

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа информационных технологий и робототехники
 Направление 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
 Отделение информационных технологий

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка ПО для улучшения качества видео с помощью алгоритмов нейронных сетей

УДК 004.415.2:004.451.2-028.23:004.032.26

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В6Б	Туров Артем Олегович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Хамухин Александр Анатольевич	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Конотопский Владимир Юрьевич	К. Э. Н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Матвиенко Владимир Владиславович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Погребной Александр Владимирович	К.Т.Н.		

Томск – 2020 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

По направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания в области информатики и вычислительной техники, достаточные для комплексной инженерной деятельности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения инженерных задач
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием аппаратно-программных средств информационных и автоматизированных систем, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей.
P4	Разрабатывать программные и аппаратные средства (системы, устройства, блоки, программы, базы данных и т. п.) в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, в области создания аппаратных и программных средств информационных и автоматизированных систем.
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные программноаппаратные комплексы, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.

P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом. Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа информационных технологий и робототехники
 Направление 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
 Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Погребной А.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8В6Б	Турову Артему Олеговичу

Тема работы:

Разработка ПО для улучшения качества видео с помощью алгоритмов нейронных сетей	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020, №59-50/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Программное обеспечение, повышающее качество видеоматериала.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Изучение теории по теме исследования; Выделение критериев качества изображения; Сбор и анализ имеющихся средств повышения качества; Проектирование программного обеспечения; Расчет ресурсоэффективности и ресурсосбережения и анализ вредных производственных факторов; социальная ответственность; заключение.
Перечень графического материала	Презентация работы

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН Конотопский В.Ю.
Социальная ответственность	Ассистент ООД Матвиенко В.В.

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Хамухин Александр Анатольевич	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В6Б	Туров Артем Олегович		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа информационных технологий и робототехники

Направление 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Отделение информационных технологий

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	80
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Хамухин Александр Анатольевич	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Погребной Александр Владимирович	к.т.н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8В6Б	Турову Артему Олеговичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.01 Информатика и вычислительная техника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Использовать действующие ценники и договорные цены на потребленные материальные и информационные ресурсы, а также указанную в МУ величину тарифа на эл. энергию
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	—
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Действующие ставки единого социального налога и НДС (см. МУ, ставка дисконтирования $i=0.1$)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка готовности полученного результата к выводу на целевые рынки, краткая характеристика этих рынков
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Построение плана-графика выполнения ВКР, составление соответствующей сметы затрат, расчет величины НДС и цены результата ВКР
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Качественная и количественная характеристика экономического и др. видов эффекта от внедрения результата, определение эффективности внедрения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценочная карта конкурентных технических решений
2. Матрица SWOT
3. График Ганта
4. График проведения и бюджет НИ - выполнить
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ - выполнить

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Конотопский Владимир Юрьевич	К. Э. Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В6Б	Туров Артем Олегович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8В6Б	Турову Артему Олеговичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Тема ВКР:

Разработка ПО для улучшения качества видео с помощью алгоритмов нейронных сетей	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Проект по созданию программы для повышения качества видеоматериала, представляет собой программный продукт. Рабочая зона – 407 аудитория кибернетического центра.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 197-ФЗ [17] – ГОСТ 12.2.032-78[18] – ГОСТ 12.2.061-81[19] – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[20]
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> – отклонение показателей микроклимата; – отсутствие или недостаток естественного света; – Опасность поражения электрическим током; – монотонность труда
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> – отсутствие прямого воздействия на окружающую среду. – Средства, необходимые для разработки и эксплуатации программного комплекса могут наносить вред окружающей среде. Вследствие этого требуется организация утилизации отходов оргтехники.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>Во время разработки программного продукта и его дальнейшего использования типичной ЧС является:</i> <ul style="list-style-type: none"> – пожар.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Матвиенко Владимир Владиславович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В6Б	Туров Артем Олегович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа: 81 с, 25 рисунков, 12 таблиц, 30 источников.

Ключевые слова: обработка видео, повышение разрешения изображений, интерполяция кадров, нейронные сети, конкурирующие нейронные сети.

Объектом исследования являются алгоритмы по улучшению качества видео.

Цель работы – разработка программного обеспечения для улучшения качества видео с помощью алгоритмов нейронных сетей.

В процессе исследования проводился аналитический обзор критериев качества видеоматериала и анализ доступных средств по для работы с ними.

В результате исследования были выделены основные критерии качества видеофайла, исследованы доступные средства для работы с ними, а также создано программное обеспечение для улучшения качества видео с помощью алгоритмов нейронных сетей, использующее результаты исследований.

Стоимость проведения исследования составляет 107 334,48 рублей.

В дальнейшем планируется увеличить функционал разработанного программного обеспечения, затрагивающий и второстепенные критерии качества видеоматериала, а также улучшить пользовательский интерфейс.

Список терминов и сокращений

В данной работе используются следующие термины и сокращения:

4K – обозначение разрешающей способности в кинематографе и компьютерной графике, соответствующее количеству пикселей по горизонтали от 4000;

CNN (Convolutional Neural Network) – свёрточная нейронная сеть;

DAIN (Depth-Aware Video Frame Interpolation) – интерполяции видеокадров с учетом глубины;

FPS (Frames per Second) – количество кадров в секунду;

GAN (Generative Adversarial Network) – генеративно-сопоставительные сети;

HR (High Resolution) – высокое разрешение изображения;

LR (Low Resolution) – низкое разрешение изображения;

SISR (Single Image Super-Resolution) – увеличение разрешения изображения с использованием одного входного изображения;

SR (Super-Resolution) – восстановление изображения с высоким разрешением из данного изображения с низким разрешением;

SRGAN (Super-Resolution Generative Adversarial Network) – генеративно-сопоставительные сети для повышения разрешения изображений;

ПК – персональный компьютер;

ПО – программное обеспечение;

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина;

Оглавление

Введение	15
1 Исследование предметной области	16
1.1 Выделение критериев качества изображения	16
1.1.1 Художественные решения.....	16
1.1.2 Разрешение изображения	16
1.1.3 Частота кадров	18
1.1.4 Битность изображения.....	19
1.1.5 Цветовая субдискретизация	20
1.2 Сверточная нейронная сеть	22
1.2.1 Свертка	23
1.2.2 Субдискретизация.....	24
1.3 Полносвязный слой.....	25
1.4 Генеративно-состязательная нейронная сеть	25
2 Аналитический обзор существующих решений.....	29
2.1 Задача повышения разрешения цифрового изображения.....	29
2.1.1 Генеративно-состязательные сети для повышения разрешения изображений	30
2.2 Задача увеличения частоты кадров	31
2.2.1 Depth-Aware Video Frame Interpolatio.....	32
2.2.2 Оценка оптического потока	33
2.2.3 Оценка карт глубин	33
2.2.4 Извлечение контекста.....	34
2.2.5 Оценка ядра.....	35
2.2.6 Синтез кадров	37
3 Проектирование программного обеспечения	37

3.1	Выбор средств разработки.....	38
3.1.1	Библиотеки для работы с видеопотоком	38
3.1.2	Язык программирования	38
3.1.3	Библиотеки для работы с нейронными сетями	39
4	Разработка программного обеспечения	40
4.1	Разбиение видео на кадры	40
4.2	Применение DAIN	41
4.3	Применение SRGAN.....	42
4.4	Сборка видео из кадров	44
5	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	45
5.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	45
5.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	45
5.1.2	Анализ конкурентных технических решений	46
5.1.3	SWOT-анализ.....	48
5.2	Планирование научно-исследовательских работ	50
5.2.1	Структура работ в рамках научного исследования	50
5.2.2	Продолжительность этапов работ.....	51
5.2.3	Разработка графика проведения научного исследования.....	55
5.2.4	Бюджет научно-технического исследования	57
6	Социальная ответственность	63
	Введение.....	63
6.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности...	64
6.1.1	Правовые нормы трудового законодательства для рабочей зоны оператора ПЭВМ.....	64
6.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	65

6.2	Профессиональная социальная безопасность	67
6.2.1	Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	68
6.2.2	Монотонность труда.....	72
6.3	Экологическая безопасность	73
6.3.1	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.	73
6.3.2	Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.	73
6.3.3	Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.	73
6.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	74
6.4.1	Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.	74
6.4.2	Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.	74
6.4.3	Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	75
	Выводы по разделу	77
7	Заключение	77
8	Список использованных источников	78

Введение

На сегодняшний день видеоконтент является одним из самых потребляемых форматов информации в мире. Рынок видеоконтента растет с каждым годом, этому способствуют различные современные видеохостинги, такие как Youtube или Instagram. На 2019 год YouTube насчитывает около 2 миллиардов пользователей по всему миру. Также росту способствует развитие мобильных платформ, которые упрощают потребление видеоматериала. Из-за увеличения количества видеоконтента повышается конкуренция среди авторов. И качество видео – является одним из важнейших конкурентных преимуществ. Следовательно повышение качества видеоматериала – является актуальной проблемой на сегодняшний день.

Для решения задачи увеличения качества изображения могут быть применены нейронные сети, которые в последнее время показывают хорошие результаты в задачах обработки изображений.

Данная разработка будет востребована в сфере видеопроизводства. Помимо этого, она будет полезна при создании классической кукольной анимации, а также при работе над документальными проектами, в которых предполагается использование архивного видеоматериала.

Целью работы является создание программного обеспечения, позволяющего повысить качество видеоматериала.

Для достижения цели потребуется выполнить следующие задачи:

1. Выделить критерии качества видеоизображения;
2. Рассмотреть современные алгоритмы нейронных сетей, позволяющих улучшить выбранные критерии;
3. Реализовать программное обеспечение для повышения качества выбранных критериев.

1 Исследование предметной области

1.1 Выделение критериев качества изображения

Требуется выяснить основные критерии качества видеоматериала и их влияние на восприятия качества видео. В ходе анализа предметной области были выделены следующие критерии:

- художественные решения;
- разрешение изображения;
- частота кадров;
- битность изображения;
- цветовая субдискретизация.

1.1.1 Художественные решения

К художественным решениям были отнесены те визуальные характеристики видео, которые закладываются автором материала на этапе создания. К ним относятся:

- композиция кадра;
- световая схема;
- цветовая схема;
- и т.д.

Данные характеристики имеют огромное влияние на оценку качества видео, однако их изменение программными средствами является невозможным, так как они являются субъективными.

1.1.2 Разрешение изображения

Разрешение изображения – количество пикселей (элементов растрового изображения) на единицу площади изображения [1].

Увеличение разрешения обеспечивает более высокую детализацию изображения.

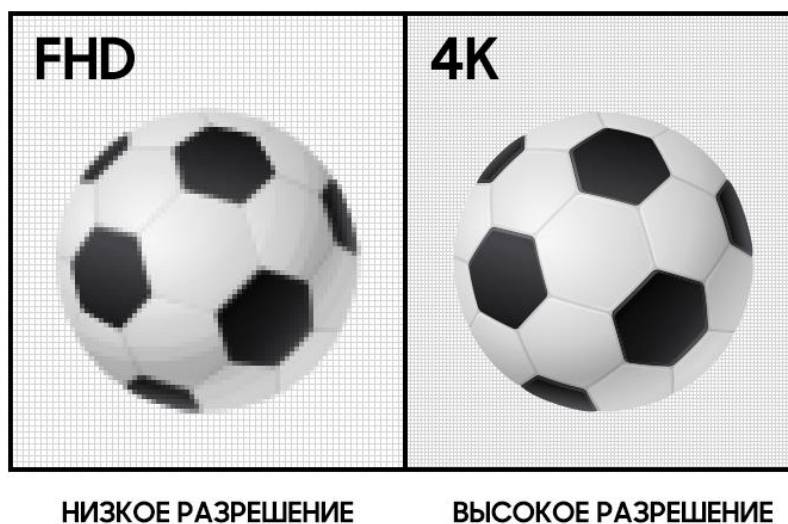


Рисунок 1 – Сравнение детализации при различном разрешении

Как видно на рисунке, повышение детализации при увеличении разрешения является существенным.

Детализация изображения – является одним из важнейших параметров видеоматериала, который сильно влияет на восприятие зрителем качества материала.

Избыток разрешения даёт широкие возможности при монтаже видео. Такие как кадрирование, стабилизация, динамическое масштабирование и так далее. Именно поэтому сегодня популярно разрешение 4K при том, что 4K мониторы не так распространены.

Для видеофайлов со стандартным соотношением сторон (16:9) используются следующие стандарты разрешения:

- 2160p: 3840 x 2160 пикселей;
- 1440p: 2560 x 1440 пикселей;
- 1080p: 1920 x 1080 пикселей;
- 720p: 1280 x 720 пикселей;
- 480p: 854 x 480 пикселей;
- 360p: 640 x 360 пикселей;
- 240p: 426 x 240 пикселей.

1.1.3 Частота кадров

Частота кадров – количество сменяемых кадров в секунду видео.

Минимальной количество кадров в секунду для ощущения плавности движения составляет 12-18 кадров в секунду. Данное число было экспериментально установлено в эпоху зарождения кинематографа. Полное устранение дискретности изображения при быстрых движениях возможно только при использовании частоты съёмки, превышающей частоту заметности мельканий. На сегодняшний день минимальным значением является 24 кадра в секунду [2].



Рисунок 2 – Разница плавности движения при различной частоте кадров.

