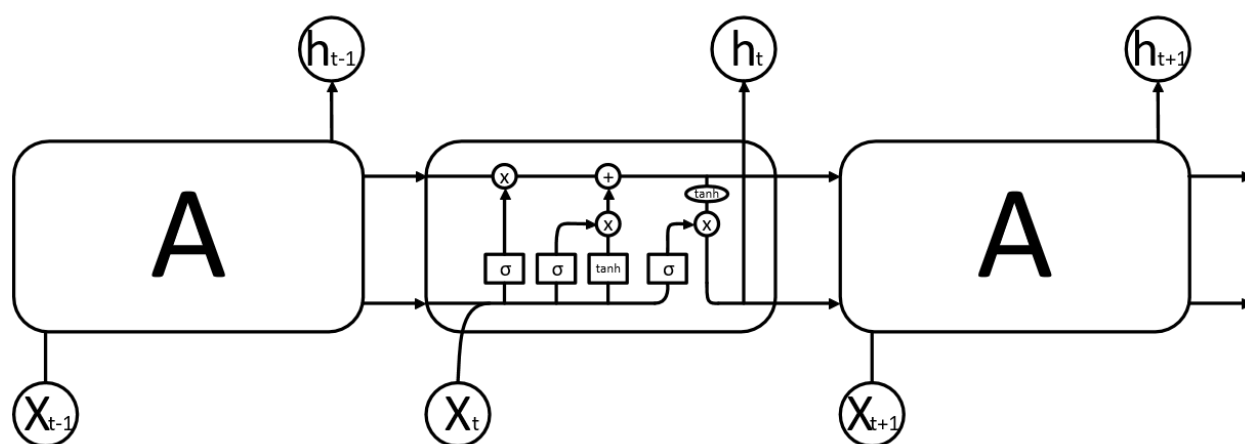


Рис 5. Архитектура LSTM

$x_t$  – входные элементы,  $\sigma$  – сигмоидная функция активации для слоя нейронов,  $\tanh$  – функция активации гиперболического тангенса для слоя нейронов,  $h_t$  – выходной сигнал

### 1.7.1.1. Принцип работы LSTM сети

Первый шаг в сети LSTM - решает, какую информацию следует выбросить из состояния ячейки, с помощью вентиля (элемента) забывания. Этот вентиль контролирует меру сохранения значения в памяти.

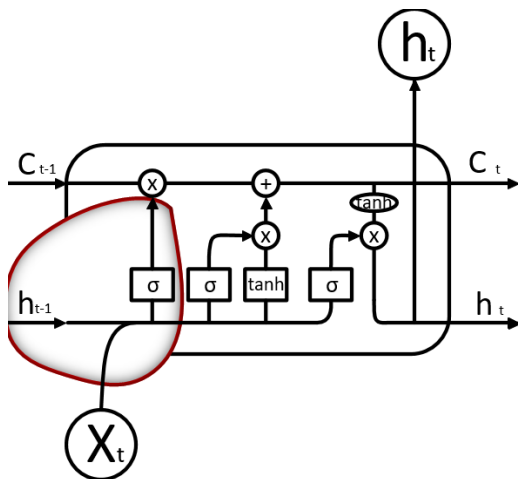


Рис 6. Элемент забывания

Она определена в промежутке от 0 до 1, т.е. при значении равной 0, выбрасывает значение из ячейки памяти, если 1, то не меняет значение в памяти, а если значение больше 0 и меньше 1, уменьшает сигнал.

Следующий шаг – это определение, новой информации, которую следует хранить в состоянии ячейки. Этот шаг включает в себя две части. Во-первых, «входной вентиль» решает, какие значения мы будем обновлять. Затем tanh-слой создает вектор новых значений кандидатов, которые могут быть добавлены в состояние.

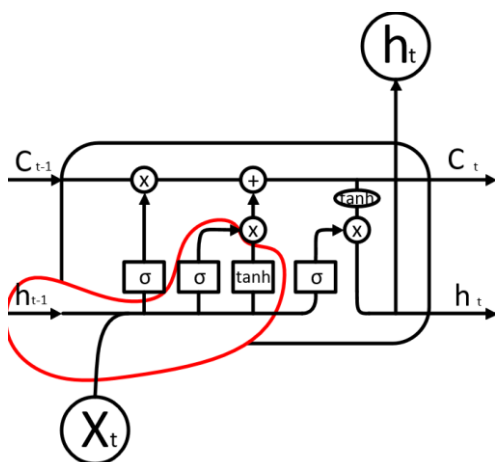


Рис 7. Входной элемент

Далее обновляет старое состояние ячейки на новое.

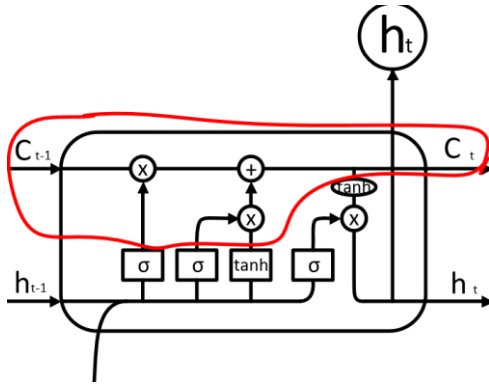


Рис 8. Элемент обновления

На последнем шаге, вычисляются выходные данные сети, основанные на состоянии ячейки. Для этого вычисляются данные с помощью функции активации гиперболического тангенса и проверяются с помощью сигмоидальной функции активации. После проверки одна копия выходит из нейронной сети, а другая входит в следующий цикл нейронной сети.

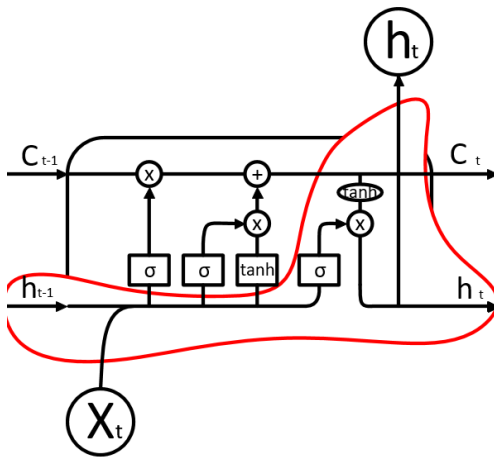


Рис 9. Выходной элемент



## 2. Практическая часть

### 2.1. Выбор программных средств

Для реализации алгоритмов сверточной и рекуррентной нейронной сети был выбран язык программирования «Python», фреймворк «Tensorflow» [4] и нейросетевая библиотека «Keras».

Для созданной модели нейронной сети, в качестве обучающих данных были использованы изображения кошек и собак с платформы «Kaggle» [11].

### 2.2. Обработка данных

Перед передачей данных в сеть для обучения, необходима их подготовка.

Подготовка изображений состоит из:

- 1) Считывания файлов с изображениями
- 2) Декодирования данных с JPEG в таблицы пикселей RGB
- 3) Преобразования их в тензоры
- 4) Изменения размерности
- 5) Масштабирования значений пикселей в диапазон от 0 до 1
- 6) Перемешивания данных для произвольного поступления в обучаемую сеть

После обработки данных получили:

- Размерность изображений 48x48 пикселей
- Количество каналов – 3 (RGB)
- Количество изображений:

В тренировочном сете:

- Кошки – 4000
- Собаки – 4000

В тестовом сете:

- Кошки – 1005
- Собаки – 977

Процесс обучения, делалась с помощью метода `compile`. Этот метод имеет три аргумента и в данной работе были использованы следующие аргументы:

- Оптимизатор. Адама (adaptive moment estimation)

```
optimizer='adam'
```

- Функция вычисления ошибок. Бинарная кросс-энтропия

```
loss=tf.keras.losses.BinaryCrossentropy()
```

- Список метрик.

```
metrics=['accuracy'].
```

Для решения задачи классификации в качестве нейронной сети будем использовать сверточную нейронную сеть (см. Приложение Б) и рекуррентную LSTM сеть (см. приложение В).

### **2.3. Сверточная нейросеть**

Первый слой является входным имеет 64 фильтра и 1792 параметра.

Второй, третий, четвертый слои являются сверточными. Эти слои состоят из 128, 256, 512 фильтров и 73856, 295168, 1180160 параметров.

