

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 71 страниц, 3 части, 34 рисунка, 17 таблиц, 27 источников.

Ключевые слова и словосочетания: системный анализ, взвешивание, компьютерное зрение, EPC, база данных, PostgreSQL, Java, Python, экономический эффект.

Целью является проектирование информационной системы взвешивания грузовых автомобилей с использованием методов компьютерного зрения.

Объектом исследования является акционерное общество с ограниченной ответственностью «Литейные детали».

Предмет исследования: процесс взвешивания грузового автомобильного транспорта.

Методы решения поставленных задач: системный анализ, опрос исполнителей на рабочих местах, функционально-ориентированная и объектно-ориентированная методология описания систем, оригинальное программирование, CASE и RAD технологии.

Результат работы – разработанная информационная система, позволяющая проводить автоматизированное взвешивание грузового транспорта.

Основная эффективность системы связана с сокращением трудовых и стоимостных затрат и улучшение показателей эффективности сбора, хранения и обработки информации на объекте исследования.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Аналитическая часть	6
1.1 Технико-экономическая характеристика предметной области	6
1.2 Анализ функционирования объекта исследования	14
1.2.1 Входные документы	15
1.2.2 Выходные документы.....	16
1.2.3 Описание функционирования объекта исследования	17
1.3 Определение цели и задач проектирования ИС	21
1.4 Обзор и анализ существующих разработок	22
1.4.1 «1С - Логистика: Управление перевозками»	22
1.4.2 «Умная Логистика»	23
1.4.3 «АвтоПеревозки 4».....	24
1.4.4 Система AutoTRASSIR.....	25
1.4.5 Заключение по существующим разработкам	26
1.5 Обоснование проектных решений по видам обеспечения	27
1.5.1 Техническое обеспечение	27
1.5.2 Информационное обеспечение	29
1.5.3 Программное обеспечение	30
1.5.4 Математическое обеспечение	31
2 Проектная часть.....	34
2.1 Разработка функционального обеспечения.....	34
2.2 Разработка информационного обеспечения.....	38
2.2.1 Используемые классификаторы и системы кодирования	41

2.2.2 Характеристика нормативно-справочной и входной оперативной информации	41
2.2.3 Характеристика результатной информации.....	44
2.3 Разработка программного обеспечения	45
2.3.1 Структурная схема функций управления и обработки данных	45
2.3.2 Описание программных модулей	47
2.3.3 Результат обучения нейронной сети.....	51
2.4 Компоненты пользовательского интерфейса.....	52
3 Оценка эффективности внедрения ИС	56
3.1 Общие положения	56
3.2 Показатели эффективности	56
3.3 Расчет экономической эффективности	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	66
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	67

ВВЕДЕНИЕ

ООО «Литейные детали» основан 31 января 2017 г. В настоящее время ООО «Литейные детали» – российский производитель изделий из чугуна и стали. Основные специализации – каминное и печное литье. История завода начиналась на площадке Алтайского завода тракторного электрооборудования (АЗТЭ) в 1992 году.

Актуальность работы заключается в отсутствии в организации системы для учета загруженной массы грузовых автомобилей и прицепов, что ведёт к судебным искам и финансовым потерям. В связи с этим существует необходимость внедрения технологий компьютерного зрения и нейросетей для устранения человеческого фактора и устранению вышеизложенных проблем.

Объектом исследования является общество с ограниченной ответственностью «Литейные детали».

Предмет исследования: процесс взвешивания грузового автомобильного транспорта.

Целью является проектирование информационной системы взвешивания грузовых автомобилей с использованием методов компьютерного зрения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести технико-экономический анализ предметной области;
- провести анализ функционирования объекта исследования;
- определить цели и задачи проектирования ИС;
- провести обзор и анализ существующих разработок;
- обосновать проектные решения по видам обеспечения;
- реализовать решения по функциональной архитектуре и обеспечивающим подсистемам;

- оценить эффективность внедрения проекта.

Проектируемая информационная система ориентирована на:

- автоматизацию процесса взвешивания грузового транспорта;
- видео фиксация процесса взвешивания;
- ведение журнала проведённых замеров;
- распознавание автомобильных номеров грузового тягача и прицепа;
- составление отчётной документации.

Исходными данными для выполнения работы является учебная и научная литература, а также интернет-источники, локальная нормативно-справочная документация предприятия.

Для выполнения работы использовались следующие методы и средства:

- технико-экономический анализ предметной области;
- объектно-ориентированное и структурно-функциональное описание систем с использованием графических нотаций: EPC, IDEF0, IDEF1X, UML в среде MS Visio;
- оригинальное проектирование;
- прототипирование и быстрая разработка приложений с помощью сред разработки PyCharm и NetBeans Apache.

1 Аналитическая часть

1.1 Технико-экономическая характеристика предметной области

Общество с ограниченной ответственностью «Литейные детали».

ИНН/ КПП 2209047491/ 220901001.

ОКПО 06454133.

Адрес фактического местонахождения 658204, Алтайский край, г. Рубцовск, ул. Тракторная, д.21.

ООО «Литейные детали» основан 31 января 2017 г. В настоящее время ООО «Литейные детали» – российский производитель изделий из чугуна и стали. Основные специализации – каминное и печное литье. История завода начиналась на площадке Алтайского завода тракторного электрооборудования (АЗТЭ) в 1992 году.

Помимо основного направления Завод ЛИТКОМ выпускает чугунное и стальное литье для строительства и промышленности, комплектующие для сельхозтехники, изделия для дома и дачи, спецпроекты по индивидуальному заказу клиента. На Заводе ЛИТКОМ работает цех художественно-декоративного литья и сувениров из чугуна.

Высокий уровень качества выпускаемых изделий – это результат совместного труда сотен людей, работающих на благо потребителя. И каждый, приобретающий продукцию Завода ЛИТКОМ может быть уверен в её надежности.

Основной деятельностью является Торговля оптовая неспециализированная.

Дополнительные виды деятельности:

- производство прочих деревянных строительных конструкций и столярных изделий;
- производство деревянной тары;
- литье чугуна;
- литье стали;
- литье легких металлов;
- литье прочих цветных металлов;
- производство строительных металлических конструкций, изделий и их частей;
- обработка металлов и нанесение покрытий на металлы;
- обработка металлических изделий механическая;
- производство прочих готовых металлических изделий, не включенных в другие группировки;
- производство статуэток, рам для фотографий, картин, зеркал и прочих декоративных изделий из драгоценных металлов;
- производство прочих машин и оборудования для сельского хозяйства, садоводства, птицеводства или пчеловодства, не включенных в другие группировки;
- обработка отходов и лома драгоценных металлов;
- обработка отходов и лома черных металлов;
- обработка отходов и лома цветных металлов;
- аренда и управление собственным или арендованным нежилым недвижимым имуществом.

Структура производства отражена в рисунке 1.

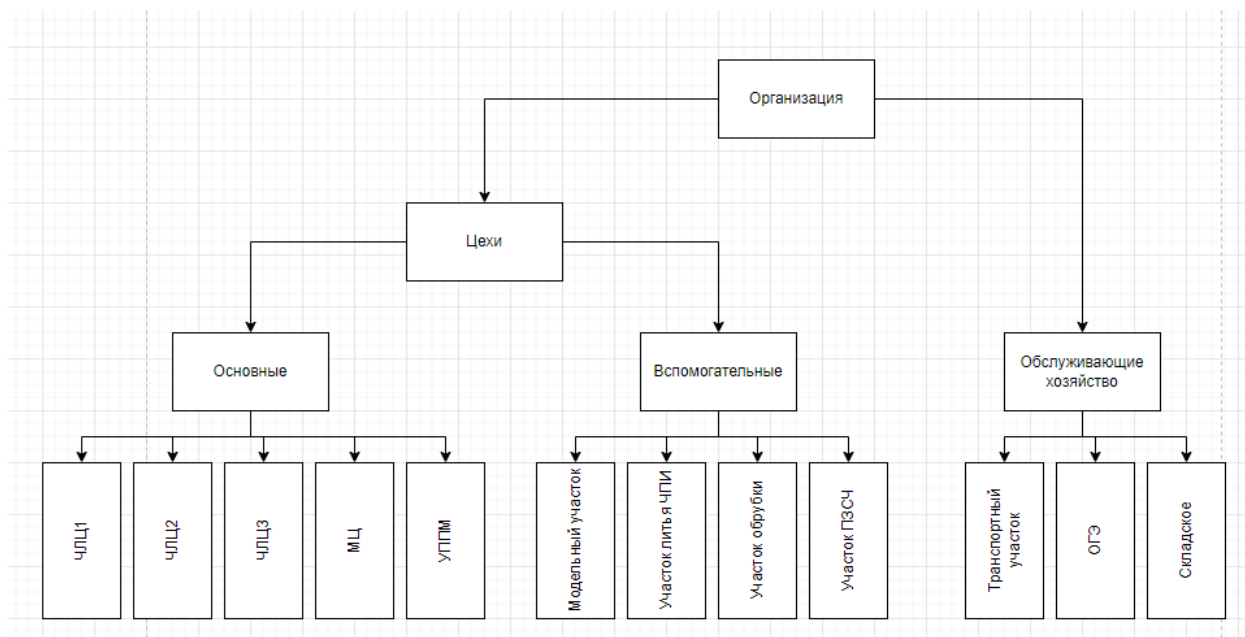


Рисунок 1 – Структура производства ООО «Литейные детали»

Организационно-штатная структура организации представлена на рисунке 2.

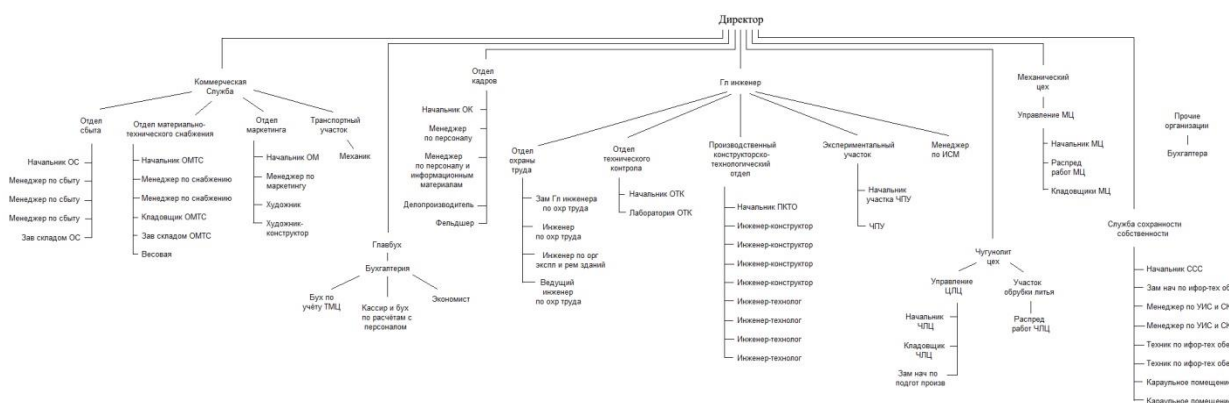


Рисунок 2 – Организационно-штатная структура организации

Отдел сбыта занимается продажей готовой продукции.