Избыточное количество кадров может использоваться для реализации различных художественных решений, например для эффекта ускоренной съёмки. Ускоренная съёмка используется для получения визуального эффекта замедленного движения. Это достигается путём воспроизведения видео, записанного с высокой частотой в частоте более низкой, но соответствующей стандартной.

С увеличением частоты кадров в видео повышается его плавность, так как появляется больше информации за одну секунду видео. Зритель всегда предпочитают большую частоту кадров, и это правило соблюдается даже на частотах выше 60 кадров в секунду.

1.1.4 Битность изображения

Битность изображения – количество бит, которое используется для хранения и представления цвета при кодировании одного канала пикселя изображения [3].

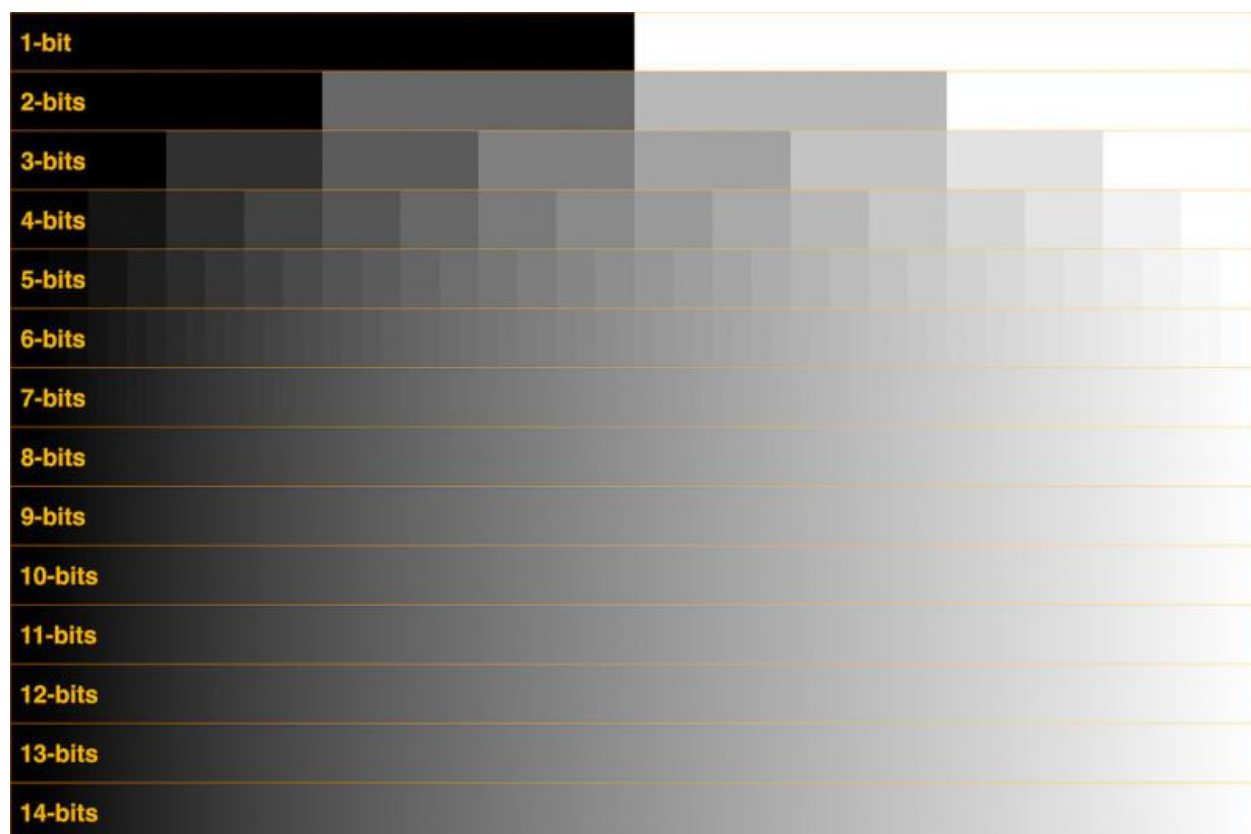


Рисунок 3 – Битность изображения

Битность изображения определяет минимальные изменения, которые можно сделать, относительно диапазона значений.

Лучше всего влияние битности на изображения можно увидеть на градиентах. Чем больше бит дано на хранение цвета, тем больше оттенков в градиенте мы имеем.

Количество оттенков для 8,10,12 бит:

- 8 бит: $2^8 * 2^8 * 2^8 = 16\,777\,216$ оттенков
- 10 бит: $2^{10} * 2^{10} * 2^{10} = 1\,073\,741\,824$ оттенков
- 12 бит: $2^{12} * 2^{12} * 2^{12} = 68\,719\,476\,736$ оттенков

Минимальным на сегодня является 8-битное изображение. Большинство камер снимает именно с этой битностью цвета. 16 777 216 оттенков достаточно для плавных градиентов.

Избыточная битность требуется лишь для сложных цветокоррекции, в которых нужно иметь большой диапазон оттенков.

Заметная дискретность цвета лучше всего проявляется на статичном изображении, для динамики эта проблема практически исчезает.

В итоге битность изображения не имеет критического влияния на зрительское восприятие качества изображения.

1.1.5 Цветовая субдискретизация

Цветовая субдискретизация – это способ кодирования изображений, использующий понижение цветового разрешения. При цветовой субдискретизации показатели яркости сохраняются для каждого пикселя, а данные о цвете – для групп пикселей. Чем выше уровень субдискретизации, тем больше пикселей в таких группах с общими данными о цвете [4].

Данная технология основана на особенности человеческого зрения. В человеческом глазу содержатся 2 типа светочувствительных клеток: палочки и колбочки. Палочки являются более чувствительными и отвечают за восприятие яркости. Колбочки менее чувствительны и отвечают за восприятие цвета. Также количество палочек намного превосходит количество колбочек, из чего можно сделать вывод, что человеческий глаз более чувствителен к изменению яркости, нежели к изменению цвета изображения.

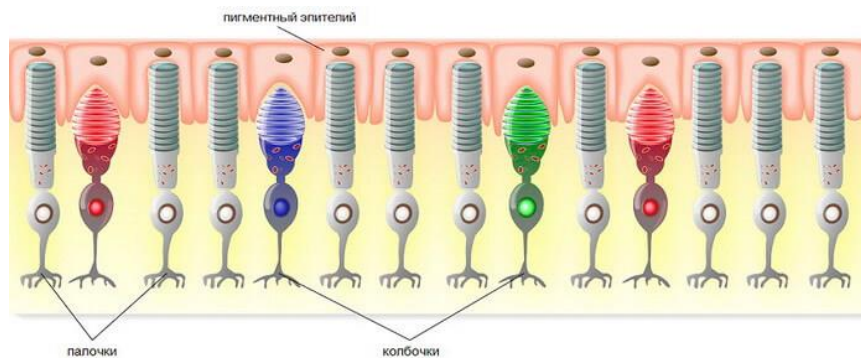


Рисунок 4 – Фоторецепторы человеческого глаза

Структура дискретизации сигнала обозначается как соотношение между тремя частями $X:a:b$, описывающими число выборок яркостных и цветоразностных сигналов [4].

- X – частота дискретизации яркостного канала, выраженная коэффициентом базовой частоты;
- a – число выборок цветоразностных сигналов в горизонтальном направлении в первой строке;
- b – число выборок цветоразностных сигналов во второй строке;

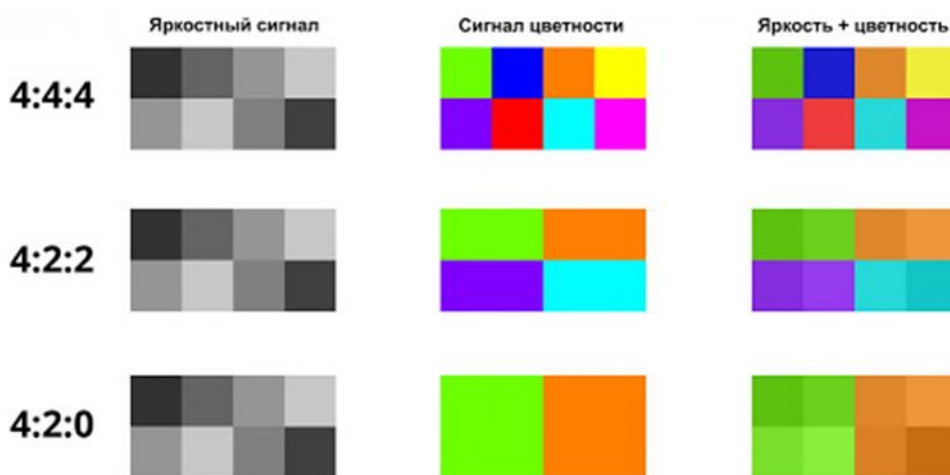


Рисунок 5 –Цветовая субдискретизация

При высоком уровне субдискретизации сохраняется меньше информации о цвете. Поэтому на видео могут возникать различные дефекты. Однако при использовании цветовой дискретизации с изображением большего разрешения теряется меньше данных о цвете.

Стандартом итогового материала на сегодняшний день является значение 4:2:0, которого достаточно для нормального восприятия цвета в видео. Избыточная же информация о цвете требуется лишь при использовании сложной цветокоррекции видеоматериала.

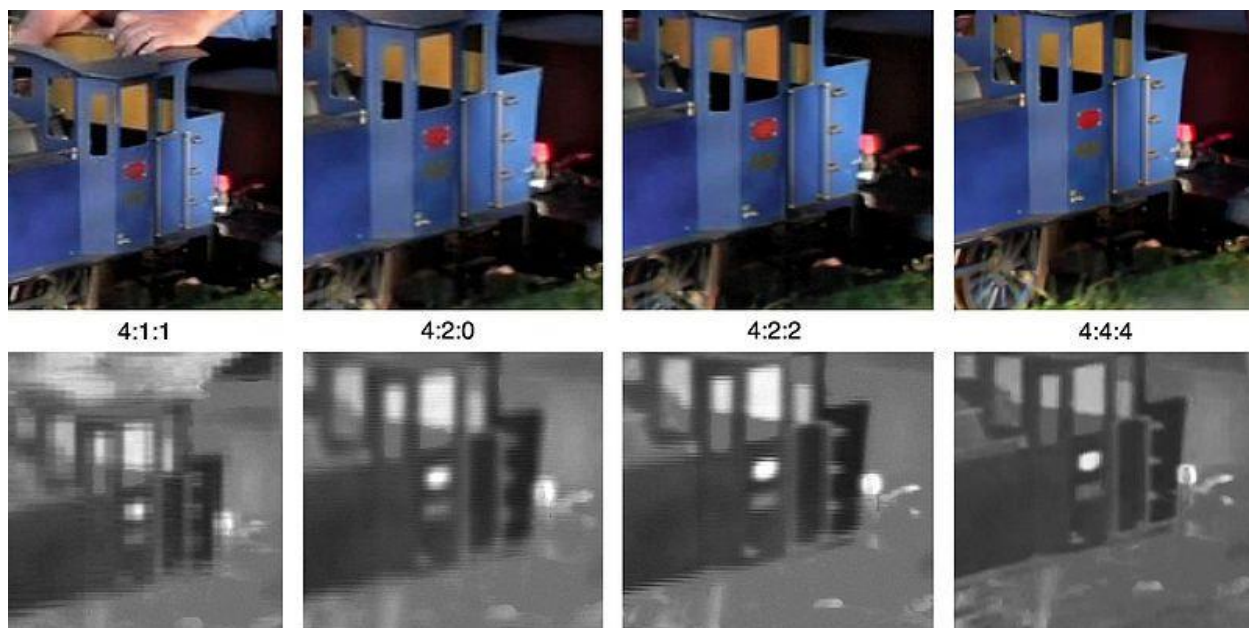


Рисунок 6 – Разница между разными уровнями цветовой субдискретизации
(Нижний ряд показывает разрешение информации о цвете)

Как уже было упомянуто, человеческий глаз не так чувствителен к цвету, как к яркости. Разницу между 4:2:2 и 4:2:0 невозможно заметить при стандартном просмотре. Следовательно, цветовая субдискретизация не является критически важным критерием для оценки зрителем качества видеоматериала.

1.2 Сверточная нейронная сеть

Сверточная нейронная сеть (convolutional neural network, CNN) – это многослойная архитектура искусственной нейронной сети, применяемая в компьютерном зрении.

Обычные полносвязные архитектуры нейронных сетей плохо справляются с обработкой изображения из-за плохой масштабируемости. Например, изображение размером 300×300 использующее 1 канал яркости (а их обычно 3) требует нейроны с $300 \times 300 = 90000$ весами. Помимо этого, обычно требуется несколько таких нейронов, что ведет к сильному росту числа параметров.

Сверточные нейронные сети используют тот факт, что входные данные – это изображения. Нейроны в каждом последующем слое связаны лишь с частью

предыдущего слоя, что позволяет значительно сократить количество параметров сети.

После каждого этапа свёртки следует этап подвыборки формируются несколько карт признаков, каждая карта признаков проходит этап подвыборки для уменьшения размерности и фильтрации незначимых деталей. После нескольких циклов свёртки и подвыборки, конечные карты признаков разворачиваются в вектор признаков [5].