Пятый слой является полносвязным, состоит из 128 фильтров и 589952 параметров.

Шестой слой является выходным, имеет 1 фильтр и 129 параметров.

## Вывод на экран:

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d_4 (Conv2D)	(None, 48, 48, 64)	1792
max_pooling2d_4 (MaxPooling2D)	(None, 24, 24, 64)	0
conv2d_5 (Conv2D)	(None, 24, 24, 128)	73856
max_pooling2d_5 (MaxPooling2D)	(None, 12, 12, 128)	0
conv2d_6 (Conv2D)	(None, 12, 12, 256)	295168
max_pooling2d_6 (MaxPooling2D)	(None, 6, 6, 256)	0
conv2d_7 (Conv2D)	(None, 6, 6, 512)	1180160
max_pooling2d_7 (MaxPooling2D)	(None, 3, 3, 512)	0
flatten_1 (Flatten)	(None, 4608)	0
dense_2 (Dense)	(None, 128)	589952
dense_3 (Dense)	(None, 1)	129

=====  
Total params: 2,141,057  
Trainable params: 2,141,057  
Non-trainable params: 0  
=====  
None

Рис 10. Сводная информация сверточной сети

```
Epoch 1/8
125/125 [=====] - 168s 1s/step - loss: 5.1738 - accuracy: 0.5467 - val_loss: 3.0862 - val_accuracy: 0.5176
Epoch 2/8
125/125 [=====] - 168s 1s/step - loss: 2.7845 - accuracy: 0.6118 - val_loss: 2.5356 - val_accuracy: 0.6553
Epoch 3/8
125/125 [=====] - 169s 1s/step - loss: 2.3580 - accuracy: 0.6766 - val_loss: 2.1715 - val_accuracy: 0.7155
Epoch 4/8
125/125 [=====] - 172s 1s/step - loss: 2.0543 - accuracy: 0.7029 - val_loss: 1.9242 - val_accuracy: 0.7246
Epoch 5/8
125/125 [=====] - 171s 1s/step - loss: 1.8305 - accuracy: 0.7234 - val_loss: 1.7620 - val_accuracy: 0.7307
Epoch 6/8
125/125 [=====] - 169s 1s/step - loss: 1.6416 - accuracy: 0.7499 - val_loss: 1.5674 - val_accuracy: 0.7664
Epoch 7/8
125/125 [=====] - 179s 1s/step - loss: 1.4839 - accuracy: 0.7724 - val_loss: 1.4487 - val_accuracy: 0.7629
Epoch 8/8
125/125 [=====] - 171s 1s/step - loss: 1.3564 - accuracy: 0.7906 - val_loss: 1.3529 - val_accuracy: 0.7715
```

Рис 11. Процесс обучения сети

```
true positive = 714
true neagative = 788
false positive = 170
false negative = 286
      precision    recall  f1-score   support

   cats      0.73      0.82      0.78      958
   dogs      0.81      0.71      0.76     1000

 accuracy                   0.77      1958
 macro avg      0.77      0.77      0.77      1958
weighted avg      0.77      0.77      0.77      1958
```

Рис 12. Оценка обученной сети на тестовом датасете

Из рисунка выше видно, что 1502 данных модель правильно классифицировал, а в 456 данных не смог правильно проклассифицировать

В качестве результата программы мы получили два графика, в первой указаны функции потерь при тренировочном и тестовом датасете, а во втором точность классификации при тех же сетах.

Синим нарисованы значения при тестовых данных, а красным при тренировочных данных.

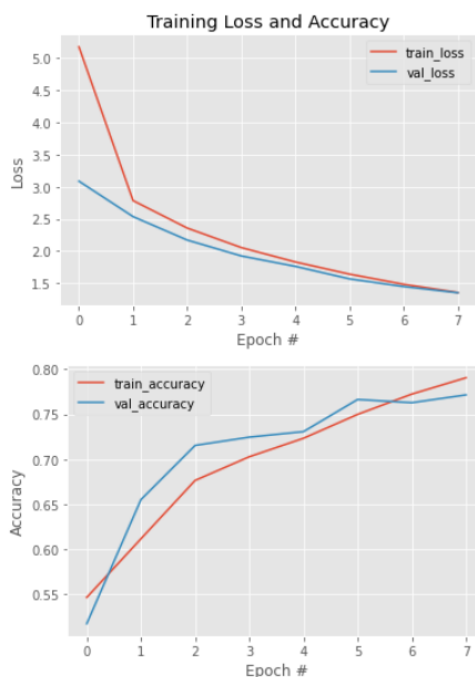


Рис 13. Графики потерь и точности

Как видно из (Рис 13), наша модель имеет при тренировочном сете около 79% точности, а при тестовых данных 77%. Удалось избежать переобучения.

Для более точной оценки нашей модели была создана и представлена матрица ошибок (рис. 14), под которой мы понимаем матрицу, столбцами которой являются истинные значения, а строки предсказанные значения:

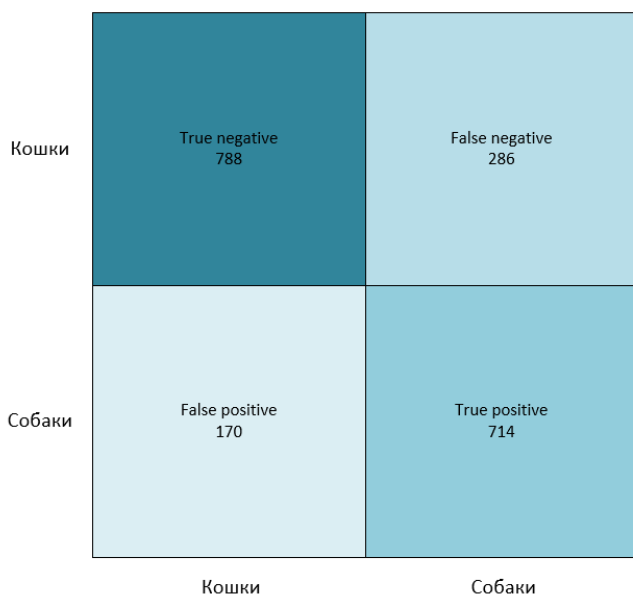


Рис 14. Матрица ошибок

## 2.4. Рекуррентная нейросеть

чтобы рекуррентная нейросеть корректно работала, изменяем наш датасет, для этого используем функцию `reshape()` и выпрямляем данные.

Наша модель состоит из LSTM слоя и слоя Dense (т.е. полносвязный слой или классификатор).

Вывод на экран

Model: "sequential\_1"

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm_1 (LSTM)	(None, 64)	16896
dense_1 (Dense)	(None, 1)	65

=====  
 Total params: 16,961  
 Trainable params: 16,961  
 Non-trainable params: 0

Рис 15 Сводная информация рекуррентной сети

```

Epoch 1/16
247/247 [=====] - 923s 4s/step - loss: 0.6877 - accuracy: 0.5506 - val_loss: 0.6777 - val_accuracy: 0.5878
Epoch 2/16
247/247 [=====] - 929s 4s/step - loss: 0.6789 - accuracy: 0.5816 - val_loss: 0.6811 - val_accuracy: 0.5643
Epoch 3/16
247/247 [=====] - 954s 4s/step - loss: 0.6766 - accuracy: 0.5860 - val_loss: 0.6720 - val_accuracy: 0.5883
Epoch 4/16
247/247 [=====] - 986s 4s/step - loss: 0.6725 - accuracy: 0.5873 - val_loss: 0.6728 - val_accuracy: 0.5788
Epoch 5/16
247/247 [=====] - 984s 4s/step - loss: 0.6718 - accuracy: 0.5847 - val_loss: 0.6694 - val_accuracy: 0.5908
Epoch 6/16
247/247 [=====] - 952s 4s/step - loss: 0.6693 - accuracy: 0.5934 - val_loss: 0.6683 - val_accuracy: 0.5918
Epoch 7/16
247/247 [=====] - 945s 4s/step - loss: 0.6692 - accuracy: 0.5936 - val_loss: 0.6697 - val_accuracy: 0.5923
Epoch 8/16
247/247 [=====] - 948s 4s/step - loss: 0.6674 - accuracy: 0.5910 - val_loss: 0.6729 - val_accuracy: 0.5908
Epoch 9/16
247/247 [=====] - 953s 4s/step - loss: 0.6661 - accuracy: 0.5960 - val_loss: 0.6611 - val_accuracy: 0.6143
Epoch 10/16
247/247 [=====] - 950s 4s/step - loss: 0.6652 - accuracy: 0.5993 - val_loss: 0.6623 - val_accuracy: 0.6118
Epoch 11/16
247/247 [=====] - 955s 4s/step - loss: 0.6636 - accuracy: 0.6004 - val_loss: 0.6608 - val_accuracy: 0.6073
Epoch 12/16
247/247 [=====] - 941s 4s/step - loss: 0.6629 - accuracy: 0.5974 - val_loss: 0.6607 - val_accuracy: 0.6083
Epoch 13/16
247/247 [=====] - 954s 4s/step - loss: 0.6609 - accuracy: 0.6028 - val_loss: 0.6593 - val_accuracy: 0.6193
Epoch 14/16
247/247 [=====] - 944s 4s/step - loss: 0.6596 - accuracy: 0.6062 - val_loss: 0.6534 - val_accuracy: 0.6138
Epoch 15/16
247/247 [=====] - 937s 4s/step - loss: 0.6574 - accuracy: 0.6069 - val_loss: 0.6505 - val_accuracy: 0.6138
Epoch 16/16
247/247 [=====] - 965s 4s/step - loss: 0.6555 - accuracy: 0.6145 - val_loss: 0.6542 - val_accuracy: 0.6158