Отдел материально-технического снабжения занимается закупкой товаров и оборудования необходимых нужд организации.

Отдел маркетинга занимается рекламой выпускаемой продукции и подбором клиентов.

Транспортный участок – все виды работ, предусмотренные квалификационной характеристикой профессии.

Бухгалтерия – бухгалтерский учет хозяйственно-финансовой деятельности и контроль экономного использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов

Отдел кадров осуществляет прием сотрудников на работу.

Отдел охраны труда следит за соблюдением норм, охраны труда.

Отдел технического контроля следит за качеством выпускаемой продукции.

Производственный конструкторско-технологический отдел занимается разработкой моделей и чертежей выпускаемой продукции.

Экспериментальный участок занимается внутренними разработками.

Служба сохранности собственности занимается предотвращением краж имущества организации, личных вещей сотрудников.

Цеха являются основой предприятия т.к. генерируют основную прибыль за счёт производства продукции и её последующей реализации.

Количественный состав работников:

- директор – 1 человек;
- заместитель директора – 1 человек;
- главный бухгалтер – 1 человек;
- бухгалтер – 5 человек;
- начальник лаборатории – 1 человек;
- лаборант – 2 человек;
- юрист – 1 человек;
- начальник отдела кадров – 1 человек;
- менеджер по персоналу – 1 человек;
- менеджер по персоналу и информационным материалам – 1 человек;
- делопроизводитель – 1 человек;
- фельдшер – 2 человек;
- начальник отдела сбыта – 1 человек;

- менеджер по сбыту – 3 человека;
- зав складом ОС – 1 человек;
- начальник ОТМС – 1 человек;
- менеджер по снабжению – 2 человека;
- кладовщик ОМТС – 1 человек;
- зав складом ОТМС – 1 человек;
- весовая – 1 человек;
- начальник отдела маркетинга – 1 человек;
- менеджер по маркетингу – 1 человек;
- художник – 2 человек;
- художник-конструктор – 1 человек;
- механик – 1 человек;
- зам гл. инженера по охране труда – 1 человек;
- инженер по охр. труда – 1 человек;
- инженер по орг. эксплуатации и ремонту зданий – 1 человек;
- ведущий инженер по охр. труда – 1 человек;
- начальник отдела технического контроля – 1 человек;
- лаборатория отдела технического контроля – 1 человек;
- начальник ПКТО – 1 человек;
- инженер-конструктор – 4 человека;
- инженер-технолог – 4 человека;
- начальник участка ЧПУ – 1 человек;
- менеджер по интегрированным системам менеджмента – 1 человек;
- начальник ЧЛЦ – 1 человек;
- кладовщик ЧЛЦ – 1 человек;
- зам нач. по подготовки произв. – 1 человек;
- распределитель работ ЧЛЦ – 1 человек;

- начальник МЦ – 1 человек;
- распределитель работ МЦ – 1 человек;
- кладовщик МЦ – 1 человек;
- начальник ССС – 1 человек;
- зам нач. по информационно-техническому обеспечению – 1 человек;
- менеджер по УИС и СКС – 2 человека;
- техник по информационно-техническому обеспечению – 2 человека;
- контролер – 16 человек;
- вагранщик – 5 человек;
- водитель автомобиля – 5 человек;
- водитель погрузчика – 7 человек;
- выбивальщик отливок – 5 человек;
- газорезчик – 8 человек;
- грузчик – 3 человека;
- заливщик металла 10 человек;
- земледел – 5 человек;
- изготовитель изделий из ВМ – 26 человек;
- контролер в ЛП – 11 человек;
- контролер ММПИ – 1 человек;
- контролер ССР – 3 человека;
- литейщик МИС – 18 человек;
- маляр – 4 человека;
- машинист (кочегар) – 7 человек;
- монтажник СТСиО – 4 человека;
- наждачник – 4 человека;
- наладчик ТО – 2 человека;

- обрубщик – 18 человек;
- оператор станков с ПУ – 4 человека;
- плавильщик металла и сплавов – 3 человека;
- плотник – 1 человек;
- подсобный рабочий – 9 человек;
- правщик АК – 1 человек;
- рабочий по КОиР – 6 человек;
- слесарь – 47 человек;
- стерженщик р. формовки – 4 человека;
- токарь – 7 человек;
- транспортировщик – 5 человек;
- тракторист – 1 человек;
- уборщик – 14 человек;
- упаковщик – 8 человек;
- формовщик – 13 человек;
- фрезеровщик – 5 человек;
- чистильщик МОИД – 9 человек;
- шихтовщик – 8 человек;
- штукатур – 1 человек;
- экономист – 2 человека;
- электрогазосварщик – 5 человек;
- электромонтер по РОЭ – 14 человек.

Общая численность работников – 394 человека.

ООО «Литейные детали» получает финансовые средства в основном за реализацию продукции. Оборот предприятия за 2023 год составил 124 млн. руб. Предприятие предоставляет бухгалтерскую и налоговую отчетность в соответствии с законодательством в установленные сроки.

Основными информационными потоками предприятия с внешними объектами являются:

1. Информация для клиентов стоимость и объёмы продукции.
2. Информация о финансовой деятельности для налоговой инспекции и акционеров.
3. Информация об активных потребителях электроэнергии для «Алтайкрайэнерго».
4. Информация от поставщиков.

На предприятии имеется следующая компьютерная и периферийная техника, представленная на таблице 1.

Таблица 1 – Сводка по устройствам

Наименование	Количество
Персональный компьютер	75
МФУ лазерное Canon mf-3010	15
МФУ лазерное Pantum m-6500	1
МФУ лазерное Kyocera ECOSYS M2635dn	3
ПК DEXP Atlas H371	30
Маршрутизатор Mikrotik RB2011UiAS-RM	2
Коммутатор TP-Link LS 1008 G8G	15
Сервер RS520-F9-RS12-E	3
Видеорегистратор Cyfron nv-22128	1
IP-камера IPC 2322 EBR5-P-C	70

На всех ПК установлен стандартный пакет программного обеспечения:

- операционная система Windows 10 x64;
- пакет Microsoft Office 2010;
- Google Chrome;
- антивирус Pro 32;
- Adobe Reader 11.

Предприятие через провайдера «Beeline» подключено к сети интернет по ШПД каналу связи пропускной способностью до 1000 Мбит/с.

ООО «Литейные детали» является одним из самых крупных в Крае предприятие перерабатывающей отрасли. На рисунке 3 представлен график годовой выручки. После 2017 года средняя годовая выручка выросла на 115%, но поступлений всё ещё достаточно для ведения и расширения бизнеса.

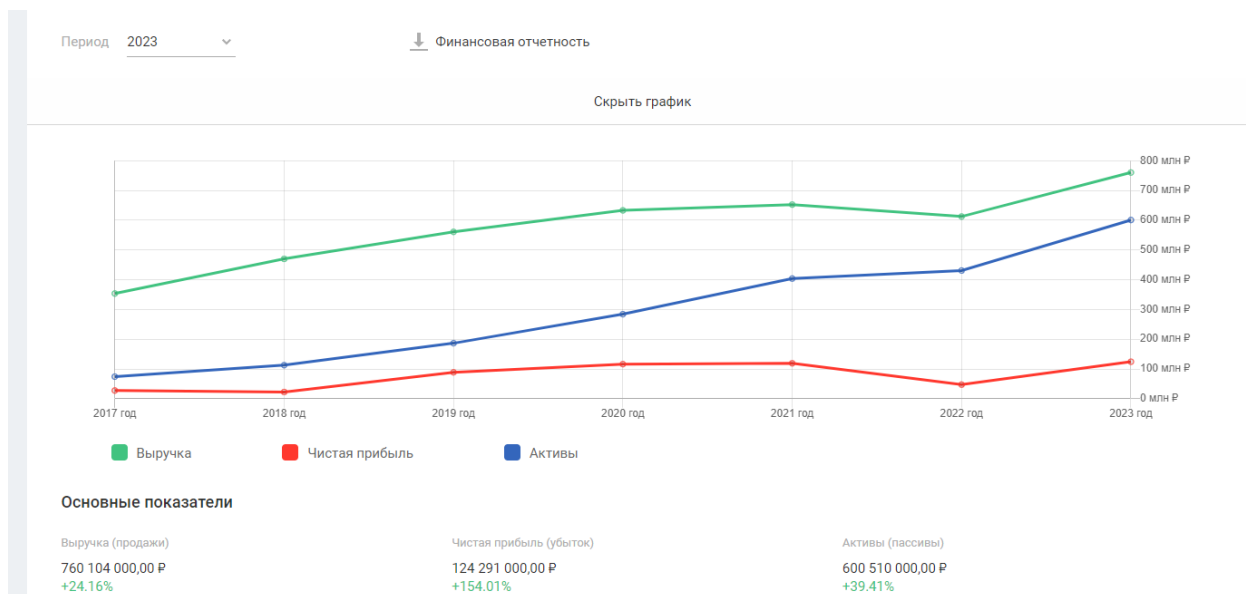


Рисунок 3 – График годовой выручки за 2017 - 2023 года

1.2 Анализ функционирования объекта исследования

Организация проведения обследования объекта проводилась на основе следующих методов:

- системное обследование;
- индивидуальное обследование;
- сплошное обследование;
- параллельное обследование.

- беседы и консультации с руководителями;
- опрос исполнителей на рабочих местах;
- анализ предоставленного материала;
- анализ операций;
- метод выборочного хронометража отдельных работ.

1.2.1 Входные документы

№	Дата	Товары (работы, услуги)	Штрихкод	Код	Кол-во	Ед.	Цена	Сумма
1	20.04.18	Bosch BGS 42230	20000000000022	ФР-00000014	1	шт	9 914,00	9 914,00
2	20.04.18	Доставка в пределах МКАД		ФР-00000063	1	шт	443,00	443,00
Итого:							10 357,00	
Без налога (НДС)							-	

Всего наименований 2, на сумму 10 357,00 RUB

Десять тысяч триста пятьдесят семь рублей 00 копеек

Исполнитель _____

подпись

Андрей Кудрявцев _____

расшифровка подписи

Заказчик _____

подпись

расшифровка подписи

Экономические показатели:

- ЭП1 («Цена», «Наименование товара», «№ п/п»);
- ЭП2 («Количество», «Наименование товара», «№ п/п»);

$$\text{«Сумма»} = \text{«Цена»} \cdot \text{«Количество»} \quad (1)$$

1.2.2 Выходные документы

Счет-фактура представленная на рисунке 5 предоставляется покупателю вместе с товарной накладной (актом выполненных работ). В счете-фактуре существуют все основные показатели, что и в счете и товарной накладной:

1. Дата составления документа.
2. Наименование продавца.
3. Наименование покупателя.
4. Адрес продавца.
5. Адрес покупателя.
6. Наименование товара (работы, услуги).
7. Количество.
8. Цена за единицу.
9. Стоимость.
10. Сумма НДС (Налога на добавленную стоимость).