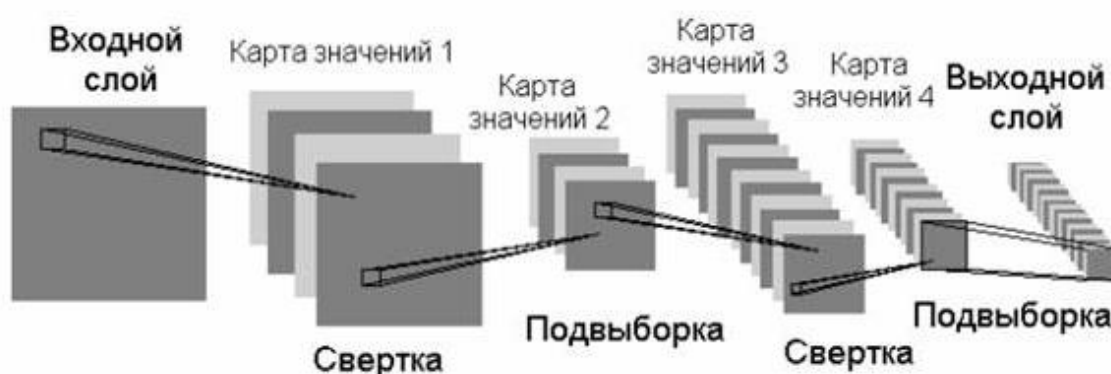


Рисунок 7 –Общая архитектура сверточной нейронной сети

Сверточная нейронная сеть состоит таких видов слоев:

- сверточные слои;
- субдискретизирующие слои;
- полносвязные слои.

1.2.1 Свертка

Все начинается с фильтра, который является матрицей небольшого размера с некоторыми весами. Этот фильтр перемещается по двумерной матрице входных данных, совершая поэлементное умножение. Далее результирующая матрица суммирует полученные элементы, образуя центральный пиксель [5].

3	3	2	1	0	
0	0	1	3	1	
3	1	2 ₀	2 ₁	3 ₂	12.0
2	0	0 ₂	2 ₂	2 ₀	10.0
2	0	0 ₀	0 ₁	1 ₂	9.0

Рисунок 8 – Операция свертки

Операция повторяется для каждой занимаемой фильтром позиции. В итоге исходная двумерная матрица превращается в матрицу характеристик. Полученные характеристики фактически являются суммами взвешенных входных характеристик, где весами выступают элементы матрицы фильтра, а исходными данными – элементы матрицы изображения, по которым проходит фильтр.

1.2.2 Субдискретизация

С целью ускорения процесса обучения и уменьшения потребления вычислительных ресурсов производят субдискретизация исходных и/или промежуточных данных. На этапе субдискретизации происходит уменьшение размерности карт предыдущего слоя [5].

На предыдущей операции свертки уже были выявлены признаки, и для дальнейшей обработки подробное изображение уже не требуется. На этом этапе изображение уплотняется до менее подробного.

В процессе сканирования ядром подвыборочного слоя (фильтром) карты предыдущего слоя, сканирующее ядро не пересекается в отличие от сверточного слоя.

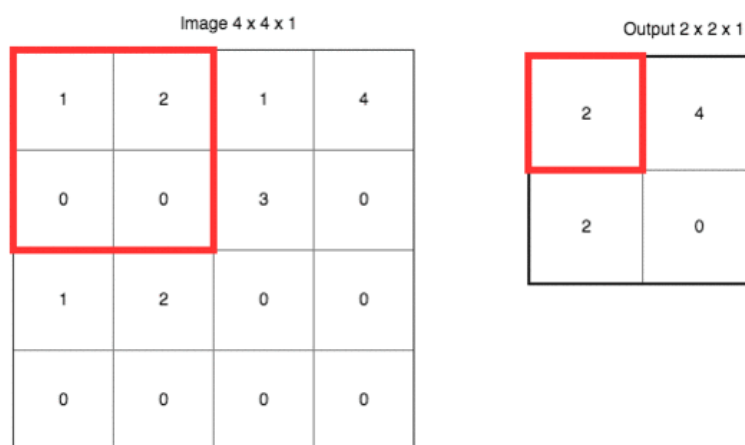


Рисунок 9 – Операция подвыборки

1.3 Полносвязный слой

Цель слоя – классификация, моделирует сложную нелинейную функцию, оптимизируя которую, улучшается качество распознавания.

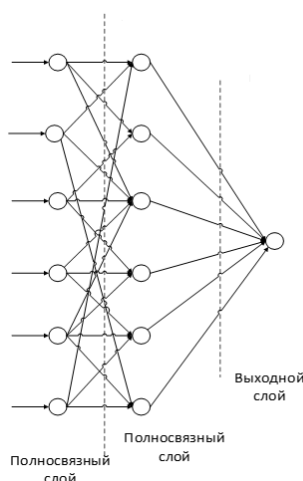


Рисунок 10 – Полносвязный слой в сверточной нейронной сети

Нейроны каждой карты предыдущего подвыборочного слоя связаны с одним нейроном скрытого слоя. Таким образом число нейронов скрытого слоя равно числу карт подвыборочного слоя [5].

1.4 Генеративно-состязательная нейронная сеть

Генеративно-состязательная нейросеть – архитектура нейронной сети, построенная на комбинации из двух нейронных сетей [6, 7]:

- генеративная модель G , которая строит приближение распределения данных, используя обратную связь от дискриминатора.
- дискриминативная модель D , оценивающая вероятность, что образец пришел из тренировочных данных, а не сгенерированных моделью G . Дискриминатор является сверточной сетью, которая классифицирует данные, подаваемые на нее с помощью биномиального классификатора, распознающего изображения как реальные или как поддельные.

Обучение для модели G заключается в максимизации вероятности ошибки дискриминатора D .

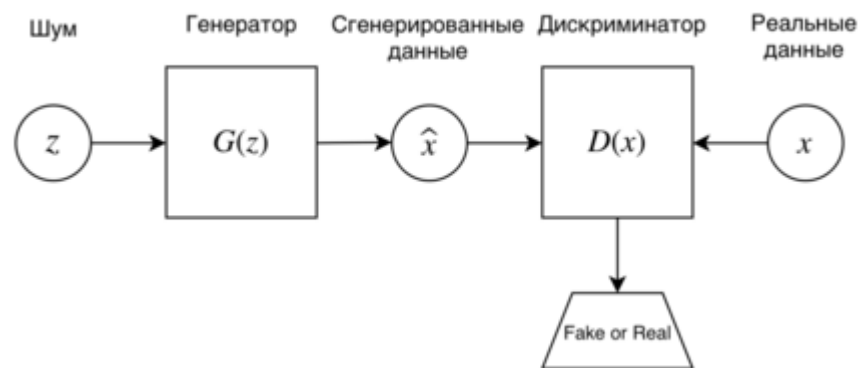


Рисунок 11 – архитектура GAN

1.4.1.1 Дискриминатор

Дискриминатор в GAN – это просто классификатор. Он пытается отличить реальные данные от данных, созданных генератором. Он может использовать любую сетевую архитектуру, соответствующую типу данных, которые он классифицирует [8].

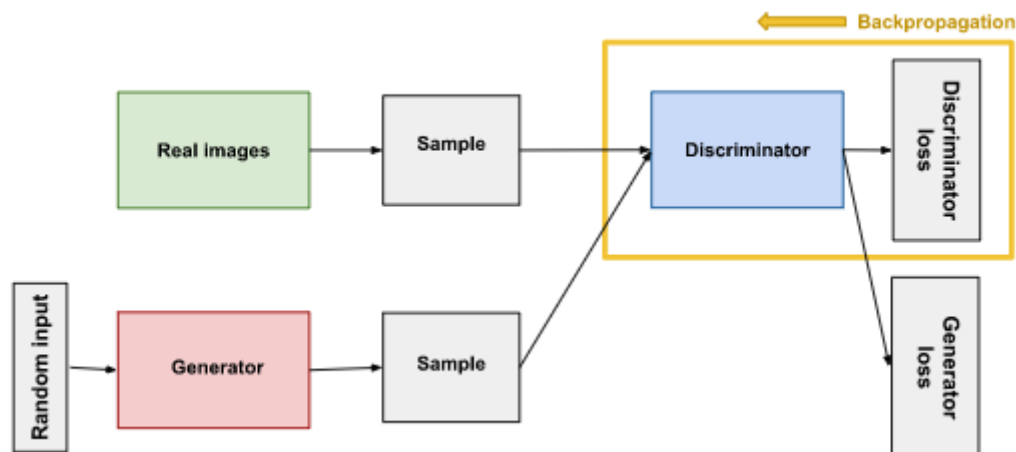


Рисунок 12 – Обратное распространение в обучении дискриминатора

Данные обучения дискриминатора получены из двух источников:

- Реальные экземпляры данных. Дискриминатор использует эти примеры в качестве положительных примеров во время обучения;
- Ложные экземпляры данных, созданные генератором. Дискриминатор использует эти примеры в качестве негативных примеров во время обучения.

Во время обучения дискриминатор классифицирует как реальные данные, так и ложные данные из генератора. Дискриминатор, используя функцию потерь обучается на классификации реальных и поддельных экземплярах. Дискриминатор обновляет свои веса посредством обратного распространения от функции потерь дискриминатора через сеть дискриминатора.

1.4.1.2 Генератор

Часть генератора GAN учится создавать ложные данные, используя обратную связь от дискриминатора. Он учится заставлять дискриминатор классифицировать свой вывод как реальный [8].

- Дискриминатор тренируется в течение одной или нескольких эпох.
- Генератор тренируется в течение одной или нескольких эпох.

Генератор остается неизменным на этапе обучения дискриминатора. Поскольку тренировка дискриминатора пытается выяснить, как отличить реальные данные от фальшивых, она должна научиться распознавать недостатки генератора [8].

Так же дискриминатор остается постоянным во время фазы обучения генератора.

2 Аналитический обзор существующих решений

В ходе исследования предметной области было выявлено 2 важных характеристики качества видео, а именно разрешение изображения и частота кадров.

2.1 Задача повышения разрешения цифрового изображения

Получение изображения высокого разрешения из их аналогов меньшего разрешения является известной задачей в области компьютерного зрения и называются super-resolution. Выделяют 2 подхода к решению подобной задачи [9, 10]:

- Multi-Frame Super-Resolution – увеличение разрешения изображения с использованием нескольких входных изображений.
- Single Image Super-Resolution – увеличение разрешения изображения с использованием одного входного изображения.

В проекте мы будем работать с отдельными кадрами, поэтому будем использовать подход Single Image Super-Resolution.

Целью SISR является реконструкция изображения с высоким разрешением из входного изображения с низким разрешением, которое является уменьшенной копией изначального изображения.

2.1.1 Генеративно-сопоставительные сети для повышения разрешения изображений

SRGAN – генеративно-сопоставительной сети (Generative Adversarial Network, GAN) для повышения разрешения изображений.

Для повышения разрешения изображения реальными данными для GAN будут оригинальные изображения (HR), а данные шума - изображением с низким разрешением (LR). Так генератор узнает, как генерировать изображение с высоким разрешением (преобразовать изображение LR в HR) с помощью процедуры обучения GAN. После обучения, искусственно сгенерированное изображение (SR) со временем превратится в оригинальное (HR) [11].

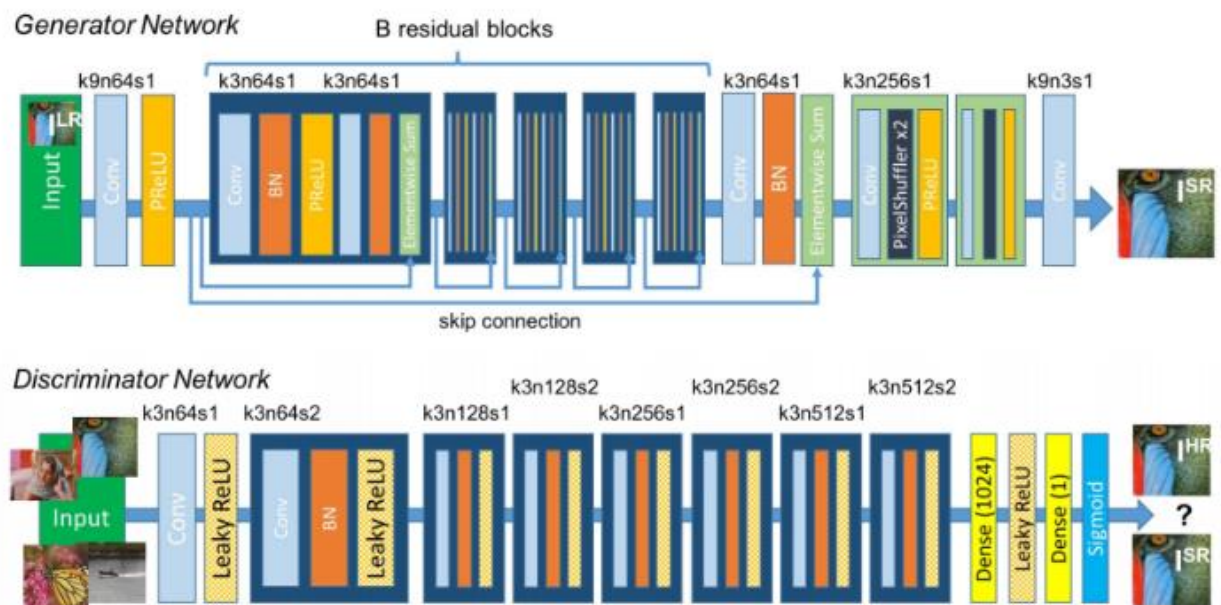


Рисунок 14 –Архитектура SRGAN

Особенность SRGAN [11]:

- Остаточные блоки: поскольку более глубокие сети труднее обучать. Система остаточного обучения облегчает обучение этих сетей и позволяет им быть значительно глубже, что приводит к повышению производительности.
- Функция потерь: используется функция потерь восприятия. Он состоит из потери контента (реконструкции) и потери сопоставительности.