```

Рис 16. Процесс обучения сети

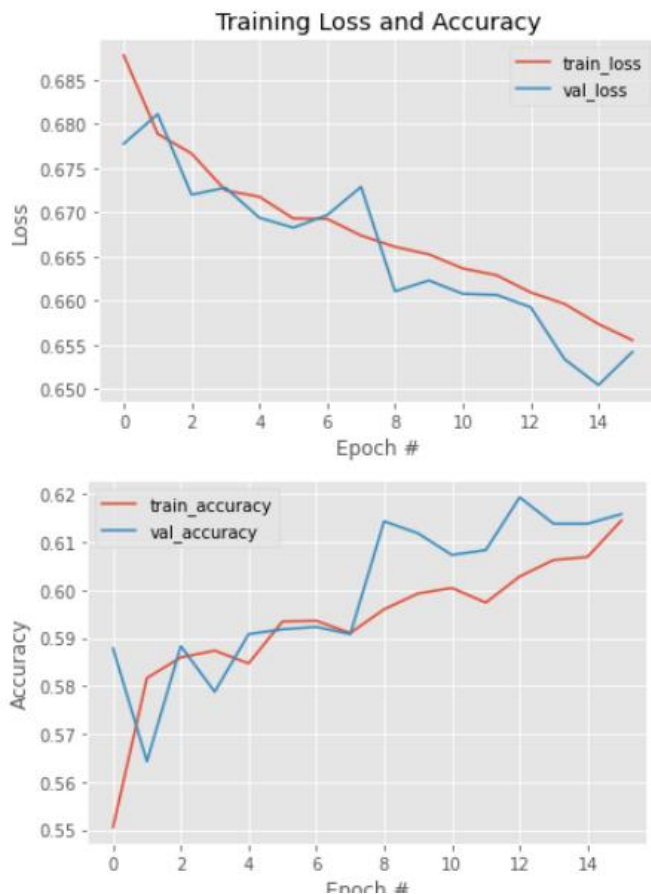


Рис 17. Графики потерь и точности

Точность нашей сети на тренировочных данных равно 0.6145, а в тестовых 0,6158. Переобучения получилось избежать.

Матрица ошибок

Кошки	True negative 585	False negative 386
Собаки	False positive 373	True positive 614
	Кошки	Собаки

*Рис 18. Матрица ошибок*

### **3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

#### **3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

##### **3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

В выпускной квалификационной работе была рассмотрена классификация транспортных средств с помощью нейронных сетей. Данная работа может быть использована для определения транспортного потока на участках дорог или для его контроля, поэтому целевой аудиторией являются отделы предприятий, которые отвечают за логистику.

Сегменты рынка, в которых может быть использованы результаты ВКР:

- Люди, отвечающие за логистику в компаниях
- Государственные отрасли, которые отвечают за контроль дорожного движения

##### **3.1.2. Анализ конкурентных технических решений**

Был проведен анализ разработок конкурентов для введения корректив.

Была использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования;
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку



сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В качестве моделей-конкурентов были отобраны следующие модели:  
описать

К1 - Многослойный перцептрон – это математическая модель, имитирующая работу человеческого мозга, в котором один алгоритм обратного распространения ошибки обучает все слои нейронов.

К2 - Простейшая рекуррентная сеть – вид нейронных сетей, где связи между элементами образуют направленную последовательность. Благодаря этому появляется возможность обрабатывать серии событий во времени или последовательные пространственные цепочки. В отличие от многослойных перцептронов, рекуррентные сети могут использовать внутреннюю память для обработки последовательностей произвольной длины.

*Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)*

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Удобство использования	0,25	7	5	5	1,7 5	1,2 5	1,25
2. Потребность в ресурсах памяти	0,15	3	8	6	0,4 5	1,2	0,9
3. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,075	7	4	5	0,5 25	0,3	0,375
4. Скорость работы	0,125	4	7	6	0,5	0,8 75	0,75
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	8	3	4	0,8	0,3	0,4

2. Уровень проникновения на рынок	0,125	7	5	6	0,8 75	0,6 25	0,75
3. Цена	0,15	3	7	4	0,7 5	1,0 5	0,6
4. Послепродажное обслуживание	0,025	5	5	5	0,1 25	0,1 25	0,125
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>5,7 75</b>	<b>5,7 25</b>	<b>5,15</b>

### 3.1.3. SWOT-анализ

#### Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
	<p><b>научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Гибкость построенных моделей (их можно поменять под другие данные и нужды)</p> <p>С2. При реализации используется язык Python(относительно легкий и доступный язык, идеально подходит для данной задачи)</p> <p>С3. Более высокая точность распознавания по сравнению с другими моделями</p>	<p><b>научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1.Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой</p> <p>Сл2. Сложный, по сравнению с другими, алгоритм для понимания.</p> <p>Сл3. Потребность в мощной ЭВМ для обучения модели</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Запуск рекламы в соцсетях</p> <p>В2. Привлечение специалиста со стороны</p>	<p>Полученную модель можно в итоге модифицировать для других программных сред и под другие данные.</p>	<p>Нанять в штат сотрудников программиста, разбирающегося в данной среде.</p> <p>Проработать партнёрские программы</p>

<p>В3. Возможность сотрудничества с предприятиями не только российского рынка, но и иностранного.</p>		<p>Использовать облачные технологии для запуска программы на более слабых компьютерах</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Невозможность приобретать ЭВМ и запрет на использование программных средств из-за санкций.</p> <p>У2. Появление новых конкурентов в рынке</p> <p>У3. Перенасыщение рынка</p>	<p>При снижении спроса перейти в другой сегмент рынка.</p>	<p>Завести деловые отношения с зарубежными компаниями, чтобы всегда был доступ к зарубежным технологиям.</p>

### 3.2. Планирование научно-исследовательских работ

#### 3.2.1. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (3)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (4)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

### 3.2.2. Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

*Диаграмма Ганта* – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (5)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе  $T_{ki}$  необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу (табл. 8).

### 3.2.3. Определение трудоемкости выполнения работ

Для выполнения работы должны быть задействованы исполнители. Ими могут быть:

руководитель проекта (Р);

исполнитель (И).