Приложение № 1
к постановлению Правительства
Российской Федерации
от 26 декабря 2011 г. № 1137
(в ред. Постановления Правительства РФ от 19.08.2017 № 981)

СЧЕТ-ФАКТУРА № _____ от "____" _____ (1)
ИСПРАВЛЕНИЕ № _____ от "____" _____ (1a)

Продавец _____ (2)
Адрес _____ (2a)
ИНН/КПП продавца _____ (2b)
Грузоотправитель и его адрес _____ (3)
Грузополучатель и его адрес _____ (4)
К платежно-расчетному документу № _____ от _____ (5)
Покупатель _____ (6)
Адрес _____ (6a)
ИНН/КПП покупателя _____ (6b)
Валюта: наименование, код _____ (7)
Идентификатор государственного контракта, договора (соглашения) (при наличии) _____ (8)

Наименование товара (описание выполненных работ, оказанных услуг), имущественного права	Код вида товара	Единица измерения		Коли- чество (объем)	Цена (тариф) за единицу измерения	Стоимость товаров (работ, услуг), имущественных прав без налога – всего	В том числе сумма акциза	Налоговая ставка	Сумма налога, предъяв- ляемая покупателю	Стоимость товаров (работ, услуг), имущественных прав с налогом - всего	Страна происхождения товара		Регистра- ционный номер таможенной декларации
		код	условное обозначе- ние (нацио- нальное)								цифровой код	краткое наименование	
1	1a	2	2a	3	4	5	6	7	8	9	10	10a	11
Всего к оплате								X					

Руководитель организации _____ Главный бухгалтер _____
или иное уполномоченное лицо _____ или иное уполномоченное лицо _____
(подпись) (ф.и.о.) (подпись) (ф.и.о.)

Индивидуальный предприниматель _____
или иное уполномоченное лицо _____
(подпись) (ф.и.о.) (реквизиты свидетельства о государственной регистрации
индивидуального предпринимателя)

Рисунок 5 – Документ «Счет-фактура»

1.2.3 Описание функционирования объекта исследования

Описание функционирования объекта исследования в представлении «как есть» (AS-IS) с позиций системного анализа и визуального моделирования начнём с диаграммы вариантов использования унифицированного языка моделирования UML. Основными объектами модели являются действующие лица и их варианты использования. Анализ организационной структуры предприятия и функциональных обязанностей его сотрудников, представленный в пункте 1.1, позволяет описать совокупность прецедентов действующих лиц объекта исследования в виде, изображенном на рисунке 6.

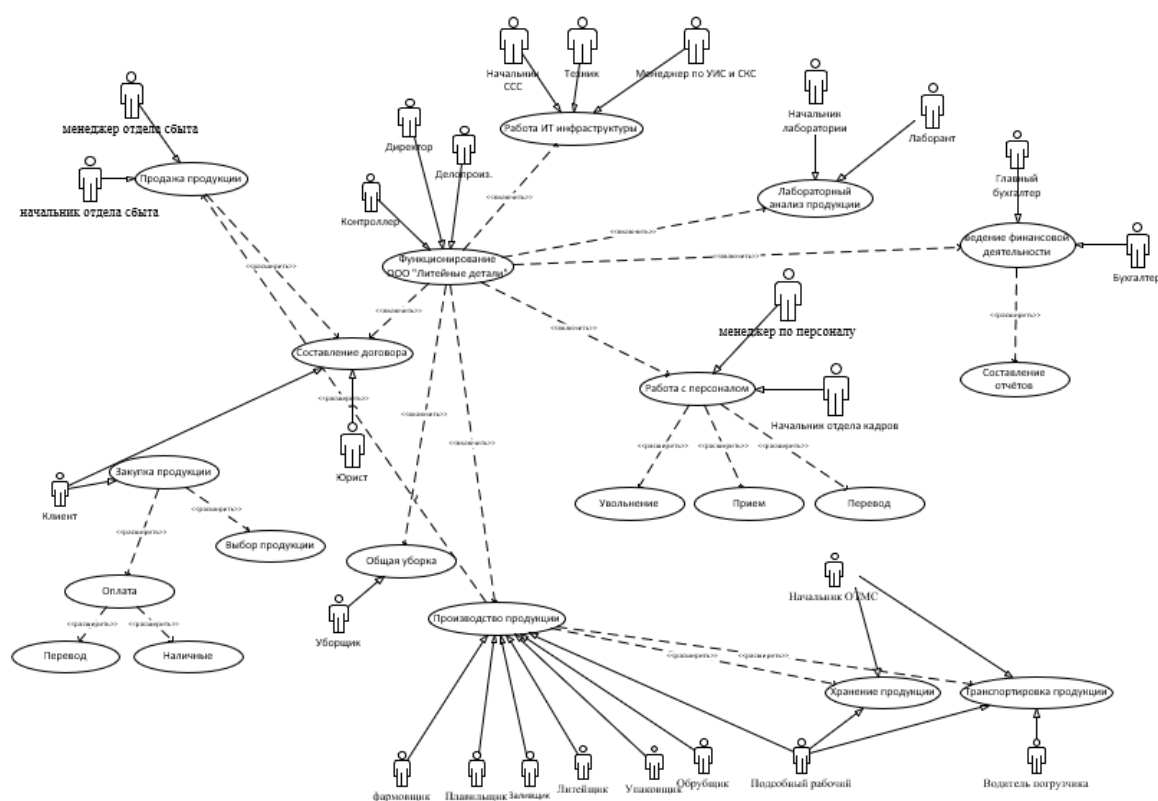


Рисунок 6 – Диаграмма вариантов использования объекта исследования

На UML диаграмме видно, что функции предприятия сбалансированно распределены между руководителями отделов. Директор предприятия

учувствует в большинстве процессов. В основном участие носит рекомендательный характер или подтверждение действия.

Дальнейшее описание функционирования объекта исследования проведем с использованием структурно-функционального подхода на основе методологии IDEF0. Диаграмма IDEF0 верхнего уровня (TOP) представляет собой функциональный блок, моделирующий основную деятельность предприятия, и совокупность стрелок, описывающих вход, выход, механизмы и управляющие воздействия для выполнения этой деятельности. На рисунке 7 представлена диаграмма IDEF0 верхнего уровня деятельности ООО «Литейные детали».

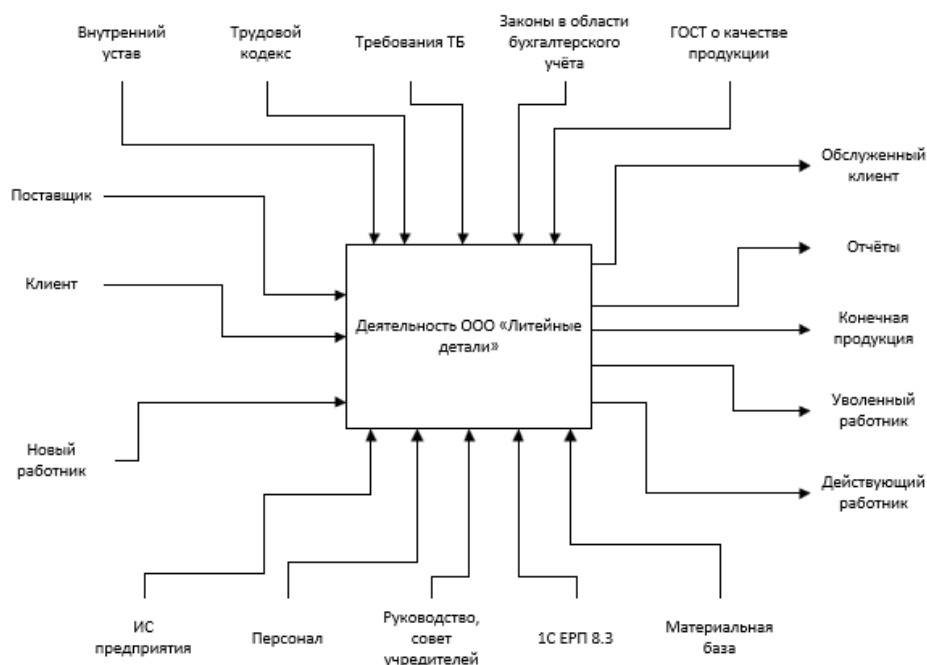


Рисунок 7 – TOP-диаграмма IDEF0 деятельности объекта исследования

В таблице 2 представлено подробное описание стрелок.

Таблица 2 – Описание стрелок диаграммы

Наименование	Описание
Стрелки управления	
Внутренний устав	Внутренний устав предприятия
Трудовой кодекс	Трудовой кодекс РФ, который регулирует отношения между работником и работодателем

Продолжение таблицы 2

Требования ТБ	Локальные требования к технике безопасности на производстве
ГОСТ о качестве продукции	Количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, входящих в ее качество.
Законы в области бухгалтерского учёта	Целенаправленное воздействие уполномоченных органов на формирование бухгалтерской информации путем разработки и принятия нормативных правовых и иных актов, а также механизм их соблюдения. Регулирование бухгалтерского учета регламентируется Федеральным законом от 06.12.2011 N 402-ФЗ "О бухгалтерском учете".
Стрелки входа	
Поставщик	Поставщик материальных ресурсов.
Клиент	Клиент заинтересованный в получении продукции, может быть физическим или юридическим лицом.
Новый работник	Новый работник, который изъявил желание устроиться на работу в ООО «Литейные детали»
Стрелки механизма	
ИС предприятия	Используемые на предприятии информационные системы
Персонал	Сотрудники ООО «Литейные детали»
1С ЕРП 8.3	Основное используемое на предприятии средство ведения документации
Материальная база	Материальные объекты ведения деятельности ООО «Литейные детали»: территория, цеха, оборудование, офисное оборудование и т.д
Руководство, совет учредителей	Руководство и совет учредителей, которые обеспечивают высшую деятельность предприятия
Выходные стрелки	

Продолжение таблицы 2

Обслуженный клиент	Клиент. Это может быть физическое или юридическое лицо.
Конечная продукция	Конечная продукция, могут быть как печи так и сувенирная продукция.
Уволенный работник	Работник с которым расторгли трудовой договор по причине личной инициативы или дисциплинарного высказывания.
Отчёты	Сгенерированные ИС или бухгалтерским, отделом сбыта, отделом снабжения, юридическим отделом отчёты.
Действующий работник	Работник с действующим трудовым договором.

Таким образом, проведенный анализ функционирования объекта исследования позволяет выделить существенный недостаток в работе организации. В организации отсутствует система весового контроля, что не позволяет эффективно мониторить загруженность транспортных средств и обеспечивать равномерную развесовку по осям. В связи с этим, при выезде транспортных средств с территории организации, некоторые перевозчики злоупотребляют доверием и производят дозагрузку дополнительными материалами в пути следования, что приводит к неравномерной загрузке по осям.