- Потеря состязательности: это подталкивает наше решение к естественному многообразию изображений с использованием сети дискриминатора, которая обучена различать сверхразрешимые изображения и оригинальные фотореалистичные изображения.
- Потеря контента: функция потерь контента, которая используется, чтобы сохранить сходство восприятия вместо сходства по пикселям. Это позволяет восстановить фотореалистичные текстуры из сильно отобранных изображений. Вместо того чтобы полагаться на пиксельные потери, используется функцию потерь, которая ближе к восприятию сходства. Функция потерь определяется на основе уровней активации ReLU специально обученной 19-уровневой сети VGG. Потери VGG определяются как евклидово расстояние между художественными представлениями восстановленного изображения и опорным изображением.
- SRGAN использует потерю восприятия, измеряющую среднеквадратичную ошибку функций, извлеченных сетью VGG-19.

2.2 Задача увеличения частоты кадров

Интерполяция кадров в видео – это совокупность методов, позволяющих в видеопотоке, представленном последовательностью изображений предсказать промежуточные кадры, путём анализа соседних кадров.

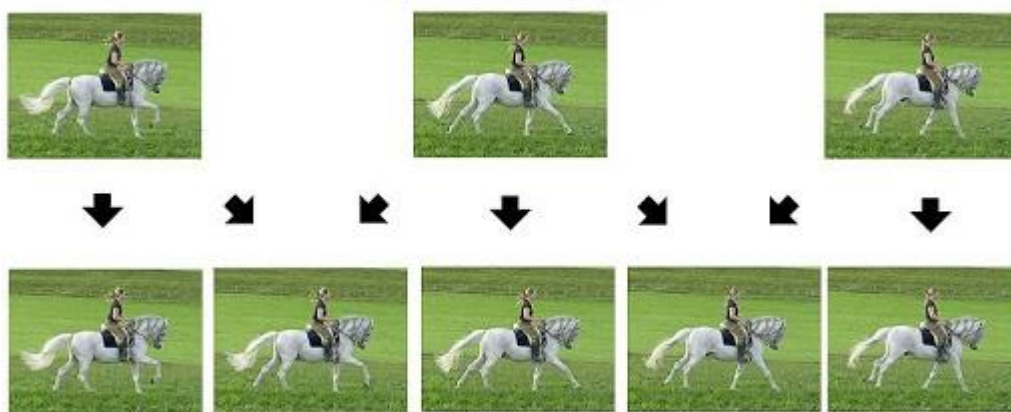


Рисунок 15 – Иллюстрация задачи интерполяции кадров

2.2.1 Depth-Aware Video Frame Interpolation

DAIN (Depth-Aware Video Frame Interpolation) – интерполяции видеок кадров с учетом глубины.

DAIN является методом интерполяции видеок кадров, который использует информацию о глубине для обнаружения частично или полностью перекрытых объектов [12].

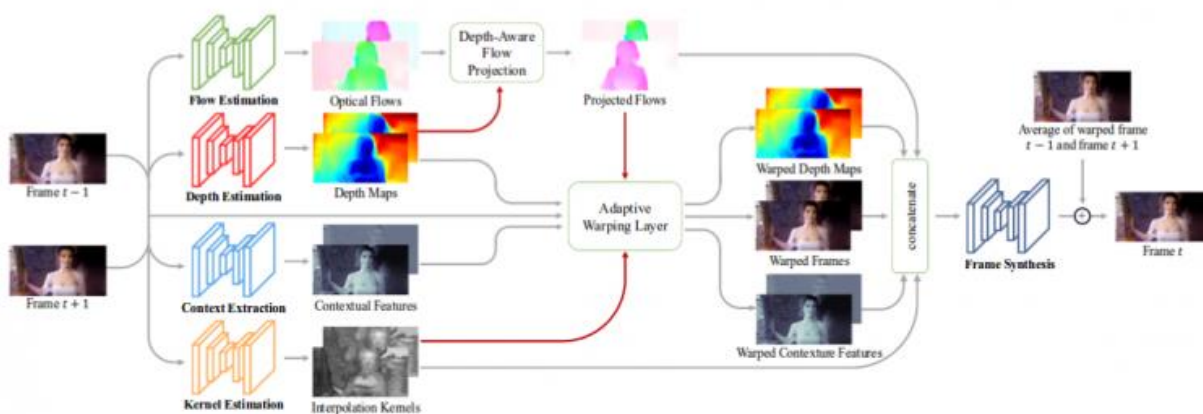


Рисунок 16 –Архитектура DAIN

Модель состоит из следующих подмодулей:

- подмодуль оценки оптического потока;
- подмодуль оценки карт глубины;
- подмодуль извлечения контекста;
- подмодуль оценки ядра;

– подмодуль сетей синтеза кадров.

Учитывая два входных кадра, метод сначала оценивает оптические потоки и карты глубины и использует предложенный слой проекции потока с учетом глубины для генерации промежуточных потоков. Слой адаптивной деформации деформирует входные кадры, карты глубины и контекстные особенности на основе потоков и пространственно изменяющихся ядер интерполяции. Сеть синтеза кадров используется для генерации выходного кадра.

2.2.2 Оценка оптического потока

Для определения оптического потока в проекте DAIN используется предварительно обученная модель нейронной сети PWC-Net.

PWC-Net комбинирует глубокое обучение с двумя классическими принципами оценки оптического потока. PWC-Net использует сеть пространственных пирамид и деформирует второе изображение к первому, используя начальный поток. Движение между первым и искаженным изображениями обычно невелико. Таким образом, PWC-Net нужна только небольшая сеть, чтобы оценить движение по этим двум изображениям [13].

В PWC-Net работает с пирамидами свертков, а не исходных изображений.

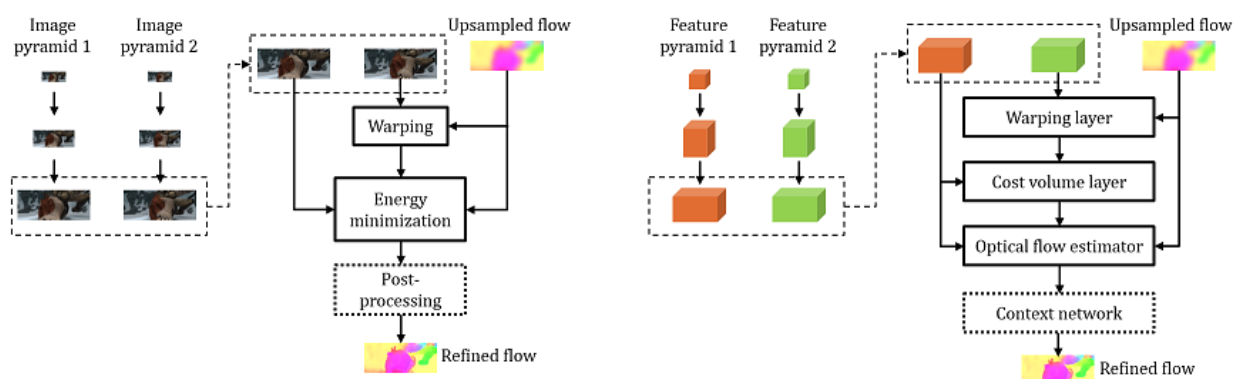


Рисунок 17 – Сетевая архитектура PWC-Net

2.2.3 Оценка карт глубин

Для определения карт глубины в DAIN используется сверточный кодировщик-декодировщик с архитектурой типа «песочные часы».

В архитектурах типа «песочные часы» декодировщик располагается после кодировщика. Таким образом кодировщик применяется для задач классификации, а декодировщик – для задач локализации (сегментации). При этом кодировщик является основной моделью (backbone model), как правило, содержит больше параметров и потребляет больше вычислительных мощностей, чем декодировщик. Исследователи заявляют, что архитектура типа «песочные часы» неэффективна для генерации признаков разных масштабов, потому что в такой модели масштаб изображения постоянно уменьшается при помощи основной модели (кодировщика). Это позволяет выучивать разномасштабные признаки из-за сверточных слоев смешанных размеров [14].

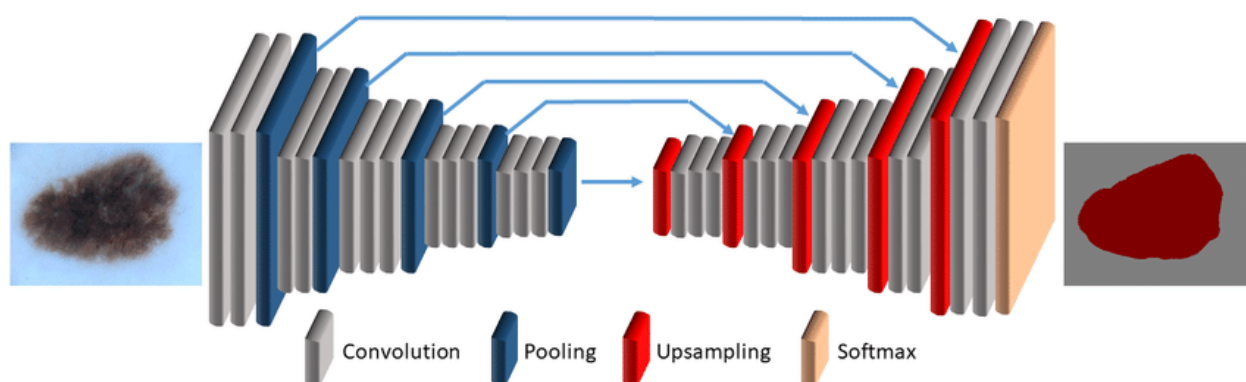


Рисунок 18 – Пример архитектуры "песочные часы"

2.2.4 Извлечение контекста

Для получения контекстных признаков в DAIN используется модифицированная модель нейронной сети ResNet.

ResNet (Residual Network) – остаточная сеть.

Когда более глубокая сеть начинает сворачиваться, возникает проблема: с увеличением глубины сети точность сначала увеличивается, а затем быстро ухудшается.

Чтобы преодолеть эту проблему, была создана глубокая «остаточная» структура обучения. Они добавляют «обходные» соединения, и поток градиента теперь способен «пропускать» лишние слои во время обратного распространения ошибки, что приводит к гораздо более быстрой сходимости и более качественному обучению.

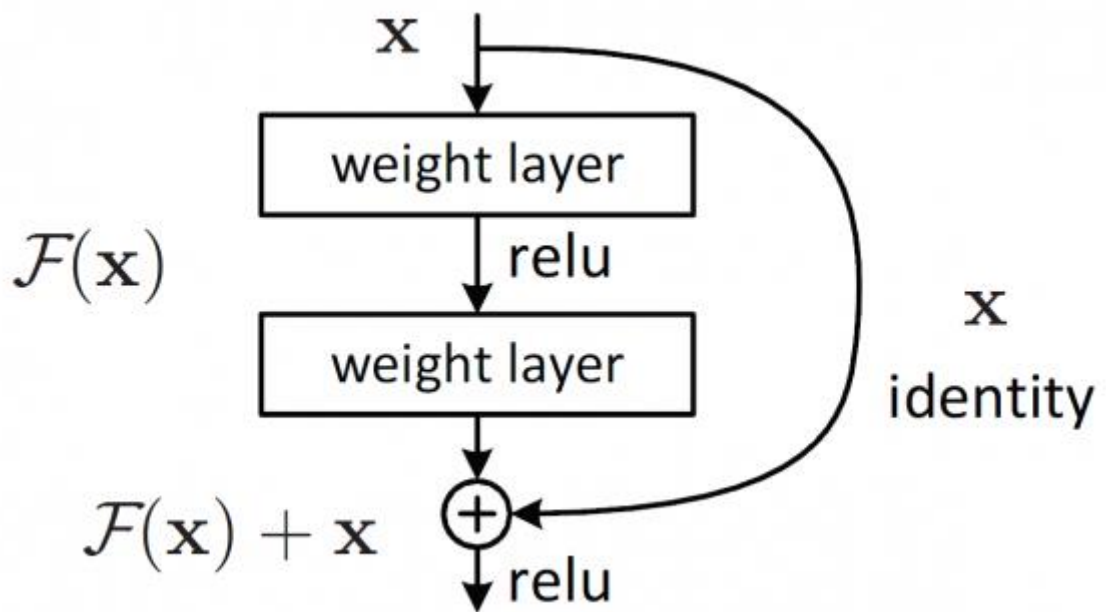


Рисунок 19 – Соединения для быстрого доступа

Соединения быстрого доступа (shortcut connections) пропускают один или несколько слоев и выполняют сопоставление идентификаторов. Их выходы добавляются к выходам stacked layers. Используя ResNet, можно решить множество проблем, таких как [15]:

- ResNet относительно легко оптимизировать: «простые» сети (которые просто складывают слои) показывают большую ошибку обучения, когда глубина увеличивается.
- ResNet позволяет относительно легко увеличить точность благодаря увеличению глубины, чего с другими сетями добиться сложнее.