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$
	$t_{\text{min}}$ , л. дни	$t_{\text{max}}$ , л. дни	$t_{\text{ож}}$ , л. дни			
Составление	3	21	10	И, Р	5/5	8

утвержде ние техничес кого задания, постанов ка целей и задач исследова ния						
Изучение литерату ры, подготов ка материал ов по теме	14	31	21	И	21	32
Составле ние календар ного плана	5	7	6	И	6	9
Разработк а алгоритм а и синтез программ ного кода	25	40	31	И	31	46
Тестиров ание и получени е	8	16	12	И	12	18

результатов						
Оценка качества написанной программы	1	3	2	И, Р	1/1	2
Оформление итогового результата проекта	14	20	17	И, Р	9/9	14
Итого			99		85	129

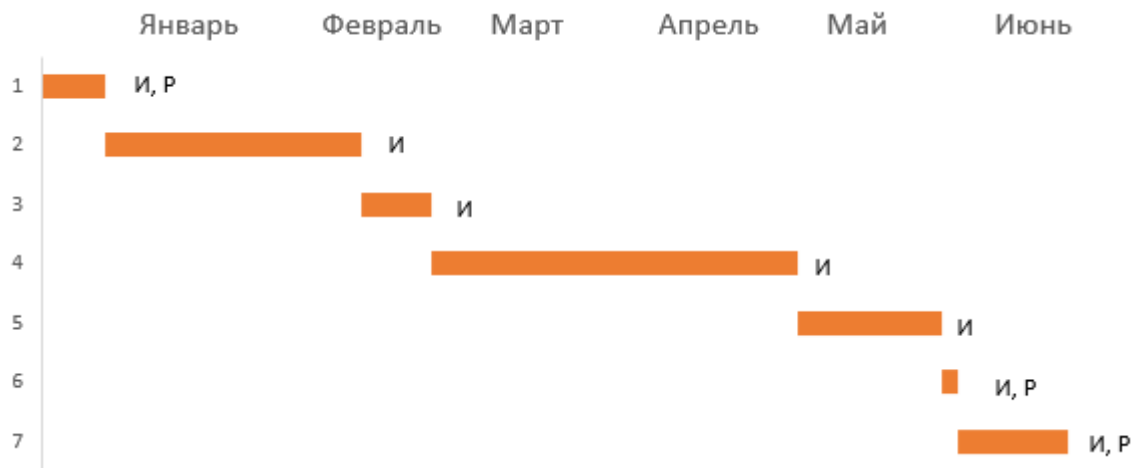


Рисунок 19. Диаграмма Ганта

### 3.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

#### 3.3.1. Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расxi}$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расxi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$\Pi_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Содержание этой статьи составляют затраты на материалы, используемые при разработке проекта, включая расходы на их приобретение



и, при необходимости, доставку. Транспортные расходы составляют 15-25% от стоимости материалов.

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага для принтера	Штук	1	500	500
Итого				500

### 3.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью стоит включить стоимость рабочего компьютера, с помощью которого реализуются все расчеты и проверка моделей финансовой устойчивости. Используемая программа есть в открытом доступе, как на ПК, так и в онлайн-ресурсах. Определение стоимости используемой техники производится в виде амортизационных отчислений.

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Стоимость единицы оборудования, тыс.руб..	Общая стоимость, тыс.руб.
1.	Ноутбук HP Pavilion 15-bc404ur	1	55	3,437 5
2.	Подписка на JetBrains ruycharm	1	12	12
3	Google Collaboratory	1	0	0

Расчет амортизации проводится для оборудования стоимостью более 40 тыс.рублей. Следовательно, нужно взять стоимость оборудования с вычетом

амортизации за 4 года для ноутбуков, для среды программирования рuсharm  
нужно взять полную стоимость.

### 3.3.3. Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (8)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от **предприятия** (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (9)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8);

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (10)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $M=11,2$  месяца, 5-дневная неделя;  
 при отпуске в 48 раб. дней  $M=10,4$  месяца, 6-дневная неделя;  
 $F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 13).

Таблица 13

*Баланс рабочего времени*

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	66	66
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48	48
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (11)$$

где  $Z_{tc}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{tc}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от  $Z_{tc}$ );

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата  $Z_{tc}$  находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда  $T_{ci} = 600$  руб. на тарифный коэффициент  $k_T$  и учитывается по единой для бюджетных организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии. Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 14.

Таблица 14

*Расчёт основной заработной платы*

Исполнители	З <sub>оклад,руб.</sub>	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	З <sub>м, руб</sub>	З <sub>дн, руб.</sub>	Т <sub>р, раб. дн.</sub>	З <sub>осн, руб.</sub>
Руководитель	37700	30%	20%	30%	73515	3046,04	15	4 569,06
Инженер	19200	30%	20%	30%	37440	1956,7	85	131860,4
136 429,46								

Основная заработная плата **руководителя** (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор (см. «Положение об оплате труда», приведенное на интернет-странице Планово-финансового отдела ТПУ).

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) иные выплаты; районный коэффициент.

### **3.3.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы**

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (12)$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

### 3.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (13)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%<sup>1</sup>.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме

Таблица 15

#### *Отчисления во внебюджетные фонды*

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	4569,06	685,359
Студент-дипломник	131860,4	19779,06

<sup>1</sup> Федеральный закон от 24.07.2009 №212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования»

Коэффициент отчислений внебюджетные фонды	во	27,1%
<b>Итого 42 518,2</b>		

### 3.3.6. Расчет затрат на научные и производственные командировки

Затраты на научные и производственные командировки исполнителей определяются в соответствии с планом выполнения темы и с учетом действующих норм командировочных расходов различного вида и транспортных тарифов.

### 3.3.7. Контрагентные расходы

На эту статью относится использование Internet. Оплата раз в месяц составляет 350 рублей. Проект длится 3 месяца, значит суммарно  $3 \cdot 350 = 1\ 050$  руб.

### 3.3.8. Прочие прямые затраты

В данную статью расходов проекта необходимо включить затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием. Стоимость 1 кВт электроэнергии составляет 5,88 руб., мощность по времени одного используемого ноутбука 135 Вт/ч, коэффициент использования мощности – 0,8, суммарное количество часов работы ноутбука  $85 \cdot 8 = 680$ . Итого будет потреблено  $135 \cdot 0,8 \cdot 680 = 73\ 440$ Вт, стоимость потреблённой электроэнергии составит  $73,440 \cdot 5,88 = 431,8272$  руб

### 3.3.9. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}},$$

где  $k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

### **3.3.10. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта**

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 16.

Таблица 16. *Расчет бюджета затрат НИИ*

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	500	Пункт 2.2.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	15437,5	Пункт 2.2.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	136 429,46	Пункт 2.2.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	20 464,4	Пункт 2.2.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	42 518,2	Пункт 2.2.5
6. Затраты на научные и производственные командировки	0	Пункт 2.2.6
7. Контрагентские расходы	1050	Пункт 2.2.7
8. Прочие прямые затраты	431,8	Пункт 2.2.8



9. Накладные расходы	34621,02	Пункт 2.2.9
10. Бюджет затрат НТИ	251002,38	Сумма ст. 1- 9

### 3.4. Оценка эффективности проекта

#### Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

*Интегральный показатель финансовой эффективности* научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования (см. табл. 16). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

*Интегральный финансовый показатель* разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (15)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$J_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{251002,38}{300618,72} = 0,835$$

$$J_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{300618,72}{300618,72} = 1$$

$$J_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{280766,4}{300618,72} = 0,9339$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

**Интегральный показатель ресурсоэффективности** вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (16)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 17).

Таблица 17

*Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта*

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Удобство использования	0,25	7	5	5
2. Потребность в ресурсах памяти	0,15	3	8	6
3. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,075	7	4	5
4. Скорость работы	0,125	4	7	6

Экономические критерии оценки эффективности				
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	8	3	4
2. Уровень проникновения на рынок	0,125	7	5	6

$$I_{p-исп1} = 7*0,25 + 3*0,15 + 7*0,075 + 4*0,125 + 8*0,1 + 7*0,125 = 4,9;$$

$$I_{p-исп2} = 5*0,25 + 8*0,15 + 4*0,075 + 7*0,125 + 3*0,1 + 5*0,125 = 4,55;$$

$$I_{p-исп3} = 5*0,25 + 6*0,15 + 5*0,075 + 6*0,125 + 4*0,1 + 6*0,125 = 4,425.$$

**Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки** ( $I_{исп.i.}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}} \text{ и т.д.} \quad (17)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,9}{0,835} = 5,8683$$

$$I_{исп.2} = \frac{4,55}{1} = 4,55$$

$$I_{исп.3} = \frac{4,425}{0,9339} = 4,7382$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.18) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (18)$$

$$\mathcal{E}_{\text{cp}} = \frac{5,8683}{4,55} = 1,2897$$

$$\mathcal{E}_{\text{cp}} = \frac{5,8683}{4,7382} = 1,2385$$

Таблица 18. Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,835	1	0,9339
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,9	4,55	4,425
3	Интегральный показатель эффективности	5,8683	4,55	4,7382
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения		1,2897	1,2385

Таким образом, делаем вывод о том, что наш проект более выгоден, чем у конкурентов.