В случае, если транспортное средство попадает на пункт весогабаритного контроля, перевозчик предъявляет универсальный передаточный документ от имени ООО «Литейные детали», что влечет за собой судебные разбирательства и наложение штрафов в соответствии со статьей 12.21.1 Кодекса об административных правонарушениях Российской Федерации. В конечном итоге, это приводит к значительным финансовым затратам для организации.

В связи с вышеизложенным, необходимо принять меры по установке системы весового контроля на территории организации, а также усилить

контроль над деятельностью перевозчиков, с целью предотвращения недобросовестных действий и минимизации финансовых рисков.

1.3 Определение цели и задач проектирования ИС

Целью создания информационной системы является автоматизация процесса учёта грузового транспорта и его взвешивание.

Разработанная ИС «Весовой контроль» позволит устранить отмеченный недостатки в его деятельности, а также позволит автоматизировать следующие функции:

- учёт транспорта;
- учёт грузовых прицепов;
- учёт клиентов;
- журнал замеров.

В соответствии с этим разрабатываемая информационная система должна обеспечивать выполнение следующих задач:

1. Ведение журнал «Транспорт».
2. Ведение журнал «Грузовые прицепы».
3. Ведение журнал «Клиенты».
4. Ведение журнал «Журнал замеров».
5. Автоматизированная подготовка входных документов и выходных документов.
6. Использование технологий компьютерного зрения для распознавания автомобильных номеров и позиционирования осей автомобиля.
7. Считывание показателей датчиков весовой головки.

Разрабатываемая информационная система позволит существенно улучшить целый ряд показателей качества обработки информации:

1. Существенно повысится степень автоматизации получения входящей информации и подготовки первичных и выходных документов. Как результат – сокращение времени получения и обработки оперативных данных и повышение оперативности выдачи результатной информации.

2. Повысится степень достоверности обработки информации и степень ее защищенности.

3. Появятся новые аналитические показатели, необходимые для принятия управленческих решений.

В итоге, внедрение информационной системы позволит усилить контроль над деятельностью перевозчиков, с целью предотвращения недобросовестных действий, и минимизировать финансовые риски.

Разрабатываемая фактографическая информационная система должна быть многопользовательской на основе архитектуры клиент-сервер и реализована на базе имеющего технического (компьютерного) обеспечения предприятия.

1.4 Обзор и анализ существующих разработок

1.4.1 «1С - Логистика: Управление перевозками»

Отраслевое решение предназначено для компаний, которые в процессе осуществления своей деятельности необходимо решение задач транспортной логистики. Такие задачи включают в себя, помимо прочего, необходимость сопряженности участников транспортного логистического процесса в следующих областях [22]:

– техническая сопряженность – требуется согласованность параметров различных типов транспортных средств в цепочке перевозки;

- технологическая сопряженность – применение единой технологии транспортировки, адаптированной для всех видов транспорта, который задействован в цепочке перевозки;

- экономическая сопряженность – общая технология построения тарифной системы в цепочке перевозки.

Основное назначение решения – планирование грузоперевозок с использованием привлеченного транспорта:

- управление сборными (LTL – Less Truck Load) и комплектными (FTL – Full Truck Load) перевозками грузов;

- управление мультимодальными перевозками грузов, обслуживаемых разными видами транспорта, осуществляемых мультимодальным транспортным оператором (МТО – Multimodal Transport Operator), например, доставка грузов из Китая в Россию: морской транспорт – железнодорожный транспорт – автомобильный транспорт;

- планирование цепочки транспортных логистических процессов совместно с различными подразделениями компании;

- выбор исполнителя перевозки по каждому звену перевозки;

- выбор вида перевозки: в отдельном ТС или в составе сборного груза;

- автоматическое планирование региональной/местной доставки для большого количества заявок.

1.4.2 «Умная Логистика»

Автоматизация всех бизнес-процессов в транспортной компании.

От создания заявок до управления взаиморасчетами с контрагентами. Заключайте только прибыльные сделки: «Умный Калькулятор» быстро и корректно рассчитывает рентабельность грузоперевозок с учетом всех скрытых расходов.

Неограниченное участие в аукционах и тендерах на перевозки.

Расширяйте свой список заказчиков или перевозчиков и зарабатывайте еще больше с помощью аукционов и тендеров: получайте заказы на перевозку от прямых и проверенных владельцев грузов или разыгрывайте аукционы и тендеры среди надежных транспортных компаний.

Юридически-значимый электронный документооборот между всеми участниками системы [21].

Подписывайте электронной подписью и отправляйте контрагентам любые транспортные и бухгалтерские документы. ЭДО юридически-значим по 63-ФЗ.

Используйте SBT-обмен – нашу уникальную технологию, которая позволяет всем пользователям экосистемы безопасно обмениваться заявками и бухгалтерскими документами по защищенному каналу.

С помощью отчета «рапорт руководителю», который автоматически отправляется на почту, вы ежедневно получаете аналитику по ключевым показателям и результатам работы компании. Кроме стандартных отчетов мы можем разработать отчеты по вашим индивидуальным требованиям.

1.4.3 «АвтоПеревозки 4»

Основной функционал программы АвтоПеревозки:

- учет ГСМ и норм расходов топлива;
- учет работы водителей;
- учет работы шин и аккумуляторов;
- учет контрагентов и работы с ними;
- формирование и выдача различных сводок и отчетов;
- складской учет.

Преимущества программы АвтоПеревозки AutoSoft:

- работа с самыми современными и профессиональными Базами Данных (MS SQL, LocalDB);
- самые передовые технологии разработки программ;
- снижение риска просрочки документов и некорректного их оформления;
- короткие сроки окупаемости инвестиций;
- возможность перехода со старых версий программы АвтоПеревозки 2.0 и 3.0 AutoSoft [23].

Печать отчетов и документов:

- документы сохраняются во множество открытых форматов (.doc, .xls, .odf, .ods, .pdf);
- работа с OpenOffice;
- не требуется MS Office.

Преимущества работы с Компанией AutoSoft:

- индивидуальный подход к каждому клиенту;
- возможность изменить готовый проект для адаптации к бизнес-процессам предприятия заказчика;
- обучение персонала компаний-заказчиков по работе с системой;
- большой опыт внедрения отраслевых решений;
- программа создана с применением самых современных технологий в сфере программной разработки (NET 4.0, WPF), и каждая ее функция реализована при тесном сотрудничестве с реальными пользователями.

1.4.4 Система AutoTRASSIR

Интеллектуальный модуль распознавания государственных регистрационных знаков автомобилей AutoTRASSIR предназначен для

автоматической идентификации номеров транспортных средств, попавших в поле зрения видеокамеры. Система автоматического распознавания автомобильных номеров позволяет отслеживать проезд интересующего т/с из архива на скриншотах и фрагментах видео. Поддерживается ведение журнала, формирование подробных отчетов, иерархичное классифицирование распознанных автономеров по группам, интеграция с приборами измерения скорости и комплексами безопасности, включающими СКУД и ОПС оборудование. В автоматическом режиме модуль фиксирует автомашины, находящиеся в угоне или нарушающие правила стоянки [27].

Осенью 2019 года вышла новая версия AutoTRASSIR 5. В основе модуля – алгоритм LPR5 с тремя разными нейросетями, каждая выполняет отдельную задачу:

- первый нейросетевой детектор распознает присутствие в кадре транспортных средств и их тип (мотоцикл, легковой автомобиль, минивен/фургон, грузовой автомобиль, автобус), передает информацию для анализа;
- второй нейросетевой детектор обрабатывает видео и определяет таблички с регистрационными знаками;
- третий нейросетевой детектор распознает символы на номерных знаках.

1.4.5 Заключение по существующим разработкам

В таблице 3 представлено сравнение функциональных возможностей других ИС.

Таблица 3 – Сравнение функциональных возможностей

Система	Ведение документооборота	Наличие модулей компьютерного зрения	Необходимость специального оборудования
1С - Логистика: Управление	+	-	-

перевозками			
-------------	--	--	--

Продолжение таблицы 3

Умная Логистика	+	-	-
АвтоПеревозки 4	+	-	-
AutoTRASSIR	+	+	+

Существующие разработки имеют широкий функционал в сфере документирования перемещений грузовых транспортов, а также хранения информации о логистике в целом, но только AutoTRASSIR имеет модули компьютерного зрения. Система AutoTRASSIR требует покупки специальных камер и регистратора к нему, что влечёт дополнительные траты. Принято решение о разработке собственной системы.

1.5 Обоснование проектных решений по видам обеспечения

1.5.1 Техническое обеспечение

Минимальная конфигурация для работы клиента представлена в таблице 4. Рабочие станции представляют собой тонкий клиент, который служит для просмотра отчётов и взаимодействия с БД.

Для печати отчётов на физических носителях можно использовать любой принтер с USB коннектором.

Таблица 4 – Характеристики станции

Характеристика	Минимальные требования ИС
Процессор	i5-4440
Ядер	4
Частота	3 ГГц

Продолжение таблицы 4

ОЗУ	8 Gb
Накопитель	32 Gb
Графический процессор	GT 750
Пропускная способность Ethernet	100 Mb\s

Для реализации серверной части ИС можно так же использовать собственный локальный сервер. В качестве его необходимо использовать мощный сервер с видео ускорителями поддерживающими работу с CUDA 8.0 и выше или OpenGL 4.1.

Пример минимальных характеристик для небольшого локального сервера в таблице 5.

Таблица 5 – Минимальные характеристики сервера

Характеристика	Минимальные требования
Процессор	I5 11400f и выше
Ядер	8 и выше
Частота	от 3 ГГц и выше
ОЗУ	от 32 Gb и выше
Накопитель	от 1 Тб и выше
Видеоускоритель	GTX 1650
Пропускная способность Ethernet	от 1000 Mb\s

Для обеспечения работ систем компьютерного зрения требуются ip-камеры с коннектором RJ-45. Характеристики приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Минимальные характеристики камеры

Характеристика	Минимальные требования
Число пикселей матрицы	2 Мп и выше

Минимальная степень освещенности	0.01 лк и выше
----------------------------------	----------------

Продолжение таблицы 6

Угол обзора по горизонтали	71° и выше
Угол обзора по вертикали	58° и выше
Максимальное разрешение	1920x1080 и выше
Максимальная частота кадров	30 кадр./сек и выше
Формат сжатия видеофайлов	H.264, H.265

Для взвешивания автомобильного транспорта необходимо установить весы МВСК П-15-О, характеристики приведены в та

блице 7. Поосевые весы измеряют массу автомобиля поэтапно, во время заезда транспортным средством каждой осью на грузоподъемное устройство. Общая масса автомобиля вычисляется суммированием.