2.2.5 Оценка ядра

Локальные ядра интерполяции эффективны для синтеза пикселя из большой локальной окрестности. Здесь используется архитектура U-Net для оценки 4×4 локальных ядер для каждого пикселя. С помощью ядер интерполяции и промежуточных потоков, генерируемых из слоя проекции потока с учетом глубины, мы принимаем адаптивный деформирующий слой для деформации входные рамки, карты глубины и контекстные объекты.

U-Net – это сверточная нейронная сеть, разработанная для сегментации биомедицинских изображений. Сеть основана на полностью сверточной сети, а ее архитектура была изменена и расширена для работы с меньшим количеством обучающих изображений и для получения более точных сегментаций [16].

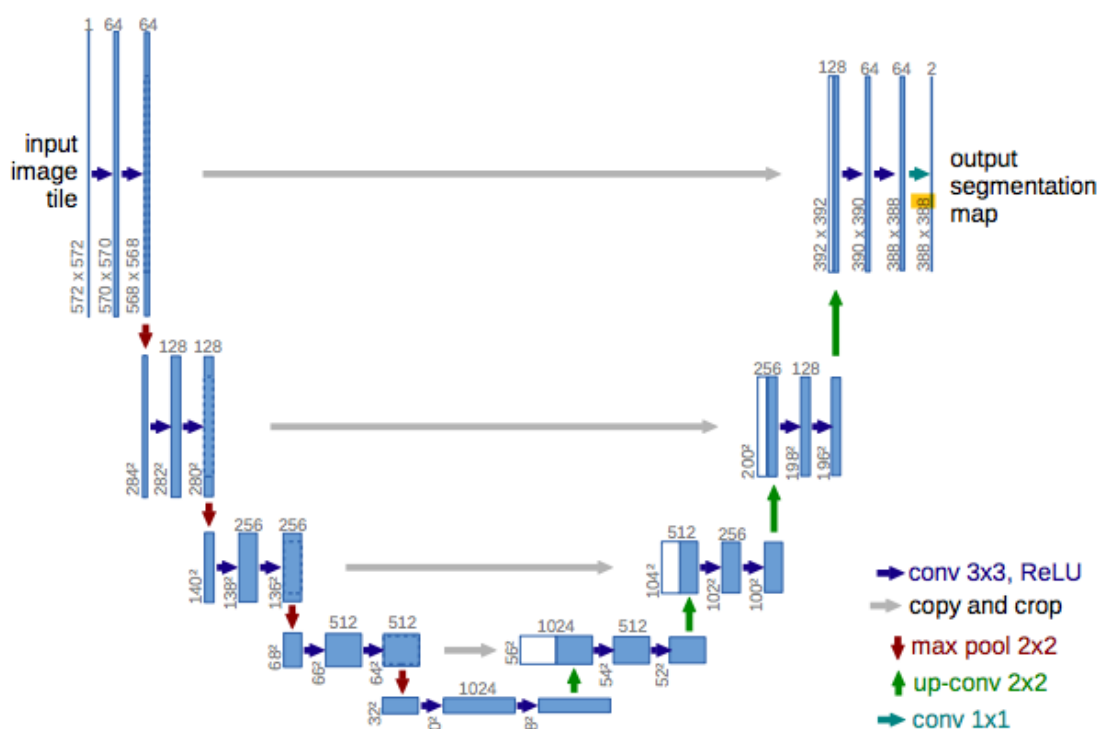


Рисунок 20 – Архитектура U-Net

Эта архитектура состоит из трех разделов:

Сужающийся слой. Каждый блок принимает входные данные, применяет два слоя свертки 3X3 с последующим максимальным пулом 2X2. Число ядер или карт характеристик после каждого блока удваивается, поэтому архитектура может эффективно изучать сложные структуры.

Самый нижний слой является посредником между сокращающим слоем и слоем расширения. Он использует два слоя CNN 3X3, за которыми следует слой свертки 2X2.

Слой расширения состоит из нескольких блоков расширения. Каждый блок передает входные данные двум слоям CNN 3X3, за которыми следует слой повышенной дискретизации 2X2. Также после каждого блока число карт объектов, используемых сверточным слоем, получают половину для

поддержания симметрии. Однако каждый раз, когда к входу также добавляются карты объектов соответствующего сокращающего слоя. Это действие гарантирует, что функции, которые были изучены во время сжатия изображения, будут использоваться для его реконструкции. Количество блоков расширения равно количеству блоков сжатия. После этого результирующее сопоставление проходит через другой слой CNN 3X3 с числом сопоставлений признаков, равным количеству желаемых сегментов [16].

2.2.6 Синтез кадров

Чтобы сгенерировать конечный выходной кадр, в DAIN используется сетевая структура, которая состоит из 3 остаточных блоков.

Здесь объединяются измененные входные кадры, измененные глубины, измененные контекстные объекты, проецируемые потоки и ядра интерполяции в качестве входных данных для фрейма сеть синтеза.

Кроме того, здесь линейно смешиваются измененные кадры и используется сети для предсказания разницы между оригинальным кадром и интерполированным кадром. Измененные кадры уже выровнены по оптическому потоку. Таким образом, сеть синтеза кадров фокусируется на повышении детализации, чтобы сделать выходной кадр четче.

3 Проектирование программного обеспечения

Для разработки ПО, увеличивающее разрешение изображения и количество кадров в видеофайле были выбраны следующие решения:

- SRGAN;
- DAIN.

Эти решения работают с отдельными кадрами, следовательно требуется разбить видеофайл на кадры, после чего работать ними выбранными методами.

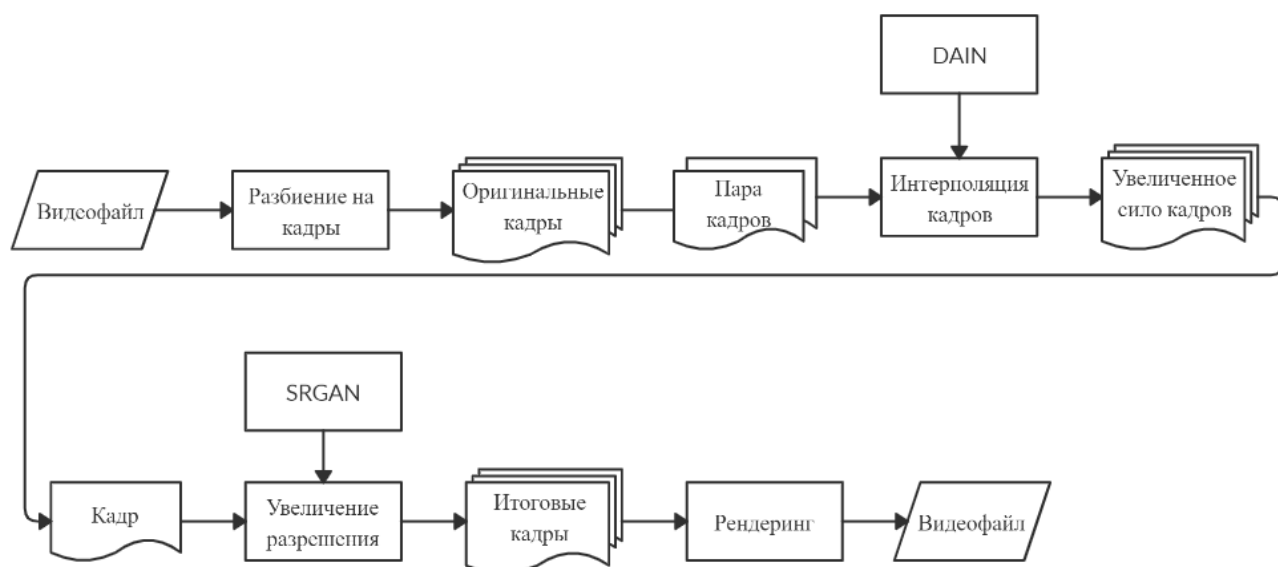


Рисунок 21 – Схема работы ПО

3.1 Выбор средств разработки

3.1.1 Библиотеки для работы с видеопотоком

OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) – это библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом.

Разработанный на C / C ++, OpenCV также представляет стабильный интерфейс Python с 2009 года. В настоящее время поддерживает популярные библиотеки для глубокого обучения TensorFlow, PyTorch и Caffe.

В C ++ OpenCV использует свою матричную структуру Mat для представления данных изображений, но интерфейс Python представляет изображения в виде N-мерного массива NumPy.

В результате было принято решение использовать эту библиотеку, так как в ней содержатся инструменты, позволяющие эффективно работать с видеопотоком.

3.1.2 Язык программирования

Python

Python – интерпретируемый высокоуровневый язык программирования общего назначения.

Python поддерживает несколько парадигм программирования, в том числе структурное, объектно-ориентированное, функциональное, императивное.

Основные особенности архитектуры:

- динамическая типизация;
- автоматическое управление памятью;
- механизм обработки исключений;
- высокоуровневые структуры данных.

В Python имеются библиотека для работы с OpenCV.

3.1.3 Библиотеки для работы с нейронными сетями

PyTorch

PyTorch – это библиотека машинного обучения с открытым исходным кодом для Python, которая обеспечивает максимальную гибкость и скорость научных вычислений для глубокого обучения. Это замена для NumPy для использования мощности графических процессоров.

PyTorch основан на построении вычислительного динамического графа, противоположно статическим вычислительным графам, представленным в TensorFlow и Keras. PyTorch сейчас находится на подъеме и используется в разработке Facebook, Twitter, NVIDIA и другими компаниями.

Преимущества использования вычислительного графа в том, что каждый узел является независимым функционирующим кодом, который получает все необходимые входные данные. Это позволяет оптимизировать производительность при выполнении расчетов, используя параллельные вычисления. Все основные фреймворки для глубокого обучения (TensorFlow, Theano, PyTorch и так далее) включают в себя конструкции вычислительных графов, с помощью которых выполняются операции внутри нейронных сетей и происходит обратное распространение градиента ошибки.

4 Разработка программного обеспечения

4.1 Разбиение видео на кадры

Требуется разбить входной видеофайл на кадры. Для этого мы используем встроенные функции OpenCV.

Код фрагмента представлен ниже:

```
in_path = '.\\src\\video.mp4'
out_path = 'src\\original_frames'
vidcap = cv2.VideoCapture(in_path)

try:

    # creating a folder named data
    if not os.path.exists('out_path'):
        os.makedirs('out_path')

    # if not created then raise error
except OSError:
    print('Error: Creating directory of data')

# frame
currentframe = 0

while (True):

    # reading from frame
    ret, frame = vidcap.read()

    if ret:
        # if video is still left continue creating images
        name = './src/original_frames/frame' + str(currentframe) + '.jpg'
        print('Creating...' + name)

        # writing the extracted images
        cv2.imwrite(name, frame)

        # increasing counter so that it will
        # show how many frames are created
        currentframe += 1
    else:
```



```

break

# Release all space and windows once done
vidcap.release()
cv2.destroyAllWindows()

```



Рисунок 22 – разбиение видео на кадры

4.2 Применение DAIN

Далее требуется увеличить число кадров путём интерполяции промежуточных кадров. Используем предобученную модель DAIN.

Требования и зависимости для корректной работы DAIN:

- Ubuntu ;
- Python (Python = 3.6.8 и Anaconda3 = 4.1.1);
- Cuda & Cudnn (Cuda = 9.0 и Cudnn = 7.0);
- PyTorch (для настраиваемой проекции потока с учетом глубины и других слоев требуется API ATen в PyTorch = 1.0.0);
- GCC (для компиляции файлов расширений PyTorch 1.0.0 (.c / .cu) требуются компиляторы gcc = 4.9.1 и nvcc = 9.0);
- Графический процессор NVIDIA (используется NVIDIA GeForce GTX 970M).

Для начала создаем расширение PyTorch:

```

$ cd DAIN
$ cd my_package
$ ./build.sh

```

Создайте пакет корреляции, требуемый PWCNet:

```

$ cd ../PWCNet/correlation_package_pytorch1_0
$ ./build.sh

```

И делаем предварительную сборку проекта:

```
$ cd PWCNet/correlation_package_pytorch1_0
$ sh build.sh
$ cd ../my_package
$ sh build.sh
$ cd ..
```

На выходе получаем увеличенное количество кадров.