### Вывод по разделу

В результате работы над данным разделом определены основные показатели эффективности научно-технического проекта: определен бюджет исследования, а также проведена оценка научно-технического уровня разработки. В результате данное исследование можно классифицировать как среднее, с точки зрения научно-технического уровня.

Анализ конкурентных технических решений показал, что предложенный метод имеет высокую конкурентоспособность за счет высокой точности распознавания, дешевизны.

Разграничение этапов работ позволило структурировать план работы над исследованием, определить ответственных за его этапы. На основе созданного перечня этапов и работ был создан календарный план-график, согласно которому общая длительность работ составляет 85 дней. Бюджет затрат на исследование составляет 251002,38 руб.

## **4. Социальная ответственность**

### **4.1. Введение**

Данный раздел выпускной квалификационной работы направлен на выявление опасных и вредных факторов, которые могут присутствовать при проектировании на рабочем месте оператора ПЭВМ. Рассмотрены меры по снижению и предупреждению вредных воздействий на окружающую среду, исследованы правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при чрезвычайных ситуациях.

### **4.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Правовые вопросы организации труда работника, обеспечение его безопасности регулируется трудовым кодексом РФ, а также санитарными нормами и инструкциями. В соответствии со ст.100 Трудового кодекса РФ режим рабочего времени устанавливается правилами внутреннего трудового распорядка, которые, в свою очередь, утверждаются работодателем с учетом мнения представительного органа работников. В данном документе также регламентируется продолжительность рабочего времени, которая не должна быть меньше указанного времени в трудовом договоре, но, в свою очередь, не должна превышать 40 часов в неделю. Также законодательством предусмотрено установление в течение рабочего дня перерывов для питания и отдыха [14]. К актам, устанавливающим количество и продолжительность технологических перерывов, обязательным для исполнения, относятся санитарные нормы и правила [15], которыми установлены гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам (ПЭВМ) и организации работы. В них указывается, что в случаях, когда характер работы требует постоянного взаимодействия с видеодисплейными терминалами, рекомендуется организация перерывов на 10-15 мин. через каждые 45-60 мин. работы.

Согласно ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве» установлены правовые основы обязательного социального страхования и определен порядок возмещения вреда, причиненного жизни и здоровью работника при исполнении им обязанностей по трудовому договору [16]. Обязательное социальное страхование предусматривает обеспечение социальной защиты застрахованных, в качестве которых выступают работники, возмещение вреда, причиненного жизни и здоровью застрахованного при исполнении им обязанностей, обеспечение предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Средства на осуществление обязательного социального страхования формируются в основном за счет обязательных страховых взносов страхователей (работодателя).

В качестве поощрения работника за выполнение им трудовых обязанностей предусмотрена система оплаты труда, включающая размеры окладов, доплат и надбавок компенсационного характера и стимулирующего характера, системы премирования, установленные трудовыми договорами и соглашениями в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами.

#### **4.2.1. Требования к организации рабочих мест пользователей**

Рабочее место должно быть организовано с учетом эргономических требований согласно [17] и [18]. Конструкция рабочей мебели (рабочий стол, кресло, подставка для ног) должна обеспечивать возможность индивидуальной регулировки соответственно росту пользователя и создавать удобную позу для работы. Вокруг ПК должно быть обеспечено свободное пространство не менее 60- 120см;

На уровне экрана должен быть установлен оригинал-держатель. На рисунке 17. схематично представлены требования к рабочему месту.



Рисунок 20 - Организация рабочего места

Работа программиста связана с постоянной работой за компьютером, следовательно, могут возникать проблемы, связанные со зрением. Также неправильная рабочая поза может оказывать негативное влияние на здоровье. Таким образом, неправильная организация рабочего места может послужить причиной нарушения здоровья и появлением психологических расстройств. Согласно [19]:

- яркость дисплея не должна быть слишком низкой или слишком высокой;
- размеры монитора и символов на дисплее должны быть оптимальными;
- цветовые параметры должны быть отрегулированы таким образом, чтобы не возникало утомления глаз и головной боли.
- опоры для рук не должны мешать работе на клавиатуре;
- верхний край монитора должен находиться на одном уровне с глазом, нижний – примерно на  $20^\circ$  ниже уровня глаза;
- дисплей должен находиться на расстоянии 45-60 см от глаз;
- локтевой сустав при работе с клавиатурой нужно держать под углом  $90^\circ$ ;
- каждые 10 минут нужно отводить взгляд от дисплея примерно на 5- 10 секунд;
- монитор должен иметь антибликовое покрытие;

- работа за компьютером не должна длиться более 6 часов, при этом необходимо каждые 2 часа делать перерывы по 15-20 минут;
- высота стола и рабочего кресла должны быть комфортными.

### 4.3. Производственная безопасность

Компьютерное моделирование и проектирование на ПЭВМ как правило производится в чистых офисных помещениях, компьютерных лабораториях, где присутствуют такие вредные производственные факторы как: повышенный уровень шума и температуры вследствие работы системных блоков ЭВМ и другой аппаратуры, отсутствие либо недостаток естественного и искусственного освещения, что может быть связано с неудачным расположением окон помещения, а также недостаточная вентиляция. Кроме того, многие сотрудники подвержены воздействию таких психофизических факторов, как: умственное напряжение, перенапряжение зрительных и слуховых органов чувств, монотонность труда, эмоциональные перегрузки.

Производственный фактор считается вредным, если воздействие этого фактора на работника может привести к его заболеванию. Производственный фактор считается опасным, если его воздействие на работника может привести к его травме. Возможные опасные и вредные факторы согласно ГОСТ 12.0.003- 2015 приведены в таблице ниже.

Таблица 19 - *Возможные опасные и вредные факторы Факторы (ГОСТ 12.0.003- 2015)*

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами	+	+	+	ГОСТ 12.0.002-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения



психофизиологического воздействия				
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений; ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем характеристик шумового воздействия	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током	+	+	+	ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ «Средства защиты работающих. Классификация».
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электромагнитными полями	+	+	+	СанПиН 2.2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронновычислительным машинам и организации работы»; СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах"; ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.
Опасные и вредные производственные факторы, связанные со световой средой	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–

				03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.
--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### **4.3.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов.**

##### **Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия.**

Основную часть времени разработчик-программист проводит за работой на персональном компьютере. Для минимизации нагрузок психофизиологического характера на работника, особое внимание следует уделить требованиям организации рабочего пространства. Рабочее место должно обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования, например, компьютера или другого офисного оборудования, с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. Для снижения психофизиологических нагрузок на работника необходимо соблюдать требования к режиму труда и отдыха. В частности, соблюдение данных требований позволит минимизировать нервно-психические, нервно-эмоциональные перегрузки, а также утомление глаз, повышенную нагрузку на зрение.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 рекомендуется организовывать перерывы на 10-15 минут через каждые 45-60 минут работы. При этом продолжительность непрерывной работы с компьютером не должна превышать 2 часов. Во время перерывов следует выполнять комплекс упражнений для снятия утомления зрительного анализатора, напряжения в позвоночнике, а также общего эмоционального напряжения. Несоблюдение вышеуказанных правил может привести к получению работником травмы или развития заболевания.

#### **4.3.1.1. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами**

Производственный микроклимат, определяются состоянием температуры, влажности и движения воздуха производственных помещений, а также тепловым излучением от нагретого оборудования и обрабатываемых материалов [20]. В производственных помещениях с использованием ЭВМ, где работа связана с нервноэмоциональным напряжением обеспечивают оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами микроклимата производственных помещений.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности. Санитарные правила обязательны для соблюдения всеми государственными органами, предприятиями и другими организациями. Санитарные нормы устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест с учетом интенсивности энергозатрат работников. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах соответствуют значениям, приведенным в (Таблица 20) применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. Холодным периодом года считается период года с среднесуточной температурой наружного воздуха равной +10 С и ниже. Теплым периодом считается период года при среднесуточной температуре наружного воздуха выше +10 С.