Таблица 7 – Характеристики весов

Класс точности весов по ГОСТ OIML R 76-1-2011	средний (III)
Класс точности тензодатчиков	C
Диапазон выборки массы тары, % от Max	От 0 до 50
Длина кабеля от ГПУ до весового терминала	10 м
Напряжение питание от сети переменного тока при частоте 50 (+1) Гц	от 187 до 242 В
Степень защиты по ГОСТ 14254, датчики и индикатор	Пылевлагозащита
Средний срок службы	12 лет
Гарантия	3 года

1.5.2 Информационное обеспечение

Кроссплатформенность (межплатформенность) – способность программного обеспечения работать с несколькими аппаратными

платформами или операционными системами. Обеспечивается благодаря использованию высокоуровневых языков программирования, сред разработки и выполнения, поддерживающих условную компиляцию, компоновку и выполнение кода для различных платформ. Типичным примером является программное обеспечение, предназначенное для работы в операционных системах Linux и Windows одновременно.

Система должна поддерживать кроссплатформенность

Существует два типа приложений, базирующихся на документах. Первый тип – это SDI, второй – MDI. В SDI-приложениях рабочая область одновременно является окном приложения, а это значит, что невозможно открыть в одном и том же приложении сразу два документа. MDI-приложение предоставляет рабочую область, способную размещать в себе окна, что дает возможность одновременной работы с большим количеством документов. Информационная система должна иметь графический интерфейс в формате многостраничного документа MDI.

Система будет использовать реквизиты из следующих документов: договор на покупку, договор на продажу, отчет о проведении взвешивания.

В качестве классификаторов будут использоваться уже использующие на предприятии локальные классификаторы производителя транспорта и операции взвешивания.

Применение реляционной базы данных в третьей нормальной форме является стандартом для проектирования простых информационных систем. Такой подход позволяет легко интегрировать разные базы данных.

1.5.3 Программное обеспечение

Языки высокого уровня Java и Python обладают кроссплатформенностью и подходят для реализации проекта. В качестве языка программирования был выбран Java 8.0 и Python 3.9.

Для реализации проекта в качестве среды разработки была выбрана Apache NetBeans IDE и PyCharm.

Список использованных Python библиотек:

- torch – фреймворк для работы НС;
- numpy – библиотека линейной алгебры;
- cv2 – библиотека для работы с видео потоком;
- os, imutils – стандартные библиотеки для работы с локальными файлами;
- easyocr – библиотека распознавания текста;
- datetime – стандартная библиотека для работы с датами;
- socket – стандартная библиотека для работы сетевой части проекта.

Список использованных Java стандартных библиотек:

- java.awt*, java.io.*, java.util.*, javax.imageio.* – библиотеки графического интерфейса;
- java.net.* – библиотека для работы с сетью;
- java.util.* – библиотека для работы с локальными файлами.

База данных проекта будет реализована на PostgreSQL т.к. она поддерживает реляционную БД и имеет модуль расширения JDBC Driver для работы с Java приложениями.

1.5.4 Математическое обеспечение

Нейронная сеть (НС) – это громадный распределенный параллельный процессор, состоящий из элементарных единиц обработки информации, накапливающих экспериментальные знания и предоставляющих их для последующей обработки. Нейронная сеть сходна с мозгом с двух точек зрения. Знания поступают в нейронную сеть из окружающей среды и

используются в процессе обучения. Для накопления знаний применяются связи между нейронами, называемые синаптическими весами.

Нейрон представляет собой единицу обработки информации в нейронной сети. НС состоит из синапсов, связей между ними, сумматоров, функции активации [24]. Схема нейрона представлена на рисунке 8.

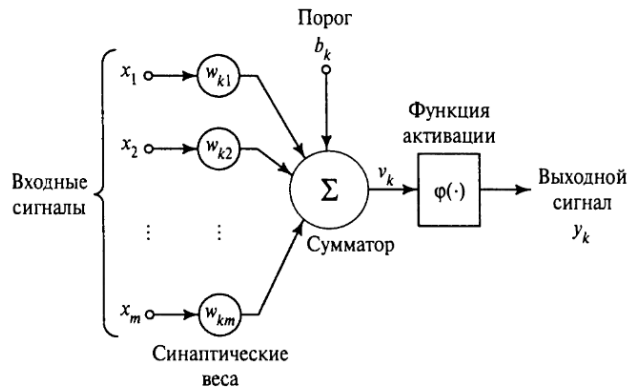


Рисунок 8 – Схематический нейрон

Сверточные нейронные сети являются под видом нейронных сетей [26].

Вычисления в сверточном слое основаны на вычислениях полносвязных слоев, однако имеются существенные отличия. Важной особенностью сверточных слоев является наличие разделенных весов – небольших весовых матриц, которые используются для вычислений всеми нейронами слоя. Пример сверточной нейронной сети представлен на рисунке 9.

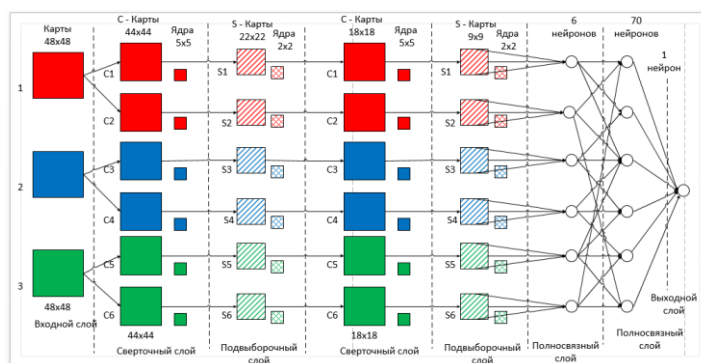


Рисунок 9 – Пример сверточной НС

Основу вычислений сверточного слоя составляют операции свертки ядер свертки слоя и некоторой области входного множества, в результате которых получаются выходные карты признаков. На рисунке 10 показан пример ядра свёртки.

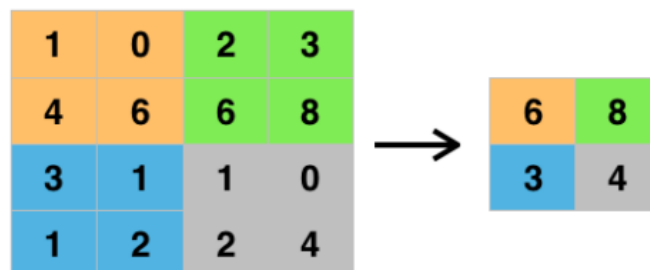


Рисунок 10 – Пример работы ядра свёртки

YOLOv8 – это новейшее семейство моделей обнаружения объектов на базе YOLO от Ultralytics, обеспечивающих самые современные характеристики [25].

По сравнению с предыдущими версиями YOLO, модель YOLOv8 работает быстрее и точнее, обеспечивая при этом единую структуру для обучения моделей для выполнения:

- обнаружения объектов;
- сегментация экземпляров;
- классификации изображений.

YOLOv8 поставляется в комплекте со следующими предварительно подготовленными моделями:

1. Контрольные точки обнаружения объектов обучены на основе набора данных COCO detection с разрешением изображения 640 YOLOv8s.
2. Контрольные точки сегментации экземпляра, обученные на наборе данных сегментации COCO с разрешением изображения 640 YOLOv8m.
3. Модели классификации изображений предварительно обучены на базе данных ImageNet с разрешением изображения 224 YOLOv8.

2 Проектная часть

2.1 Разработка функционального обеспечения

С учетом проведённого анализа была построена модель TO-BE. На рисунке 11 представлена контекстная диаграмма IDEF0 TO-BE с участием разработанной ИС.

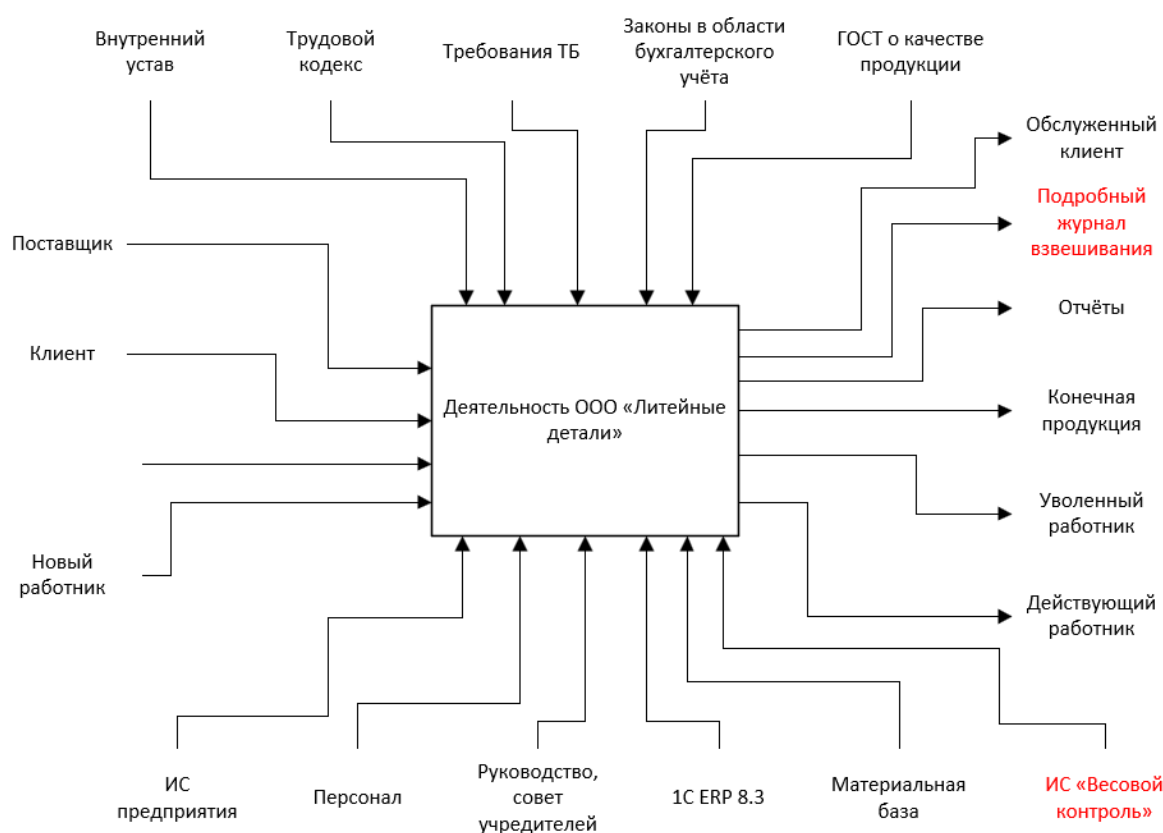


Рисунок 11 – TOP IDEF0 диаграмма

Нововведениями являются добавление механизма «ИС Весовой контроль» и «Подробный журнал взвешивания». На рисунке 12 представлена декомпозиция диаграммы.