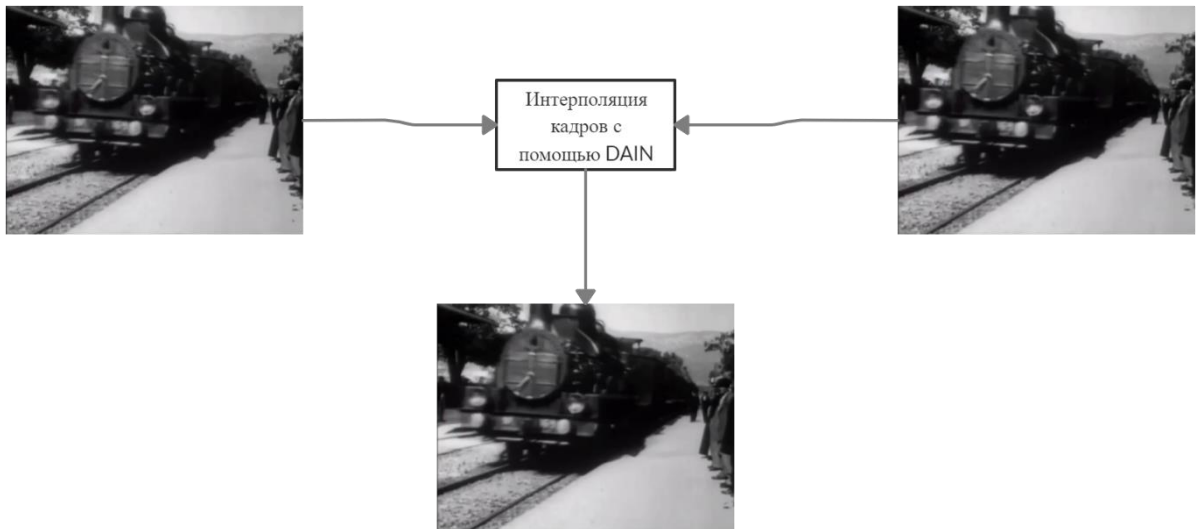


Рисунок 23 – Интерполяция кадров

4.3 Применение SRGAN

После увеличения числа кадров нужно увеличить разрешение изображений. Для этого воспользуемся SRGAN.

Требования и зависимости для корректной работы DAIN:

- Python (Python = 3.6.8 и Anaconda3 = 4.1.1);
- Cuda & Cudnn (Cuda = 9.0 и Cudnn = 7.0);
- PyTorch (PyTorch \geq 1.0.0);
- OpenCV (OpenCV = 4.1.1);
- Графический процессор NVIDIA (используется NVIDIA GeForce GTX 970M).

Устанавливаем предобученную модель и обрабатываем полученные кадры.

Код фрагмента представлен ниже:

```

model_path = 'ESRGAN/models/RRDB_ESRGAN_x4.pth' # models/RRDB_ESRGAN_x4.pth OR
models/RRDB_PSNR_x4.pth
device = torch.device('cuda')
# device = torch.device('cpu')

test_img_folder = 'src/dain_frames/*'

model = arch.RRDBNet(3, 3, 64, 23, gc=32)
model.load_state_dict(torch.load(model_path), strict=True)
model.eval()
model = model.to(device)

print('Model path {:s}. \nTesting...'.format(model_path))

idx = 0
for path in glob.glob(test_img_folder):
    idx += 1
    base = osp.splitext(osp.basename(path))[0]
    print(idx, base)
    # read images
    img = cv2.imread(path, cv2.IMREAD_COLOR)
    img = img * 1.0 / 255
    img = torch.from_numpy(np.transpose(img[:, :, [2, 1, 0]], (2, 0,
1))).float()
    img_LR = img.unsqueeze(0)
    img_LR = img_LR.to(device)

    with torch.no_grad():
        output = model(img_LR).data.squeeze().float().cpu().clamp_(0, 1).numpy()
        output = np.transpose(output[[2, 1, 0], :, :], (1, 2, 0))
        output = (output * 255.0).round()
        cv2.imwrite('results/{:s}_r1t.png'.format(base), output)

```



Рисунок 24 – Увеличение разрешения с помощью SRGAN (слева – оригинал, справа – обработанное SRGAN)

4.4 Сборка видео из кадров

Теперь нужно собрать видеофайл обратно. Также используем OpenCV.