На основе интенсивности общих энергозатрат осуществляется разграничение работ по категориям СанПиН 2.2.4.548-96. Для производственных помещений с низким уровнем физической активности

работников и энергозатратами организма человека до 120 ккал/ч или 139 Вт предусмотрена категория помещений Ia.

Таблица 20 - Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, С	Температура воздуха, С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м / с
Холодный	Ia (до 139 Вт)	22-24	21-25	40-60	0,1
Теплый	Ia (до 139 Вт)	23-25	22-26	40-60	0,1

В производственных помещениях, в которых допустимые нормативные величины показателей микроклимата невозможно установить, условия микроклимата рассматривают как вредные и опасные. В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата используют системы местного кондиционирования воздуха, компенсацию неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, спецодежду и другие средства индивидуальной защиты, помещения для отдыха и обогрева, регламентацию времени работы, в частности, перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы и др.

#### **4.3.1.2. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем характеристик шумового воздействия**

Повышенный шум влияет на нервную и сердечнососудистую системы, репродуктивную функцию человека, вызывает раздражение, нарушение сна, утомление, агрессивность, способствует психическим заболеваниям. При постоянном нахождении в помещении где уровень шума более 85 децибел, могут наблюдаться нарушения слуха.

В производственных помещениях при выполнении основных или вспомогательных работ с использованием ЭВМ уровни шума на рабочих местах не превышают предельно допустимых значений, установленных для данных видов работ в соответствии с действующими санитарноэпидемиологическими нормативами. Для лаборатории, в которой велась разработка, основными источниками шума являются расположенные в помещении компьютеры и кондиционер. В соответствии с нормами, регламентируемыми СН 2.2.4/2.1.8.562-96, предельно допустимый уровень звукового давления в лабораторных помещениях, где проводится проектирование, конструирование, научная деятельность не превышает 50 дБ. Защита от шума регламентируется СНиП 11–12–77. К мероприятиям по защите от шума относятся: уменьшение шума в источнике возникновения; применение специальных глушителей, звукоизоляция помещений и оборудования, звукопоглощение, проведение предварительных и периодических осмотров рабочих мест и помещений.

#### **4.3.1.3. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током**

Электрическая безопасность включает в себя правовые, социальноэкономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. Электрические установки, к которым относится практически все оборудование ЭВМ, представляют для человека потенциальную опасность,

так как в процессе эксплуатации или проведения профилактических работ может произойти случайный контакт человека с электрически неизолированными либо незаземленными частями ЭВМ. Электрический ток оказывает на организм человека термическое, электролитическое и биологическое действия, приводящие к ожогам тела, нарушению физико-химического состава крови, а также к раздражению и возбуждению живых тканей организма, сопровождающиеся непроизвольными судорожными сокращениями мышц (сердца, легких).

Нормы электробезопасности на рабочем месте регламентируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, вопросы требований к защите от поражения электрическим током освещены в ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ [21].

Мероприятия, направленные на предотвращение возможности поражения электрическим током, включают в себя следующее:

- при выполнении монтажных работ необходимо использовать только исправно работающий инструмент, аттестованный службой КИПиА;
- запрет на выполнение работ на задней панели при включенном сетевом напряжении;
- выполнение работ по устранению неисправностей должно производиться компетентными людьми;
- нужно постоянно наблюдать за исправностью электропроводки и в случае обнаружения неисправностей незамедлительно принимать действия по их устранению.

#### **4.3.1.4. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электромагнитными полями**

Основным источником электромагнитных излучений является излучение от мониторов ЭВМ. Временные допустимые уровни электромагнитного излучения малы и отвечают требованиям СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-12. «Электромагнитные поля в производственных условиях» [22] которые приведены в (Таблица 21).

Таблица 21 - *Временные допустимые уровни электромагнитных помех, создаваемых ЭВМ*

Наименование параметра	Диапазон частот, кГц	Временные допустимые уровни электромагнитных полей
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 0,005 - 2	25 В/м
	В диапазоне частот 2 - 400	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 0,005 - 2	250 нТл
	В диапазоне частот 2 - 400	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Мероприятия по снижению излучений включают:

- мероприятия по сертификации ЭВМ (ПК) и аттестации рабочих мест;
- применение экранов и фильтров;
- применение средств индивидуальной защиты путем экранирования пользователя ЭВМ (ПК) целиком или отдельных зон его тела;
- использование иных технических средств защиты от патогенных излучений.

#### 4.3.1.5. Опасные и вредные производственные факторы, связанные со световой средой

В помещениях, где происходит работа за ЭВМ используется естественное и искусственное освещение. Естественное освещение предполагает проникновение внутрь зданий солнечного света через окна и различного типа светопроемы. Нормы естественного освещения для разных зданий и помещений разрабатываются с учетом их назначения. В помещениях общественных зданий, лабораторий применяют систему комбинированного освещения в помещениях общественных зданий, где выполняется напряженная зрительная работа. Общее освещение в лабораторных помещениях поддерживают равномерным.

Согласно санитарным нормам СНиП 23-05-95 [23] производственные помещения классифицируются на несколько категорий, для которых предусмотрены нормы освещенности. Лабораторное помещение для работы на ЭВМ относится к категории зрительной работы малой точности. Характеристики освещенности для данного класса помещений приведены в (Таблица 22).

Таблица 22 - Характеристики освещенности

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Освещенность, лк	
						Комбинированное освещение	Общее освещение
Малой точности	Св. 1 до 5	V	В	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	-	200
			Г	Средний Большой	Светлый Средний	-	200



Безопасность и здоровье условия труда в большой степени зависят от освещенности рабочих мест и помещений. Неудовлетворительное освещение утомляет не только зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Неправильное освещение может быть причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы, резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю зрения, ориентации. Правильное освещение уменьшает количество несчастных случаев, повышает производительность труда.

Согласно требованиям СанПиН необходимо при проведении испытаний соблюдать определенные правила:

- применять комбинированную освещенность;
- естественный свет преимущественно должен падать слева;
- освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 – 500 лк;
- освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк;
- в качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно люминесцентные лампы либо компактные светодиодные лампы;
- для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях для использования персональных электронно-вычислительных машин следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

Проведем расчет общего освещения в рабочем помещении, где установлено несколько рабочих компьютеров и присутствуют более 1 человека. Рабочим помещением служит учебный компьютерный класс в 427 ауд. 10 корпуса ТПУ. Данная аудитория имеет площадь 27.2 м<sup>2</sup> и вмещает в себя 10 рабочих мест. Расчет общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отраженный от потолка и

стен. Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$n = \frac{E_H * S * K_S * z}{\Phi_L * \eta * n}$$

где,  $E_H$  – нормируемая минимальная освещенность по СНиП 23-05-95, 200 лк;

$S$  – площадь освещаемого помещения – 27.2 м<sup>2</sup> ;

$K_S$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), пыли 1,4;

$z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение  $E_{cp} / E_{min}$ . Для люминесцентных ламп при расчетах берется равным 1,1;

$n$  – число ламп в светильнике;

$\eta$  - коэффициент использования светового потока, %.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения  $i$ , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью  $h$  и коэффициентов отражения стен  $\rho_c$  и потолка  $\rho_n$ .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h * (A + B)}$$

где,  $h$  - допустимая высота подвеса светильников с люминесцентными лампами;

$A$  – ширина помещения;

$B$  – длина помещения.

Помещение имеет длину  $A= 6,48$ м, ширина  $B=4,2$ м, высота  $H= 2,7$ м. Высота рабочей поверхности  $h_{pn}=0,7$ м. Требуется создать освещение  $E=200$  лк. Стены в рассматриваемом помещении окрашены светло-бежевой краской, потолок свежепобеленный, согласно СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение, коэффициенты отражения: стен  $\rho_c = 50\%$ , потолка

$\rho_n = 70\%$ . Коэффициент запаса  $K_3 = 1,4$ , коэффициент неравномерности  $Z = 1,1$  согласно СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения. Выбираем светильники типа ЛВО 4×18. Приняв  $h_c = 0$  м, получаем  $h = 2,7 - 0 - 0,7 = 2$  м. – высота светильников над рабочей поверхностью. Находим индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h * (A + B)} = \frac{27,2}{2 * (6,48 + 2,2)} = 1,57$$

Для определения коэффициента использования светового потока используем табличные данные из [20], а также коэффициенты отражения стен и потолка согласно СНиП 23-05-95.