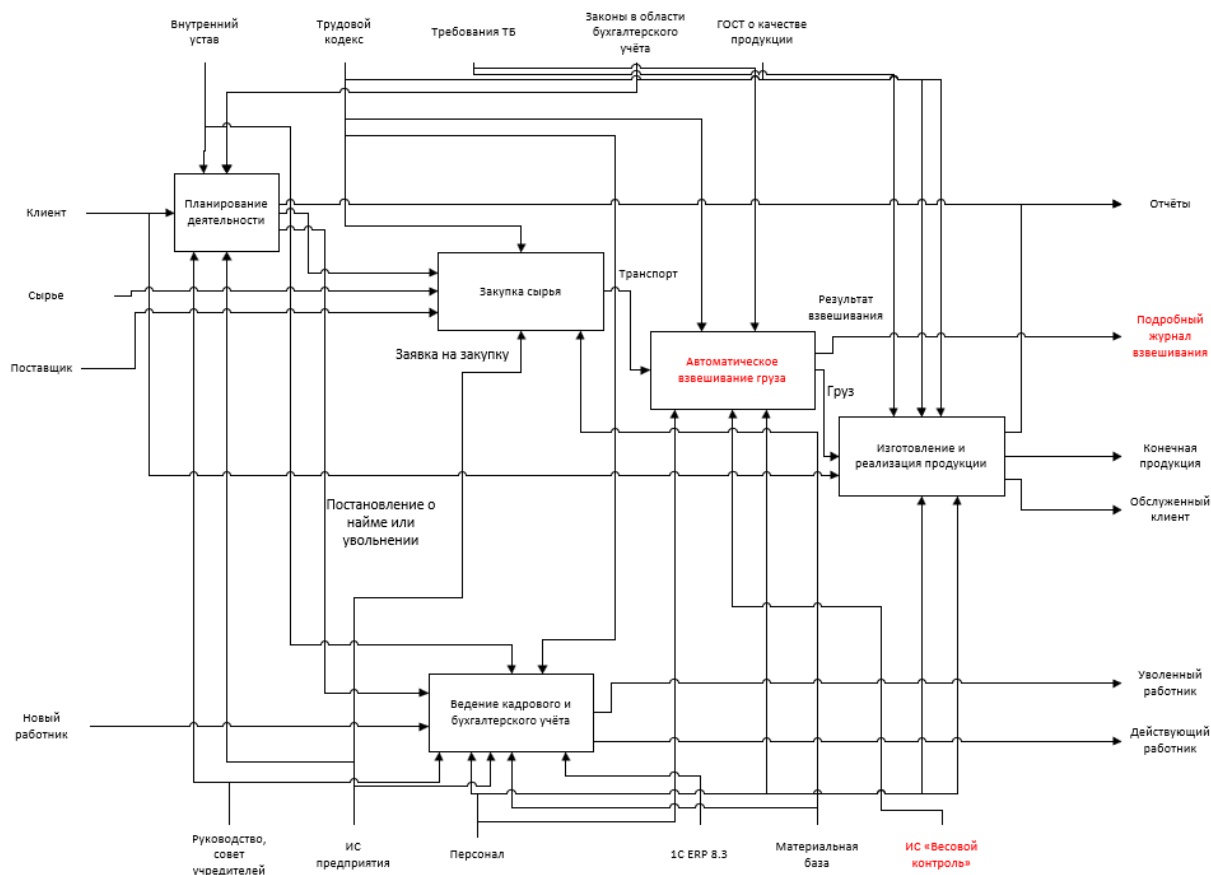


Рисунок 12 – Декомпозиция IDEF0-диаграммы нулевого уровня деятельности объекта исследования

Оснащение измерительной эстакады тремя камерами видеонаблюдения предполагается по следующей схеме на рисунке 13.

На рисунках 14 – 17 представлен реинжиниринг этого процесса.

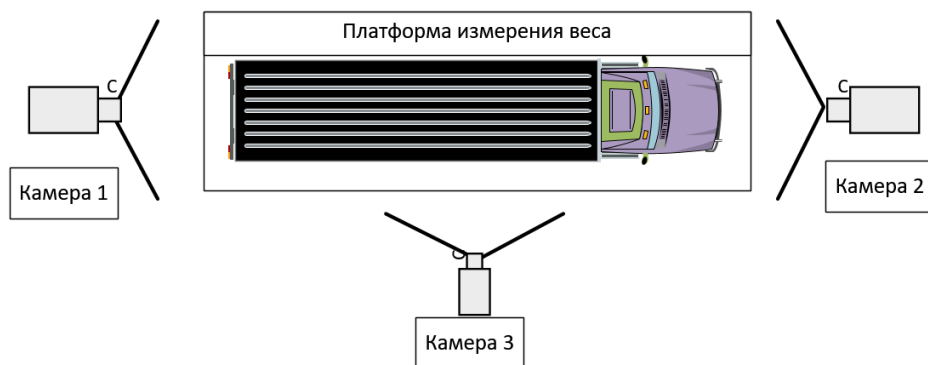


Рисунок 13 – Схематическое расположение камер видеонаблюдения



Рисунок 14 – IDEF0 TOP «как должно быть»

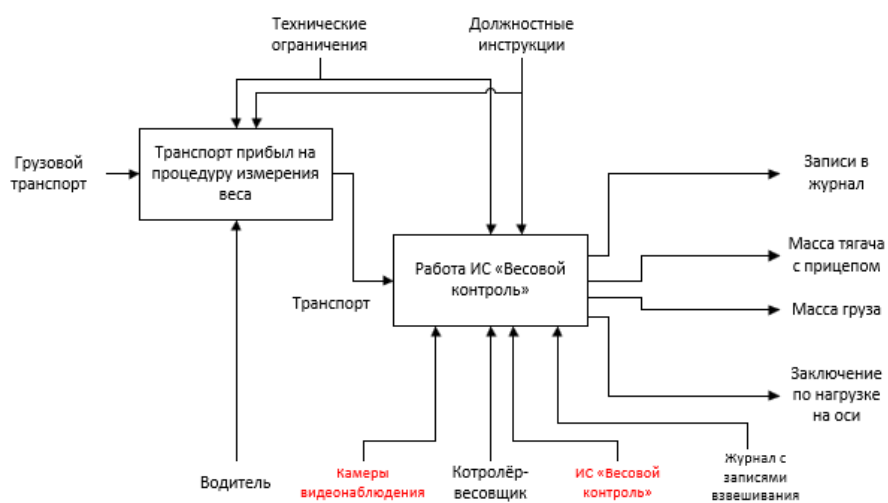


Рисунок 15 – IDEF0 процесс взвешивания грузового автомобиля «как должно быть»

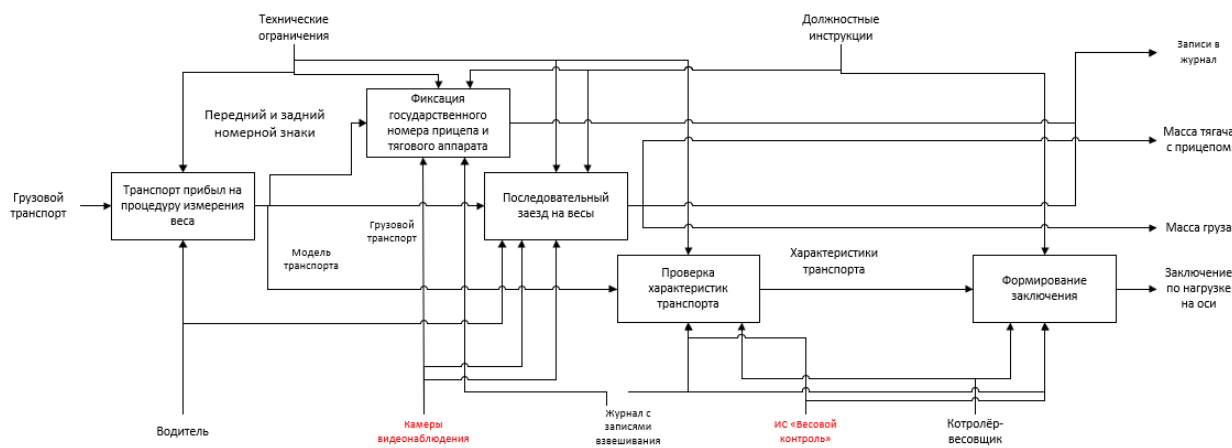


Рисунок 16 – IDEF0 декомпозиция процесса «Работа ИС»

Камеры 1 и 2 будут фиксировать техническое состояние машины, правильность условий транспортировки груза, фиксировать её государственный регистрационный номер на переднем и заднем бамперах для того, чтобы при прохождении автомобиля с прицепом фиксировать номера грузовика и его прицепа. Камера 3 совместно весами измерения при помощи технологий нейросетей и компьютерного зрения будет отслеживать общее количество осей и при постепенном заезде будет фиксировать отдельно значения. Далее эти данные поддаются простой математической обработке и на выходе получаются значения массы груза и заключение по превышению максимальной нагрузки на оси.

Основная обработка данных будет происходить на сервере по средствам передачи данных через локальную сеть.

Благодаря применению нейросетей и технологий машинного зрения данный бизнес-процесс удалось значительно автоматизировать и решить проблему внесения записей измерения массы грузовых автомобилей после 17:00, когда окончился рабочий день контролера-весовщика. Так же дополнительное документирование этого процесса позволяет иметь доказательную базу в спорных ситуациях, когда заказчик или отправитель имеет подозрения в качествах оказанных услуг и потере полезной массы.

2.2 Разработка информационного обеспечения

На рисунке 18 представлена инфологическая модель. Она насчитывает 5 сущностей, 53 атрибутов, из которых 5 являются первичными ключами, 4 внешними ключами.

Модель насчитывает 5 независимых сущностей и 1 зависимую.

Все сущности находятся в третьей нормальной форме.