Код фрагмента представлен ниже:

```
in_path = './src/ESRGAN_frames/' # paths to images in order
out_path = 'result_video.mp4'
fps = 48

frame_array = []
files = [f for f in os.listdir(in_path) if isfile(join(in_path, f))]

# for sorting the file names properly
files.sort(key=sort_by_length)

for i in range(len(files)):
    filename = in_path + files[i]
    # reading each files
    img = cv2.imread(filename)
    height, width, layers = img.shape
    size = (width, height)
    print('Adding' + str(filename))
    # inserting the frames into an image array
    frame_array.append(img)

out = cv2.VideoWriter(out_path, cv2.VideoWriter_fourcc(*'mp4v'), fps, size)
for i in range(len(frame_array)):
    # writing to a image array
```

```
out.write(frame_array[i])
out.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

На сегодняшний день видеоконтент является одним из самых потребляемых контентов в мире. Рынок видеоконтента растет с каждым годом. Этому способствуют различные хостинги, такие как Youtube или Instagram. Не стоит забывать о видео в качестве основного средства продвижения какого-либо бизнеса или товара. Как следствие, видеоконтент сегодня является одним из важнейших представителей современной медиакультуры.

Разрабатываемый продукт нацелен на повышение разрешения видеоматериала и увеличения количества кадров в секунду. Данные характеристики являются одними из самых востребованных на сегодняшний день, поэтому данная разработка также будет востребована в сфере создания видеоконтента. Так как она даёт дополнительные возможности на этапе пост-обработки видео.

Если учитывать, что аппаратные решения способные записывать материал высокого качества имеют достаточно высокую стоимость, то данная разработка поможет сэкономить на технических решениях. Что позволит начинающим видеографам повысить качество собственного материала без высоких затрат на технику.

Также созданное программное обеспечение может быть использовано в создании различных документальных проектах, в которых требуется повысить качество архивного видеоматериала. Так как данное обеспечение отталкивается лишь от качества исходного материала а не от технических возможностей при его создании.

Помимо этого, данная разработка поможет увеличить качество классической и stop-motion анимации потому, что при их создании очень много ресурсов уходит на создание кадров для ощущения плавной картинки.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

С конкурентно-технической стороны был проведен анализ проекта, который позволяет оценить эффективность будущей разработки и определить направления для ее будущего повышения. На сегодняшний день единственной возможностью повысить разрешение и частоту кадров видеоматериала – является использование более дорогостоящей техники.

Уникальность и оригинальность разрабатываемого обеспечения заключается в том, что она позволяет повысить разрешение и частоту кадров видеоматериала уже готового видеоматериала.

В данном пункте рассмотрим 2 конкурентных решения:

- онлайн-сервис Let's Enhance, который позволяет улучшить изображения и масштабировать их без потери качества.
- Приложение DAINAAP, использующая интерполяцию кадров увеличения частоты кадров видео или GIF.

Позиция технического решения и конкурентов оценивается по каждому показателю в пятибалльной шкале, где 5 является сильной позицией, а 1 наиболее слабая. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле 1:

$$K = \sum B_i * b_i, (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

b_i – балл i -го показателя.

В таблице ниже приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок). Первым конкурентом является Let's Enhance, а вторым – DAINAAP.

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Функциональность	0,2	4	2	2	0,4	0,2	0,2
2. Быстродействие	0,1	2	2	4	0,2	0,2	0,4
3. Потребность в ресурсах	0,15	3	3	5	0,45	0,45	0,75
4. Удобство в эксплуатации	0,15	3	3	5	0,45	0,45	0,75
5. Возможность обработки видео	0,2	4	4	1	0,8	0,8	0,2
6. Качество интерфейса	0,05	2	2	4	0,1	0,1	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
2. Цена	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
3. Послепродажное обслуживание	0,05	3	3	3	0,15	0,15	0,15
Итого	1				3,45	3,15	3,55

Исходя из анализа технических решений и сравнения их с конкурентами, был сделан вывод, что разработка имеет как преимущества, так и недостатки перед конкурентами. Недостатки связаны со временем жизни

проекта и численностью и опытом разработчиком. Однако проект выигрывает в функциональных возможностях.

5.1.3 SWOT-анализ

В рамках данного анализа выявлены сильные и слабые стороны проекта, а также его возможности и угрозы.

Таблица 2 – SWOT-анализ

Внешние факторы		Внутренние факторы	
		Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Уникальность 2. Функциональность 3. Большое количество отраслей для применения 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие опыта в разработке 2. Несовершенство технологии
		<p>Возможности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышение качества видеоконтента 2. Большой спрос на разработку 	<p>С развитием проекта его слабые стороны будут уменьшаться.</p>
	<p>Угрозы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Удешевление видеотехники 2. Захват рынка конкурентами 	<p>Несмотря на функционал и возможности, наличие конкурентов способно негативно сказаться на развитии проекта.</p>	<p>Исследуемый проект проигрывает по опыту и персоналу в пользу конкурентов.</p>

5.2 Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Важным этапом проведения научно-исследовательских работ является необходимость планирования работ, определение перечня работ, распределение времени работ между всеми исполнителями проекта. Исполнителями проекта являются студент и научный руководитель. В таблице 3 представлен перечень этапов и работ, а также распределение исполнителей по данным видам работ в рамках проводимого научно-исследовательского проекта.

В процессе осуществления внедрения могут быть задействованы студент и научный руководитель. Научный руководитель направляет на работу, определяет цели, контролирует работу студента, оценивает результаты проделанной работы и дает рекомендации. Студент полностью отвечает за работу.

Таблица 3 – Перечень работ и распределение исполнителей

№ работы	Наименование работы	Исполнители работы
1	Выбор научного руководителя бакалаврской работы	И
2	Составление и утверждение темы бакалаврской работы	НР, И
3	Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	НР
4	Подбор и изучение литературы по теме бакалаврской работы	НР, И
5	Анализ предметной области	НР, И
6	Проектирование программного обеспечения	НР, И
7	Разработка программного обеспечения	НР, И
8	Согласование выполненной работы с научным руководителем	НР, И
10	Выполнение других частей работы (финансовый менеджмент, социальная ответственность)	И.
11	Подведение итогов, оформление работы	И

Сформированный план работ отражает жизненный цикл исследуемой работы.

5.2.2 Продолжительность этапов работ

Как правило, трудовые затраты образуют основную часть стоимости внедрения, поэтому важным этапом планирования научно-исследовательской деятельности является определение трудоемкости работ.

Определение трудоёмкости выполнения работ осуществляется на основе экспертной оценки ожидаемой трудоёмкости выполнения каждой работы путём

расчёта длительности работ в рабочих и календарных днях каждого этапа работ.

Трудоемкость оценивается по следующей формуле 2:

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

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).

После оценки ожидаемой трудоемкости работ, производится определение продолжительности каждой работы в рабочих днях по формуле 3:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, (3)$$

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

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

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

Для того, что в дальнейшем построить график работ с помощью диаграммы Ганта, необходимо было также произвести перевод длительности работ в календарные дни по формуле 4:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}}, (4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях (округляется до целых);

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

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

Коэффициент календарности $k_{\text{кал}}$ рассчитывается по формуле 5:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, (5)$$

где $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности;

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

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

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

Для пятидневной рабочей недели, с учётом того, что календарных дней в 2020 году 366, а сумма выходных и праздничных дней составляет 118 дней, коэффициент календарности равен $k_{\text{кал}} = 1,47$.

Для шестидневной рабочей недели, с учётом того, что календарных дней в 2020 году 366, а сумма выходных и праздничных дней составляет 66 дней, коэффициент календарности равен $k_{\text{кал}} = 1,22$.

Таблица 4 – Временные показатели проведения научного исследования

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, чел-дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дни			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Выбор научного руководителя бакалаврской работы	И	1	2	1,4	-	1	-	2
Составление и утверждение темы бакалаврской работы	И	1	2	1,4	-	1	-	2
	НР	1	2	1,4	1	-	2	-
Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	НР	1	2	1,4	1	-	2	-
Подбор и изучение литературы по теме бакалаврской работы	И	10	15	12	-	12	-	18
	НР	1	2	1,4	1	1	2	-
Анализ предметной области	И	6	9	7,2	-	7	-	11
	НР	1	2	1,4	1	1	2	-
Проектирование программного обеспечения	И	5	6	5,4	-	5	-	8
	НР	1	2	1,4	1	1	2	-
Разработка программного обеспечения	И	20	25	22	-	22	-	33
	НР	1	2	1,4	1	-	2	-
Согласование выполненной работы с научным руководителем	И	1	2	1,4	-	1	-	2
	НР	1	2	1,4	1	-	2	-
Выполнение других частей работы (финансовый менеджмент, социальная ответственность)	И	8	11	9,2	-	9	-	14
Подведение итогов, оформление работы	И	5	8	6,2	-	6	-	9
Итого:		64	94	76	7	67	14	99

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для наглядного отображения графика и распределения работ между участниками проекта использована диаграмма Ганта. Диаграмма Ганта представляет собой ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующиеся датами начала и окончания выполнения того или иного этапа работ.

Таблица 5 – График Ганта

№ п/п	Название работы	Месяц		Февраль				Март				Апрель				Май				Июнь
		Длительность\Неделя		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
1	Выбор научного руководителя бакалаврской работы	И.	2	2																
2	Составление и утверждение темы бакалаврской работы	И	2	2																
		НР	2	2																
3	Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	НР	2	2																
4	Подбор и изучение литературы по теме бакалаврской работы	И	18		6	6	6													
		НР	2		2															
5	Анализ предметной области	И	11					6	5											
		НР	2						2											
6	Проектирование программного обеспечения	И	8						1	6	1									
		НР	2							2										
7	Разработка программного обеспечения	И	33								5	6	6	6	6	1				
		НР	2								1					1				
8	Согласование выполненной работы с научным руководителем	И	2													2				
		НР	2													2				
9	Выполнение других частей работы (финансовый менеджмент, социальная ответственность)	И	14													3	6	5		
10	Подведение итогов, оформление работы	И	9															1	6	2

5.2.4 Бюджет научно-технического исследования

5.2.4.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Во время проведения исследования использовались разные канцелярские принадлежности, производилось распечатывание материалов и документов по исследованию.

Таблица 6 – Расчет материальных затрат

Наименование материала	Единицы измерения	Количество	Цена за 1 ед., руб.	Затраты, руб.
Канцелярские принадлежности	Шт.	1	1000	1000
Итого				1000

Общие материальные затраты составили 1000 рублей.

5.2.4.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы.

Среднедневная тарифная заработная плата (ЗП_{дн-т}) рассчитывается по формуле 6:

$$ЗП_{дн-т} = MO/25 \quad (6)$$

Формула учитывает, что в году 248 рабочий день и, следовательно, в месяце в среднем 25 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе) и 20,6 рабочих дня (при пятидневной рабочей неделе)

Для учета в составе заработной платы премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов:

$$K_{ПР} = 1,1;$$

$$K_{допЗП} = 1,188;$$

$$K_p = 1,3.$$

Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент.

Расчитаем интегральный коэффициент по формуле 7:

$$K_{\text{и}} = 1,1 \times 1,188 \times 1,3 = 1,699, (7)$$

Таблица 7 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб. день	Затраты времени, раб. дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	33664	1 346,56	7	1,699	16 014,6
И	9489	379,56	67	1,699	43 142,7
Итого:					59 157,3

5.2.4.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту.

ЕСН считается по формуле 8:

$$C_{\text{соц}} = C_{\text{зп}} \times 0,3, (8)$$

Итак, в нашем случае

$$C_{\text{соц}} = 59 157,3 \times 0,3 = 17 747,19$$

5.2.4.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле 9:

$$C_{\text{эл об}} = P_{\text{об}} \times t_{\text{об}} \times \Pi_{\text{э}}, (9)$$

где $P_{об}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

Цэ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{об}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ $\text{Цэ} = 6,59$ руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 4 для инженера ($T_{рд}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{об} = T_{рд} \times K_t, (10)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{рд}$.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле 11:

$$P_{об} = P_{ном} \times K_c, (11)$$

где $P_{ном.}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_c \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_c = 1$.

Расчет затраты на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице

Таблица 8 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $\text{Э}_{об}$, руб.
Персональный компьютер	536*1	0,3	1 059,6
Итого:			1 059,6

5.2.4.5 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» от используемого оборудования рассчитывается амортизация за время выполнения работы для оборудования, которое имеется в наличии.

Амортизационные отчисления рассчитываются на время использования ПК по формуле 12:

$$C_{AM} = \frac{H_A \times Ц_{ОБ} \times t_{рф} \times n}{F_D}, (12)$$

где H_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{ОБ}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. $H_A = 33,3\%$

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования. $F_D = 1\,984$ часов.

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта. $t_{рф} = 536$ часа.

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Затраты на амортизационные отчисления составили:

$$C_{AM} = \frac{0,333 \times 40000 \times 536 \times 1}{1\,984} = 3\,598$$

5.2.4.6 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов.

Прочие расходы считаются по формуле 13

$$C_{проч} = (C_{мат} + C_{зп} + C_{соц} + C_{эл.об} + C_{ам}) \times 0,1, (13)$$

Затраты на прочие расходы составили:

$$C_{проч} = (1000 + 59\,157,3 + 17\,747,19 + 942 + 3\,598) \times 0,1 = 8\,154,4$$

5.2.4.7 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет сметы затрат на разработку, можно определить общую стоимость разработки проекта.

Таблица 9 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	1000
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	59 157,3
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	17 747,19
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	924,2
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	3 598
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	8 154,4
Итого:		89 445,4

Таким образом, расходы на разработку составили $C = 89\,445,4$ руб.

5.2.4.8 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами.

Для данного проекта невозможно рассчитать прибыль, так как проект является некоммерческим.

5.2.4.9 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли.

Рассчитаем НДС:

$$89\,580,8 \times 20\% = 17\,889,08$$

5.2.4.10 Цена разработки НИР

Цена разработки НИР равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$89\,580,8 + 17\,916,1 = 107\,334,48$$

1.1.Определение потенциального эффекта исследования

Оценить экономическую эффективность проекта является невозможным за неимением точных данных по внедрению продукта.

Разработанный проект поможет повысить качество создаваемого видеоматериала, что поможет компаниям и людям в сфере видеопроизводства повысить качество собственного продукта, что в свою очередь повысит их экономическую эффективность.

Произведя анализ исследования с экономической точки зрения, были сделаны следующие выводы:

- Проект имеет высокий потенциал в сфере создания видеоконтента;
- Проект поможет повысить качество создаваемого видеоматериала, что позволит увеличить его стоимость на рынке;
- Проект находится в конкуренции с более опытными предприятиями, занимающимися разработкой подобных проектов;
- Время проведения исследования составляет 5 месяца;
- Стоимость проведения исследования составляет 107 334,48 рублей.

6 Социальная ответственность

Введение

Разработанный в рамках исследовательской работы проект – применение технологий нейронных сетей для повышения разрешения и количества кадров в видеоматериале. Сферы применения разработки: от нужд обычных пользователей до специализированных задач. Взаимодействие пользователя с разработанной программой производится с помощью программных и аппаратных средств ПЭВМ, а также с помощью периферийных устройств, подключенных к ПЭВМ.

Данный раздел посвящен анализу вредных и опасных факторов производственной среды для операторов ПЭВМ, а также разработке программ по минимизации воздействия вредоносного и опасного влияния выявленных

факторов, снижению вредных воздействий на окружающую среду и защите в чрезвычайных ситуациях.

Рабочая зона разработчика находится в учебной аудитории 407 Кибернетического центра ТПУ, находящегося по адресу г. Томск, ул. Советская, д.84/3.

Климатические условия в городе Томск представлены в таблице ниже.

Таблица 10 – Средняя температура в г. Томск

Время года	Зима	Весна	Лето	Осень
Средняя температура (°C)	-16,1	1,2	17,3	0,9

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.1.1 Правовые нормы трудового законодательства для рабочей зоны оператора ПЭВМ

Регулирование отношений между работником и работодателем, касающихся оплаты труда, трудового распорядка, особенности регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и проч., осуществляется законодательством РФ, а именно трудовым кодексом РФ[17].

Продолжительность рабочего дня не должна быть меньше указанного времени в договоре, но не больше 40 часов в неделю. Для работников до 16 лет – не более 24 часов в неделю, от 16 до 18 лет и инвалидов I и II группы – не более 35 часов.

Возможно установление неполного рабочего дня для беременной женщины; одного из родителей (опекуна, попечителя), имеющего ребенка в возрасте до четырнадцати лет (ребенка-инвалида в возрасте до восемнадцати лет). Оплата труда при этом производится пропорционально отработанному времени, без ограничений оплачиваемого отпуска, исчисления трудового стажа и других прав.

При работе в ночное время продолжительность рабочей смены сокращается на один час. К работе в ночную смену не допускаются беременные

женщины; работники, не достигшие возраста 18 лет; женщины, имеющие детей в возрасте до трех лет, инвалиды, работники, имеющие детей-инвалидов, а также работники, осуществляющие уход за больными членами их семей в соответствии с медицинским заключением, матери и отцы-одиночки детей до пяти лет.

Организация обязана предоставлять ежегодный отпуск продолжительностью 28 календарных дней. Дополнительные отпуска предоставляются работникам, занятым на работах с вредными или опасными условиями труда, работникам имеющими особый характер работы, работникам с ненормированным рабочим днем и работающим в условиях Крайнего Севера и приравненных к нему местностях.

В течение рабочего дня работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается. Всем работникам предоставляются выходные дни, работа в выходные дни осуществляется только с письменного согласия работника.

Организация-работодатель выплачивает заработную плату работникам. Возможно удержание заработной платы только в случаях установленных ТК РФ ст. 137. В случае задержки заработной платы более чем на 15 дней, работник имеет право приостановить работу, письменно уведомив работодателя.

Законодательством РФ запрещена дискриминация по любым признакам и принудительный труд [17].