Коэффициент использования светового потока  $\eta = 0,54$ .

Необходимое число светильников равно:

$$n = \frac{E_H * S * K_S * z}{\Phi_{л} * \eta * n} = \frac{200 * 27,2 * 1,4 * 1,1}{1300 * 0,54 * 4} = 3$$

Размещаем светильники в один ряд. В ряду можно установить 3 светильника типа ЛВО 4×18 мощностью 18 Вт. Учитывая, что в каждом светильнике установлено 4 лампы, общее число ламп в помещении  $N = 12$ . Размеры светильников ЛВО 4×18 составляют 595×595×85 мм. Схема размещения светильников в компьютерной лаборатории для люминесцентных ламп представлена на рисунке ниже.

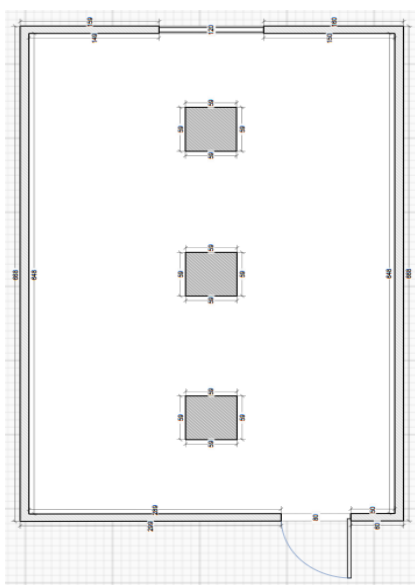


Рисунок 18. Схема расположения светильников в компьютерной лаборатории

#### **4.4. Экологическая безопасность**

Работа за ПЭВМ не являются экологически опасными работами, потому объект, на котором производилась разработка продукта и объекты, на которых он будет использован операторами ПЭВМ относятся к предприятиям пятого класса, размер санитарной зоны для которых равен 50 м. Следовательно, создание санитарно-защитной зоны и принятие мер по защите атмосферы, гидросферы, литосферы не являются необходимыми.

Компьютер и другая оргтехника в своем составе содержит токсичные вещества. При завершении срока службы такого оборудования, его можно классифицировать, как отходы электронной промышленности. Утилизация, как электронно-вычислительных машин, так и другой оргтехники включает в себя работы по: погрузке, транспортировке, разгрузке, демонтажу и извлечению различных материалов из исписанных технических средств, а также сдачу на материалы специализированным организациям для дальнейшей переработки.

В нормативном документе СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-12, даются следующие общие рекомендации по снижению опасности для окружающей среды, исходящей от компьютерной техники:

- применять оборудование, соответствующее санитарным нормам и стандартам экологической безопасности;
- применять расходные материалы с высоким коэффициентом использования и возможностью их полной или частичной регенерации;
- отходы в виде компьютерного лома утилизировать;
- использовать экономные режимы работы оборудования.

Основной проблемой охраны окружающей среды в компьютерных лабораториях является утилизация люминесцентных ламп. Все люминесцентные лампы содержат ртуть (в дозах от 1 до 70 мг), ядовитое вещество 1-го класса опасности. Такая доза может причинить вред здоровью при повреждении лампы. Хранение и удаление отходов (в данном случае - люминесцентных ламп) осуществляются в соответствии с требованиями

экологической безопасности согласно СанПиНу 2.2.7.029-99. Наполненную тару с отходами закрывают герметически стальной крышкой, при необходимости заваривают и передают по договору специализированным предприятиям, имеющим лицензию на их утилизацию.

#### **4.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация — это состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и природной среде.

Наиболее распространенными источниками возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера в лабораторных помещениях являются пожары. Пожары на предприятиях могут возникать в результате повреждения электропроводки и электрооборудования, находящегося под напряжением, нарушение правил эксплуатации электрического оборудования, эксплуатация его в неисправном состоянии, перегрузка электрических сетей, применение неисправных осветительных приборов.

В число превентивных мероприятий могут быть включены мероприятия, направленные на устранение причин, которые могут вызвать пожар. Здание лаборатории оснащается системами автоматической пожарной защиты. Они быстро обнаруживают очаг загорания, автоматически отключают электропитание ЭВМ, локализируют и тушат пожар. В помещении должен быть установлен углекислотный огнетушитель типа ОУ-5 для тушения пожаров. В случае угрозы возникновения ЧС необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, эвакуировать людей из помещения согласно плану эвакуации. Каждый сотрудник обязан соблюдать меры пожарной безопасности на предприятии и следить за их соблюдением другими.

В целях профилактики пожара предлагается не использовать открытые обогревательные приборы в помещении лаборатории. В целях уменьшения вероятности возникновения пожара вследствие короткого замыкания необходимо, чтобы электропроводка была скрытой. Еще одним фактором возникновения пожара может стать курение в помещении. Поэтому курение в помещении лаборатории категорически запрещено.

#### **4.6. Выводы по разделу**

В данном разделе проведен анализ вредных и опасных факторов, возникающих на предприятиях при работе на ПЭВМ. Предложены методы минимизации и устранения последствий воздействия таких факторов на организм человека. Подобные меры регламентируются законодательством РФ и носят, как рекомендательный, так и обязательный характер. Исполнение изученных норм и правил призвано обеспечить безопасность и ресурсоэффективность трудовой деятельности.

## Заключение

В результате проделанной работы сделаны следующие основные выводы:

1. Построены рекуррентная и сверточная нейронные сети для классификации картин. Сверточная сеть создана с использованием L1 - регуляризации с параметром  $\lambda = 0,0001$ , с шестью скрытыми слоями. Рекуррентная сеть LSTM имеет два скрытых слоя и  $\lambda = 0,0001$ .
2. При анализе графических данных не обнаружен эффект переобучения.
3. Наблюдаемая точность распознавания произвольной картинки достигла уровня в 75% для сверточной модели и 61.58% - для рекуррентной.



## Список использованных источников

1. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. Deep Learning // URL: [https://drive.google.com/file/d/1PoQfabpJeo\\_aDn-pIQPrqQlAJgPtspko/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1PoQfabpJeo_aDn-pIQPrqQlAJgPtspko/view?usp=sharing) – 653с.
2. Welcome to colabatory. Облачный сервис. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://colab.research.google.com/>
3. Справочная информация по Google Colaboratory. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Mastering the features of Google Colab | by Tanu N Prabhu | Towards Data Science](#)
4. TensorFlow. Информационный портал.[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tensorflow.org/>
5. Yann LeCun Leon Bottou, Y. B. Gradient-based learning applied to document recognition / Yoshua Bengio Yann LeCun, Leon Bottou, Patrick Haffner // IEEE. — 1998.
6. Neurohive – Рекуррентные нейронные сети // URL: <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/rekurrentnye-nejronnye-seti/>
7. Understanding LSTMs. URL: <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>
8. THE NEURAL NET ZOO [электронный ресурс] // The Asimov institute URL: <http://www.asimovinstitute.org/neural-network-zoo/> (Дата обращения 24.02.2022)
9. L1 и L2 регуляризация [электронный ресурс] // URL:<https://medium.com/@Radiologist/11-%D0%B8-12-%D1%80%D0%B5%D0%B3%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F-f6891b354507> (Дата обращения 24.03.2022)
- 10.Layer weight regularizers [электронный ресурс] // URL <https://keras.io/api/layers/regularizers/#11-class> (Дата обращения 13.04.2022)

11. Dataset: cats and dogs // <https://www.kaggle.com/datasets/d4rklucif3r/cat-and-dogs>
12. Sepp Hochreiter, Jurgen Schmidhuber. LONG SHORT-TERM MEMORY / Sepp Hochreiter, Jurgen Schmidhuber // Neural Computation – 1997 № 9(8) - 1735-1780 p
13. Глубокое обучение на Python. – СПб.: Питер, 2018. – 400с.: Ил. – (серия «Библиотека программиста»). ISBN 978-5-4461-0770-4.
14. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022)
15. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
16. Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».
17. СанПин 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СанПин 23-05-95\*»
18. ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
19. ГОСТ 12.2.061-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам».
20. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
21. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
22. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
23. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-12. «Электромагнитные поля в производственных условиях»
24. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95

25. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.  
Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
- 26.Справочная книга по светотехнике/Под ред. Ю.Б. Айзенберга.-М.:  
Энергоиздат, 1983-472 с.