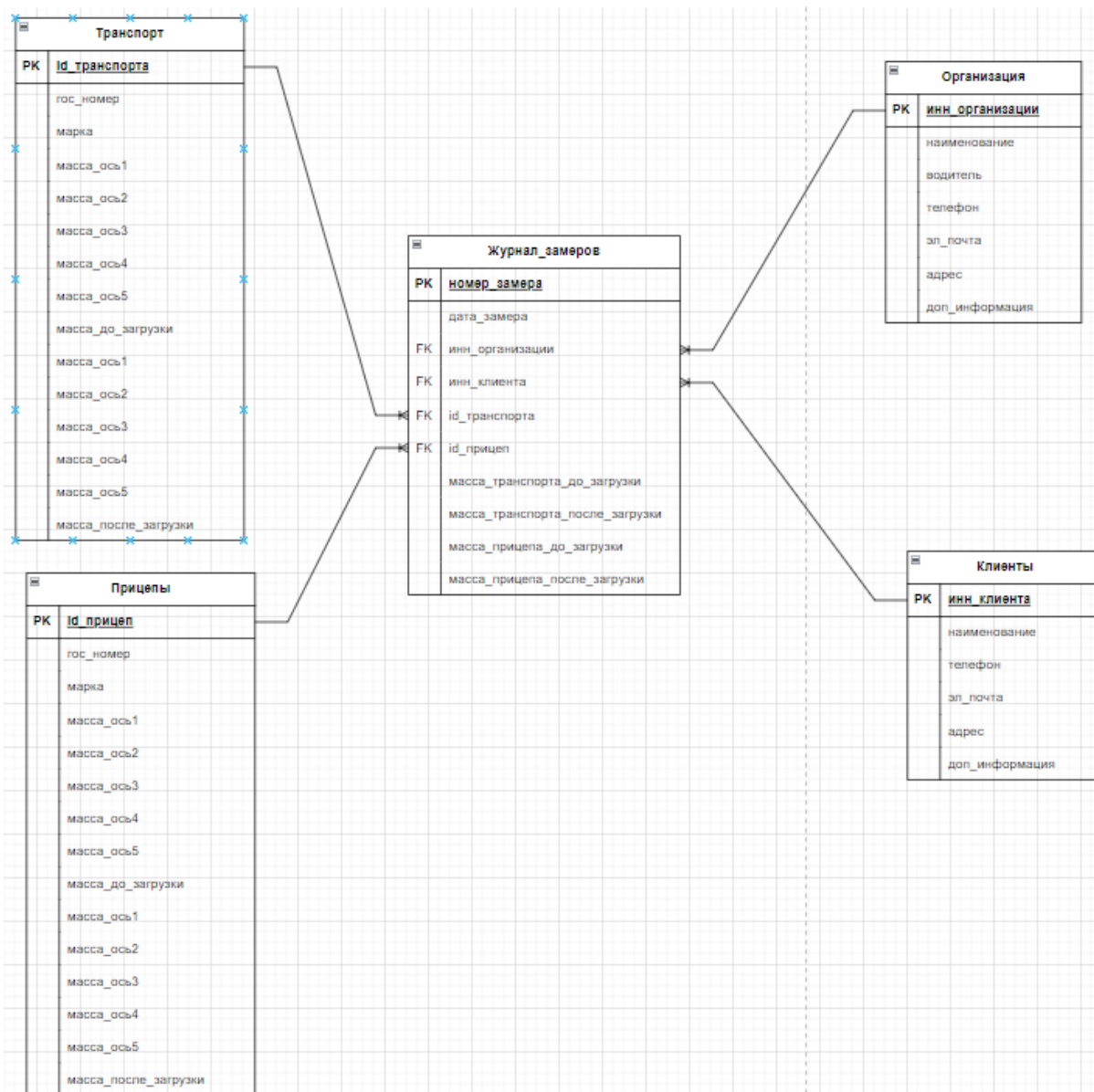


Рисунок 18 – Инфологическая модель

Физическая модель данных представлена на рисунке 19. Доминирующим типом данным является строковый из-за человекоориентированности данных.

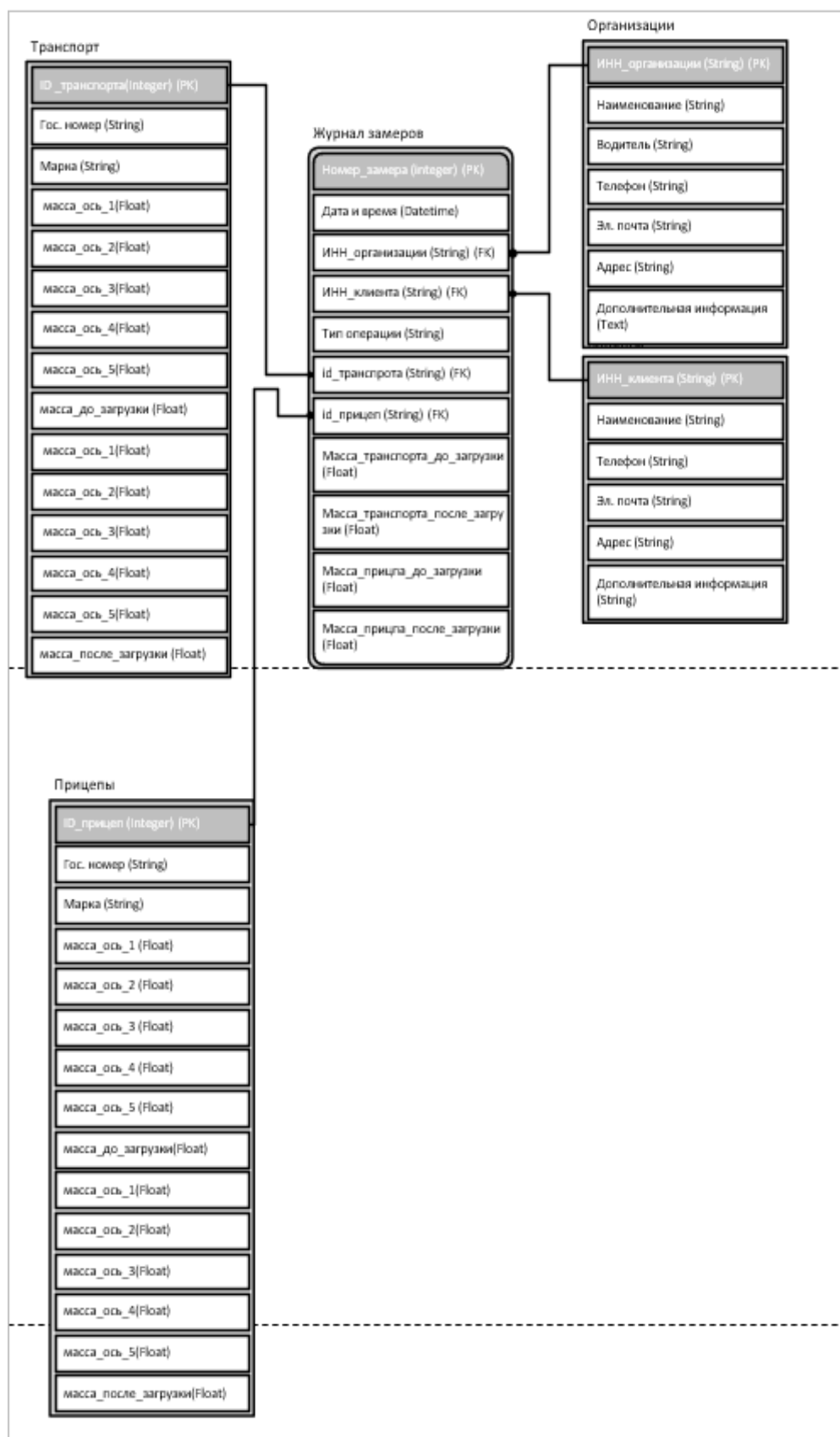


Рисунок 19 – Физическая модель

2.2.1 Используемые классификаторы и системы кодирования

Система классификации – совокупность правил и результат распределения заданного множества объектов на подмножества в соответствии с признаками сходства или различия.

Все даты представляются в стандартном для России формате «ДД.ММ.ГГГГ», где ДД – день месяца от 0 до 31, ММ – месяц от 0 до 12, ГГГГ – формат пониженной точности с четырехзначным годом.

Вся информация в базе данных представлена в кодировке UTF-8 – распространённой кодировке, реализующей представление Юникода, совместимое с 8-битным кодированием текста, обеспечивающая наилучшую совместимость знаков кириллицы в действующих системах.

2.2.2 Характеристика нормативно-справочной и входной оперативной информации

Для исследуемой предметной области можно выделить следующие основные журналы:

1. «Журнал транспорт».
2. «Журнал прицепы».
3. «Журнал организации».
4. «Журнал клиенты».

Журнал «Транспорт». Используется для хранения данных о грузовых автомобилях для транспортировки продукции, развесовку по осям до, и после загрузки. Его структура представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Структура журнала «Транспорт»

Наименование	Длина и тип кода	Первичный ключ	Вторичный ключ	Обязательное поле
Id Транспорта		+		+

Продолжение таблицы 8

Гос. Номер	String(20)			+
Марка	String(20)			+
Масса_ось1	Float(20)			+
Масса_ось2	Float(20)			+
Масса_ось3	Float(20)			+
Масса_ось4	Float(20)			+
Масса_ось5	Float(20)			+
Масса_до_загрузки	Float			+
Масса_ось1	Float(20)			+
Масса_ось2	Float(20)			+
Масса_ось3	Float(20)			+
Масса_ось4	Float(20)			+
Масса_ось5	Float(20)			+
Масса_после_загрузки	Float(20)			+

Журнал «Прицепы». Используется для хранения данных о грузовых прицепах, развесовку по осям до загрузки, а также развесовку по осям после загрузки. Его структура представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Структура журнала «Прицепы»

Наименование	Длина и тип кода	Первичный ключ	Вторичный ключ	Обязательное поле
Id Прицепа		+		+

Продолжение таблицы 9

Гос. Номер	String(20)			+
Марка	String(20)			+
Масса_ось1	Float(20)			+
Масса_ось2	Float(20)			+
Масса_ось3	Float(20)			+
Масса_ось4	Float(20)			+
Масса_ось5	Float(20)			+
Масса_до_загрузки	Float			+
Масса_ось1	Float(20)			+
Масса_ось2	Float(20)			+
Масса_ось3	Float(20)			+
Масса_ось4	Float(20)			+
Масса_ось5	Float(20)			+
Масса_после_загрузки	Float(20)			+

Журнал «Организации». Используется для хранения данных об организациях, а также водителях работающих в этих организациях. Его структура в таблице 10.

Таблица 10 – Структура журнала «Поставщики»

Наименование	Длина и тип кода	Первичный ключ	Вторичный ключ	Обязательное поле
ИНН организации	String(20)	+		+
Наименование организации	String(20)			+

Продолжение таблицы 10

Водитель	String(20)			+
Телефон	String(20)			+
Эл. Почта	String(20)			+
Адрес	String(40)			+
Дополнительная информация	Text			+

Журнал «Клиенты». Используется для хранения данных о клиентах. Его структура представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Структура справочника «Клиенты»

Наименование	Длина и тип кода	Первичный ключ	Вторичный ключ	Обязательное поле
ИНН клиента	String(20)	+		+
Наименование клиента	String(20)			+
Телефон	String(20)			+
Эл. Почта	String(20)			+
Адрес	String(40)			+
Дополнительная информация	Text			+

2.2.3 Характеристика результатной информации

Результатной информацией разрабатываемой информационной системы представляют собой отчеты в виде экранных форм. Все отчеты должны иметь возможность печати с настройками параметров страницы, а также возможность выгрузки в таблицу формата Excel.

В связи с тем, что разрабатываемая система будет реализована с помощью архитектуры клиент-сервер, результатной информацией на стороне клиента будет являться ведомость о прохождении весового контроля с указанием массы приходящуюся на одну ось, а также суммарной массы. Данная ведомость представлена на рисунке 20.