6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Требования к организации рабочих мест пользователей:

- Рабочее место должно быть организовано с учетом эргономических требований согласно ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [18] и ГОСТ 12.2.061-81 «ССБТ.

Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» [19].

- 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 схематично представлены требования к рабочему месту.



Рисунок 25 – 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 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [20]:

- 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° ниже уровня глаза;
- дисплей должен находиться на расстоянии 45-60 см от глаз;
- локтевой сустав при работе с клавиатурой нужно держать под углом 90°;
- 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

6.2 Профессиональная социальная безопасность

Для обеспечения производственной безопасности необходимо проанализировать воздействия на человека вредных и опасных производственных факторов, которые могут возникать при разработке или эксплуатации проекта.

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.

Все производственные факторы классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические и психофизические. Для

данной работы целесообразно рассмотреть физические и психофизические вредные и опасные факторы производства, характерные как для рабочей зоны программиста, как разработчика рассматриваемой в данной работе системы, так и для рабочей зоны пользователя готового продукта – инженера-оператора ПЭВМ [21]. Выявленные факторы представлены в таблице.

Таблица 11 – Вредные и опасные производственные факторы при выполнении работ за ПЭВМ

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовле ние	Эксплуата ция	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	1) СанПиН 2.2.4.548-96[22]; 2) СП 52.13330.2016[23]; 3) ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ[24]; 4) СП 2.2.2.1327-03[25]
2.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
3.Опасность поражения электрическим током	+	+	+	
4. Монотонность труда	+	+	—	

6.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

6.2.1.1 Отклонение показателей микроклимата

Разработка происходит в учебной аудитории 407 Кибернетического центра ТПУ, находящегося по адресу г. Томск, ул. Советская, д.84/3. Макроклимат соответствуем нормам.

Микроклимат помещения – это комплекс физических факторов внутренней среды помещения, которые оказывают влияние на здоровье человека. Основные факторы, характеризующие микроклимат помещения, устанавливаются в соответствии с СанПиН 2.2.4.548 – 96 [22]. К ним относятся:

- температура воздуха;

- скорость движения воздуха;
- влажность;
- интенсивность теплового облучения.

Согласно вышеуказанному документу, работа разработчика-программиста относится к категории работ 1б, так как основная часть работы происходит с использованием ПЭВМ.

Показатели микроклимата разделяются на допустимые значения и оптимальные значения микроклимата. При допустимых значениях работник может ощущать небольшой дискомфорт и понижение работоспособности, при этом ухудшение состояния здоровья возникать не будет. При оптимальных значениях наблюдается высокий уровень работоспособности и обеспечивается нормальное состояние организма работника.

Микроклимат с пониженной температурой приводит к обострению язвенной болезни, радикулита, обуславливает возникновение заболеваний органов дыхания, сердечно-сосудистой системы. Охлаждение человека (как общее, так и локальное) приводит к изменению его двигательной реакции, нарушает координацию и способность выполнять точные операции, вызывает тормозные процессы в коре головного мозга, что может быть причиной возникновения различных форм травматизма. При локальном охлаждении кистей снижается точность выполнения рабочих операций.

Микроклимат с повышенной температурой вызывает нарушение состояния здоровья, снижение работоспособности и производительности труда, может привести к заболеванию общего характера, которое проявляется чаще всего в виде теплового коллапса. Он возникает вследствие расширения сосудов и уменьшения давления в них крови. Обморочному состоянию предшествует головная боль, чувство слабости, головокружение, тошнота.

Допустимые и оптимальные значения показателей микроклимата холодного и тёплого периода года для категории работ 1б представлены в таблица 12.

Таблица 12 – Оптимальные и допустимые значения показателей микроклимата
(СанПин 2.2.4.548-96)

Тип величины	Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Оптимальный	Холодный	21-23	20-24	40-60	0,1
	Тёплый	22-24	21-25		
Допустимый	Холодный	19-24	18-25	15-75	0,1-0,2
	Тёплый	20-28	19-29		0,1-0,3

В рассматриваемой аудитории для обеспечения оптимальной температуры помещения используется регулируемое отопление на основе регулируемой системы водяного отопления. Так же в аудитории установлен кондиционер LG S12SWT класса «зима-лето», который можно использовать в холодный период для обогрева помещения, а в тёплый для его охлаждения. Помимо этого, во время перерывов осуществляется естественная вентиляция воздуха, то есть проветривание помещения. Всё это обеспечивает высокую производительность труда, а также нормальное состояние здоровья работников в аудитории.

6.2.1.2 Отсутствие или недостаток естественного света

Рабочее (общее) освещение – это основное освещение, которое обеспечивает нормальные условия для нахождения человека в помещении.

Большую роль в создании благоприятных условий для работоспособности на предприятии играет освещение. Отсутствие хорошего освещения может привести к профессиональным заболеваниям, а также ухудшению концентрации работников. Работа разработчика-программиста в основном проводится за дисплеем персонального компьютера. В результате недостаточной освещённости рабочего места у работника может ухудшиться зрение, а также возникнуть переутомление. То же самое происходит и при избыточном освещении помещения.

Поэтому необходимо создать систему освещения рабочего места для комфортной работы, отвечающую нормам, указанным в соответствии со СП

52.13330.2016 [23]. Показатель, отвечающий за качество освещения, называется освещённостью и обозначается буквой Е. Согласно вышеуказанному документу [23], освещённость рабочего места должна быть равна 200 лк, так как работа программиста за компьютером относится к 3 категории зрительной работы.

6.2.1.3 Опасность поражения электрическим током

Поражение электрическим током является опасным производственным фактором и, поскольку оператор ПЭВМ имеет дело с электрооборудованием, то вопросам электробезопасности на его рабочем месте должно уделяться много внимания. Нормы электробезопасности на рабочем месте регламентируются ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ [24], вопросы требований к защите от поражения электрическим током освещены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ [24].

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Опасность поражения электрическим током усугубляется тем, что человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить напряжение дистанционно.

Помещение, где расположено рабочее место оператора ПЭВМ, относится к помещениям без повышенной опасности ввиду отсутствия следующих факторов: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы, высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и металлическим корпусам электрооборудования.

Для оператора ПЭВМ при работе с электрическим оборудованием обязательны следующие меры предосторожности:

- Перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;

- При обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо, не делая никаких самостоятельных исправлений, сообщить человеку, ответственному за оборудование [24].

6.2.2 Монотонность труда

Длительный процесс разработки программного обеспечения является монотонным трудом.

Монотонный труд – Вид репродуктивного однообразно повторяющегося труда, угнетающего психику [24].

Подобный вид работы может вызвать у разработчика сонливость, снижение общего уровня активности, уменьшение или колебание работоспособности, а также снижение адаптируемости и восприимчивости.

Согласно СП 2.2.2.1327-03 Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту [25] уменьшение монотонности труда необходимо осуществлять путем:

- укрупнения производственных операций в более сложные и разнообразные по содержанию;
- внедрения методов узловой сборки с автономным ритмом;
- изменения темпа движения конвейера в соответствии с динамикой работоспособности;
- периодическое, 2 - 3 раза в час, кратковременное (на 2 - 3 мин) ускорение темпа работы (на 5 - 10 %);
- автоматизации и механизации наиболее простых операций;
- чередования производственных операций, подобранных с учетом конкретных условий деятельности. Смена операций может производиться от 2 - 4 раз за рабочую смену;
- чередования работы в относительно свободном и заданном темпах;

- применения рациональных режимов труда и отдыха: внедрения регламентированных перерывов по 5 - 10 мин через каждые 60 - 120 мин работы;
- увеличения освещения, при зрительно-напряженных однообразных работах, на 20 % в течение 1 - 2 мин, ежечасно, начиная со второго часа работы.

6.3 Экологическая безопасность

В данном разделе рассматривается воздействие на окружающую среду деятельности по разработке проекта, а также самого продукта в результате его реализации на производстве.

6.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.

Программный продукт, разработанный непосредственно в ходе выполнения бакалаврской работы, не наносит вреда окружающей среде.

6.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.

Разработка программного обеспечения и работа за ПЭВМ не являются экологически опасными работами, потому объект, на котором производилась разработка продукта, а также объекты, на которых будет производиться его использование операторами ПЭВМ относятся к предприятиям пятого класса, размер селитебной зоны для которых равен 50 м [26].

Средства, необходимые для разработки и эксплуатации программного комплекса могут наносить вред окружающей среде.

6.3.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.

Современные ПЭВМ производят практически без использования вредных веществ, опасных для человека и окружающей среды. Исключением являются аккумуляторные батареи компьютеров и мобильных устройств. В аккумуляторах содержатся тяжелые металлы, кислоты и щелочи, которые могут наносить ущерб окружающей среде, попадая в гидросферу и литосферу, если они были неправильно утилизированы. Для утилизации аккумуляторов

необходимо обращаться в специальные организации, специализировано занимающиеся приемом, утилизацией и переработкой аккумуляторных батарей [27].

Люминесцентные лампы, применяющиеся для искусственного освещения рабочих мест, также требуют особой утилизации, т.к. в них присутствует от 10 до 70 мг ртути, которая относится к чрезвычайно-опасным химическим веществам и может стать причиной отравления живых существ, а также загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы. Сроки службы таких ламп составляют около 5-ти лет, после чего их необходимо сдавать на переработку в специальных пунктах приема. Юридические лица обязаны сдавать лампы на переработку и вести паспорт для данного вида отходов [27].

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.

Программный продукт, разработанный непосредственно в ходе выполнения бакалаврской работы, не может инициировать ЧС.

6.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.

В рабочей среде оператора ПЭВМ возможно возникновение следующих чрезвычайных ситуаций техногенного характера:

- Пожары и взрывы в зданиях и на коммуникациях;
- Внезапное обрушение зданий.

Среди возможных стихийных бедствий можно выделить метеорологические (ураганы, ливни, заморозки), гидрологические (наводнения, паводки, подтопления), природные пожары.

К чрезвычайным ситуациям биолого-социального характера можно отнести эпидемии, эпизоотии, эпифитотии.

Экологические чрезвычайные ситуации могут быть вызваны изменениями состояния, литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы в результате деятельности человека [28].

Наиболее характерной для объекта, где размещаются рабочие помещения, оборудованные ПЭВМ, чрезвычайной ситуацией является пожар.

Помещение для работы операторов ПЭВМ по системе классификации категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории Д (из 5-ти категорий А, Б, В1-В4, Г, Д), т.к. относится к помещениям с негорючими веществами и материалами в холодном состоянии [28].

6.4.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.

Каждый сотрудник организации должен быть ознакомлен с инструкцией по пожарной безопасности, пройти инструктаж по технике безопасности и строго соблюдать его.

Запрещается использовать электроприборы в условиях, не соответствующих требованиям инструкций изготовителей, или имеющие неисправности, которые в соответствии с инструкцией по эксплуатации могут привести к пожару, а также эксплуатировать электропровода и кабели с поврежденной или потерявшей защитные свойства изоляцией. Электроустановки и бытовые электроприборы в помещениях по окончании рабочего времени должны быть обесточены (вилки должны быть вынуты из розеток). Под напряжением должны оставаться дежурное освещение и пожарная сигнализация. Недопустимо хранение легковоспламеняющихся, горючих и взрывчатых веществ, использование открытого огня в помещениях офиса.

Перед уходом из служебного помещения работник обязан провести его осмотр, закрыть окна, и убедиться в том, что в помещении отсутствуют источники возможного возгорания, все электроприборы отключены и выключено освещение. С периодичностью не реже одного раза в три года

необходимо проводить замеры сопротивления изоляции токоведущих частей силового и осветительного оборудования.

Повышение устойчивости достигается за счет проведения соответствующих организационно-технических мероприятий, подготовки персонала к работе в ЧС [29].

Работник при обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т.п.) должен:

- Немедленно прекратить работу и вызвать пожарную охрану по телефону «01», сообщив при этом адрес, место возникновения пожара и свою фамилию;
- Принять по возможности меры по эвакуации людей и материальных ценностей;
- Отключить от сети закрепленное за ним электрооборудование;
- Приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения;
- Сообщить непосредственному или вышестоящему начальнику и оповестить окружающих сотрудников;
- При общем сигнале опасности покинуть здание согласно «Плану эвакуации людей при пожаре и других ЧС».

Для тушения пожара применять ручные углекислотные огнетушители (типа ОУ-2, ОУ-5), находящиеся в помещениях офиса, и пожарный кран внутреннего противопожарного водопровода. Они предназначены для тушения начальных возгораний различных веществ и материалов, за исключением веществ, горение которых происходит без доступа воздуха. Огнетушители должны постоянно содержаться в исправном состоянии и быть готовыми к действию. Категорически запрещается тушить возгорания в помещениях офиса при помощи химических пенных огнетушителей (типа ОХП-10) [29, 30].

Выводы по разделу

В ходе выполнения данного раздела были рассмотрены и проанализированы различные факторы, негативно влияющие на рабочие процессы, рассмотрены их основные источники возникновения и выдвинуты меры по их снижению и предотвращению. Также проведен анализ с точки зрения правовой организации процесса исследования и эксплуатации программного продукта. В заключении был проведен анализ экологической безопасности исследования и меры предохранения от наиболее значимых чрезвычайных ситуаций.

7 Заключение

В результате выполнения работы были выделены критерии качества видеоматериала, изучены методы по улучшению этих критериев с использованием нейронных сетей. А также создано приложение, позволяющее увеличить качество видеоматериала.

В качестве примера работы было увеличено разрешение и повышена частота кадров немого документального короткометражного фильма «Прибытие поезда на вокзал города Ла-Сьота».

Данная разработка поможет повысить качество видеоматериала в сфере создания видеоконтента. Также созданное программное обеспечение может быть использовано в создании различных документальных проектах, в которых требуется повысить качество архивного видеоматериала. Помимо этого, она поможет увеличить качество классической и stop-motion анимации.

8 Список использованных источников

1. Image resolution [Электронный ресурс]: Wikipedia URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Image_resolution (дата обращения 2.04.2020);
2. The Filmmaker's Guide to Video Frame Rates in 2020 [Электронный ресурс]: Studiobinder URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Image_resolution (дата обращения 2.04.2020);
3. 8, 12, 14 vs 16-Bit Depth: What Do You Really Need?! [Электронный ресурс]: PetaPixel URL: <https://petapixel.com/2018/09/19/8-12-14-vs-16-bit-depth-what-do-you-really-need/> (дата обращения 2.04.2020);
4. CHROMA SUBSAMPLING TECHNIQUES [Электронный ресурс]: red URL: <https://www.red.com/red-101/video-chroma-subsampling> (дата обращения 2.04.2020);
5. A Comprehensive Guide to Convolutional Neural Networks [Электронный ресурс]: towardsdatascience.com URL: <https://www.red.com/red-101/video-chroma-subsampling> (дата обращения 3.04.2020);
6. Генеративно-состязательная нейросеть (GAN). Руководство для новичков [Электронный ресурс]: Neurohive URL: <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/gan-rukovodstvo-dlja-novichkov/> (дата обращения 4.04.2020);
7. Generative Adversarial Nets (GAN) [Электронный ресурс]: Университет ИТМО URL: [http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Generative_Adversarial_Nets_\(GAN\)](http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Generative_Adversarial_Nets_(GAN)) (дата обращения 4.04.2020);
8. Machine Learning Crash Course (GAN) [Электронный ресурс]: Университет Machine Learning Crash Course URL: <https://developers.google.com/machine-learning/crash-course> (дата обращения 4.04.2020);
9. Повышение разрешения изображения с помощью AI [Электронный ресурс]: reg.ru URL: <https://www.reg.ru/blog/increase-image-resolution-using-ai/> (дата обращения 4.04.2020);

10. Обзор методов супер-разрешения изображений для начинающих [Электронный ресурс]: Neurohive URL: <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/obzor-metodov-super-razresheniya-izobrazhenij-dlya-nachinajushhih/> (дата обращения 4.04.2020);
11. Photo-Realistic Single Image Super-Resolution Using a Generative Adversarial Network [Электронный ресурс]: Cornell University URL: <https://arxiv.org/abs/1609.04802> (дата обращения 7.04.2020);
12. Depth-Aware Video Frame Interpolation [Электронный ресурс]: Cornell University URL: <https://arxiv.org/abs/1904.00830> (дата обращения 15.04.2020);
13. Deep Learning в вычислении оптического потока [Электронный ресурс]: habr.com URL: <https://habr.com/ru/company/ods/blog/446726/> (дата обращения 17.04.2020);
14. Новые архитектуры нейросетей [Электронный ресурс]: habr.com URL: <https://habr.com/ru/company/ods/blog/446726/> (дата обращения 20.04.2020);
15. Understanding and Implementing Architectures of ResNet [Электронный ресурс]: medium.com URL: <https://medium.com/@14prakash/understanding-and-implementing-architectures-of-resnet-and-resnext-for-state-of-the-art-image-cf51669e1624> (дата обращения 20.04.2020);
16. UNet – Line by Line Explanation [Электронный ресурс]: towardsdatascience.com URL: <https://towardsdatascience.com/unet-line-by-line-explanation-9b191c76baf5> (дата обращения 21.04.2020);
17. Трудовой кодекс Российской Федерации: текст изм. и доп. на 1 апреля 2019 г. // Гарант. URL: <http://base.garant.ru/12125268> (дата обращения: 24.04.2020);
18. ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1979. – 10 с.;

19. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-2-061-81-ssbt>. (Дата обращения 24.04.2020);
20. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2003 – 54 с.;
21. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Стандартинформ, 2016.;
22. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 11 с.;
23. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. – М.: Стандартинформ, 2017;
24. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Стандартинформ, 2010;
25. СП 2.2.2.1327-03 Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901865870>. (Дата обращения 24.04.2020);
26. ГОСТ 12.0.002-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200125989>. (Дата обращения 24.04.2020);
27. ГОСТ Р ИСО 1410-2010. Экологический менеджмент. Оценка жизненного Цикла. Принципы и структура;

- 28.Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок (с изменениями на 15 ноября 2018 года). – М.: АО "Кодекс", 2018;
- 29.ГОСТ Р 22.0.01-2016. Безопасность в ЧС. Основные положения;
- 30.СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009г.