## Приложение А

```
import os
os.environ['TF_CPP_MIN_LOG_LEVEL'] = '2'
import cv2
import os
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from tensorflow import keras
from tensorflow.keras.layers import Dense, Flatten, Dropout, Conv2D, MaxPooling2D
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.models import load_model
from sklearn import linear_model
from tensorflow.keras import regularizers
from keras.regularizers import l1
from sklearn.metrics import classification_report

def load_data_cats(n=None):
    if n == None:
        files1 = os.listdir("./drive/MyDrive/training_set/cats")
    else:
        files1 = os.listdir("./drive/MyDrive/training_set/cats")[n:n+1]
    opened_images1 = []
    for i in files1:
        img = cv2.imread('./drive/MyDrive/training_set/cats/' + i)
        opened_images1.append(cv2.resize(img, dsize=(48, 48), interpolation=cv2.INTER_CUBIC))
    return (opened_images1)

def load_data_dogs(n=None):
    if n==None:
        files2 = os.listdir("./drive/MyDrive/training_set/dogs")
    else:
        files2 = os.listdir("./drive/MyDrive/training_set/dogs")[n:n+1]
    opened_images2 = []
    for i in files2:
        img = cv2.imread('./drive/MyDrive/training_set/dogs/'+i)
        opened_images2.append(cv2.resize(img, dsize=(48, 48), interpolation=cv2.INTER_CUBIC))
```

```

    return (opened_images2)

def load_data_cats_test(n=None):
    if n == None:
        files1 = os.listdir("./drive/MyDrive/test_set/cats")
    else:
        files1 = os.listdir("./drive/MyDrive/test_set/cats")[n:n+1]
    opened_images1 = []
    for i in files1:
        img = cv2.imread('./drive/MyDrive/test_set/cats/' + i)
        opened_images1.append(cv2.resize(img, dsize=(48, 48), interpolation=cv2.INTER_CUBIC))
    return (opened_images1)

def load_data_dogs_test(n=None):
    if n==None:
        files2 = os.listdir("./drive/MyDrive/test_set/dogs")
    else:
        files2 = os.listdir("./drive/MyDrive/test_set/dogs")[n:n+1]
    opened_images2 = []
    for i in files2:
        img = cv2.imread('./drive/MyDrive/test_set/dogs/' + i)
        opened_images2.append(cv2.resize(img, dsize=(48, 48), interpolation=cv2.INTER_CUBIC))
    return (opened_images2)

def mix(cats, dogs):
    inputt = []
    output = []
    while (len(cats) != 0 and len(dogs) != 0):
        a = np.random.rand()
        if a > 0.5:
            inputt.append(cats.pop()) #pop возвращает элемент [на указанной позиции], удаляя его из списка
            output.append(0)
        else:
            inputt.append(dogs.pop())
            output.append(1)
    return inputt, output

```

```
inp, outpiut = mix(load_data_cats(), load_data_dogs())
inp_test, outpiut_test= mix(load_data_cats_test(), load_ata_dogs_test())
```

## Приложение Б

```
model = keras.Sequential([
    Conv2D(64, (3,3), padding='same', activation='relu',
    input_shape=(48, 48, 3)),
    MaxPooling2D((2, 2), strides=2),
    Conv2D(128, (3,3), padding='same', kernel_regularizer=regularizers.L1(0.0001), activation='relu'),
    MaxPooling2D((2, 2), strides=2),
    Conv2D(256, (3,3), padding='same', kernel_regularizer=regularizers.L1(0.0001), activation='relu'),
    MaxPooling2D((2, 2), strides=2),
    Conv2D(512, (3,3), padding='same', kernel_regularizer=regularizers.L1(0.0001), activation='relu'),
    MaxPooling2D((2, 2), strides=2),
    Flatten(),
    Dense(128, kernel_regularizer=regularizers.L1(0.0001), activation='relu'),
    Dense(1, activation='sigmoid')
])

print(model.summary())          # вывод структуры НС в консоль

model.compile(optimizer='adam',
              loss=tf.keras.losses.BinaryCrossentropy(),
              metrics=['accuracy'])
BATCH_SIZE=64
EPOCHS=round(len(inp_test)/BATCH_SIZE)
his = model.fit(np.array(inp), np.array(outpiut), validation_data=(np.array(inp_test), np.array(outpiut_test)),
              batch_size=BATCH_SIZE, epochs=8)

model.save('./tmp/Neural_net1.h5')
model.save('./drive/MyDrive/Neural_net1.h5')
modell=load_model('./tmp/Neural_net1.h5')
animal=['cats', 'dogs']
# оцениваем нейросеть
print("[INFO] evaluating network...")
```

```

predictions = np.round(model1.predict(np.array(inp_test
)))
tn, fp, fn, tp = confusion_matrix(list(outpiut_test), l
ist(predictions), labels=[0, 1]).ravel()
print('true positive = ', tp, '\n true neagative = ',
tn, '\n false positive = ', fp, '\n false negative = ', f
n)
print(classification_report(np.array(outpiut_test),
    predictions,
    target_names=animal))
#надо сделать так, чтобы выводила данные
# строим графики потерь и точности
N=np.arange(0, 8)
plt.style.use("ggplot")
plt.figure()
plt.plot(N, his.history["loss"], label="train_loss")
plt.plot(N, his.history["val_loss"], label="val_loss")
plt.title("Training Loss and Accuracy")
plt.xlabel("Epoch #")
plt.ylabel("Loss")
plt.legend()

plt.figure()
plt.plot(N, his.history["accuracy"], label="train_accur
acy")
plt.plot(N, his.history["val_accuracy"], label="val_acc
uracy")
plt.xlabel("Epoch #")
plt.ylabel("Accuracy")
plt.legend()

```

## Приложение В

```
# Переводим из list в array
inp1=np.array(inp)
outpiut1=np.array(outpiut)
inp_test1=np.array(inp_test)
outpiut_test1=np.array(outpiut_test)

# Выпрямляем датасет
inp1=inp1.reshape(inp1.shape[0],inp1.shape[1]*inp1.shap
e[2]*inp1.shape[3],1)
inp_test1=inp_test1.reshape(inp_test1.shape[0],inp_test
1.shape[1]*inp_test1.shape[2]*inp_test1.shape[3],1)

model2 = keras.Sequential([
    LSTM(64,kernel_regularizer=regularizers.L1(0.0001), i
nput_shape=(inp1.shape[1],1)),
    Dense(1, kernel_regularizer=regularizers.L1(0.0001),
activation='sigmoid')
])

model2.summary()

model2.compile(optimizer='adam',
                loss=tf.keras.losses.BinaryCrossentropy(),
                metrics=['accuracy'])
BATCH_SIZE=200
EPOCHS=round(len(inp_test)/BATCH_SIZE)
his = model2.fit(np.array(inp1), np.array(outpiut1), ep
ochs=EPOCHS, validation_data=(np.array(inp_test1),np.ar
ray(outpiut_test1)))
print(his.history['loss'])
print(his.history['accuracy'])
model2.save('./tmp/Neural_net2.h5')
model.save('./drive/MyDrive/Neural_net2.h5')
model3=load_model('./tmp/Neural_net2.h5')
animal=['cats','dogs']
# оцениваем нейросеть
print("[INFO] evaluating network...")
predictions = np.round(model2.predict(np.array(inp_test
)))
print(classification_report(np.array(outpiut_test),
    predictions,
    target_names=animal))
#надо сделать так, чтобы выводила данные
```



```
# строим графики потерь и точности
N=np.arange(0, EPOCHS)
plt.style.use("ggplot")
plt.figure()
plt.plot(N, his.history["loss"], label="train_loss")
plt.plot(N, his.history["val_loss"], label="val_loss")
plt.title("Training Loss and Accuracy")
plt.xlabel("Epoch #")
plt.ylabel("Loss")
plt.legend()

plt.figure()
plt.plot(N, his.history["accuracy"], label="train_accuracy")
plt.plot(N, his.history["val_accuracy"], label="val_accuracy")
plt.xlabel("Epoch #")
plt.ylabel("Accuracy")
plt.legend()
```