(организация)															
(структурное подразделение)															
														Номер документа	
ВЕСОВАЯ ВЕДОМОСТЬ															
Но- мер по по- рядку	Организация	Транспортное средство			Продукция, товарно-материальные ценности	Единица измерения	Масса						Накладная		
	наименование	вид	Гос.номер	Водитель	наименование (вид, группа)	наименование	Осн_1	Осн_2	Осн_3	Осн_4	Осн_5	Всего	номер	дата	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Весовщик:															
(подпись)															
Печатать с оборотом. Подписи печатать на обороте.															

Рисунок 20 – Вид отчёта «Весовая ведомость»

2.3 Разработка программного обеспечения

2.3.1 Структурная схема функций управления и обработки данных

Схема функций управления и обработки данных, которые призвана автоматизировать разрабатываемая информационная система, приведена на рисунке 21.

На рисунке 22 представлен сценарии диалога.

Форма авторизации – является входной точкой в программе. Для того чтобы продвинуться дальше необходимо ввести свою пару логин и пароль и осуществить вход.

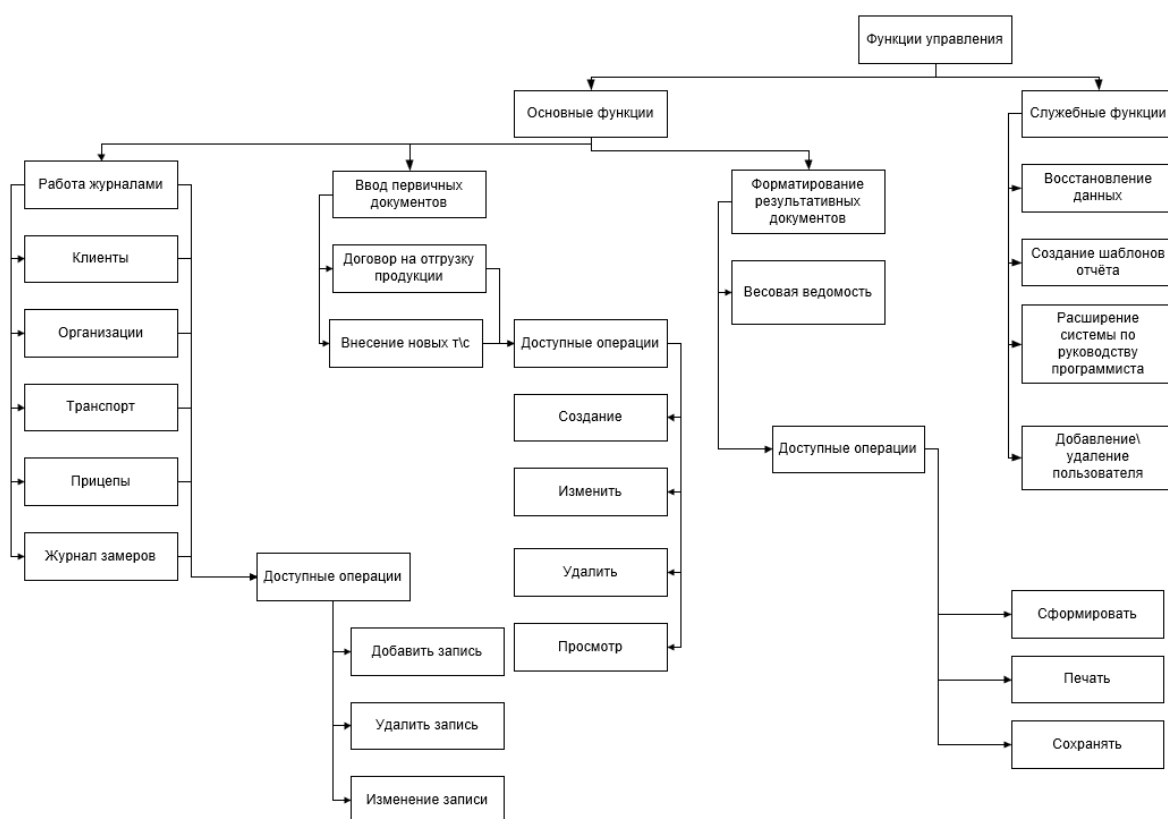


Рисунок 21 – Схема функции управления

Настройка подключения – нужна для задания параметров строки подключения к серверу БД.

Главная форма – это основная развилка программы, из которой есть доступ ко всем модулям.

Меню – пункт, предназначенный для смены пользователя.

Файл – пункт, предназначенный для работы с БД.

Справка – небольшая форма с информацией о программе.

Прицепы – форма с возможностью просмотра загруженности прицепов.
Транспорт – форма с возможностью просмотра загруженности прицепов.

Организации – форма с возможностью просмотра и редактирования данных.

Клиенты – форма с возможностью просмотра и редактирования данных.

Замеры – форма с возможностью просмотра и редактирования данных.

Отчёты – форма, предназначенная для просмотра и вывода отчётов.

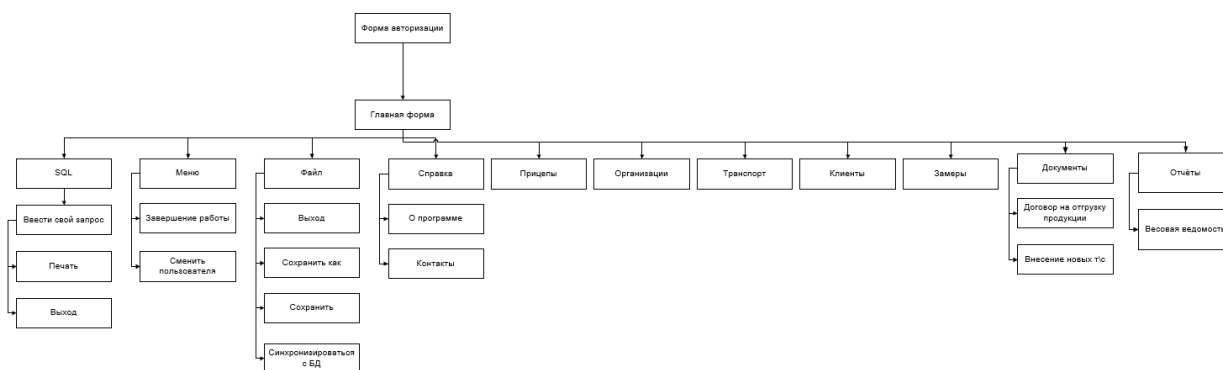


Рисунок 22 – Сценарий диалога

2.3.2 Описание программных модулей

Проектируемая информационная система выполняет ряд функций по сбору, обработке и отображению необходимой информации. Основная или постоянная информация заносится в справочники, каждый из которых представлен отдельной формой для удобства доступа к необходимой информации.

Проект содержит элементы, представленные в таблице 12.

Таблицы БД располагаются на диске и являются физическими объектами. Для операций с данными, содержащимися в таблицах, используются наборы данных. В терминах системы NetBeans Apache набор данных представляет собой совокупности записей, взятых из одной или нескольких таблиц БД.

Набор данных является логической таблицей, с которой можно работать при выполнении приложения. Такие компоненты как «tableview». «DBConnect» и являются наборами данных. Т.е. эти компоненты по средствам компонента, связывающегося с БД. Работают с таблицами и производят выборку из этих таблиц.

Таблица 12 – Таблица описания модулей ИС

Название модуля	Описание
Autorization.form	Форма авторизации
Connect.form	Форма настройки подключения
Main.form	Главная форма
jurtransp.form	Форма с интерфейсом SDI. Предназначена для работы с журналом транспорта.
jurprizep.form	Форма с интерфейсом SDI. Предназначена для работы с журналом прицепов.
jurorg.form	Форма с интерфейсом SDI. Предназначена для работы с журналом организации.
jurkl.form	Форма с интерфейсом SDI. Предназначена для работы с журналом клиента.
prosm.form	Форма с интерфейсом SDI. Предназначена для просмотра взвешивания авто в реальном виде, а также печати отчета.
CV.py	Модуль компьютерного зрения.
Dashboard.form	Модуль контроля процесса взвешивания

Все программные модули связаны между собой и связаны с главным модулем проекта. Взаимосвязь модулей представлена на рисунке 23.

Связь компонентов с БД устанавливается с помощью компонента «tableview».

Каждая форма, на которой представлена информация из БД. Обязательно связана с драйвером «JDBC driver». Именно через него осуществляется связь и передача информации в программу.

Отчеты генерируются с помощью запросов. Для открытого компонента «DBConnect» набор данных соответствует результатам выполнения SQL-запроса, содержащегося в свойстве SQL этого компонента. Для выполнения запроса в компоненте «DBConnect» таблицы должны быть открыты. Параметры запроса передаются ему из программы. Т.е. набор данных формируется по мере выполнения программы.

Так как планируется автоматизировать процесс печати различных документов и отчетов с помощью библиотек `java.awt.print` и

java.awt.Graphics2D. Для каждого отчета формируется внешний файл с расширением xls.

Взаимосвязь программных модулей ИС представлена на рисунке 24.

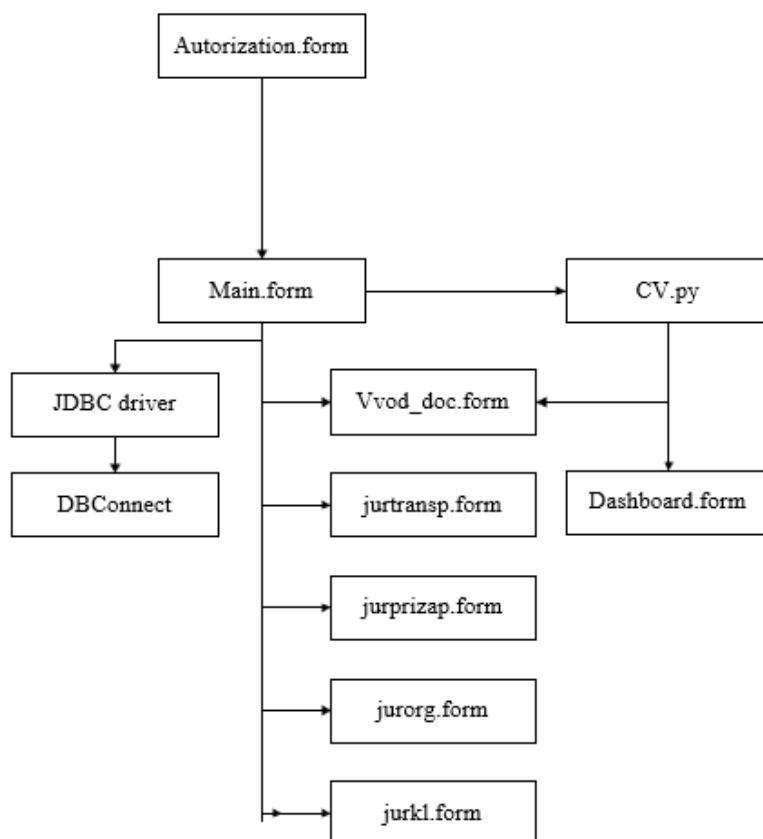


Рисунок 23 – Структурная схема программных модулей

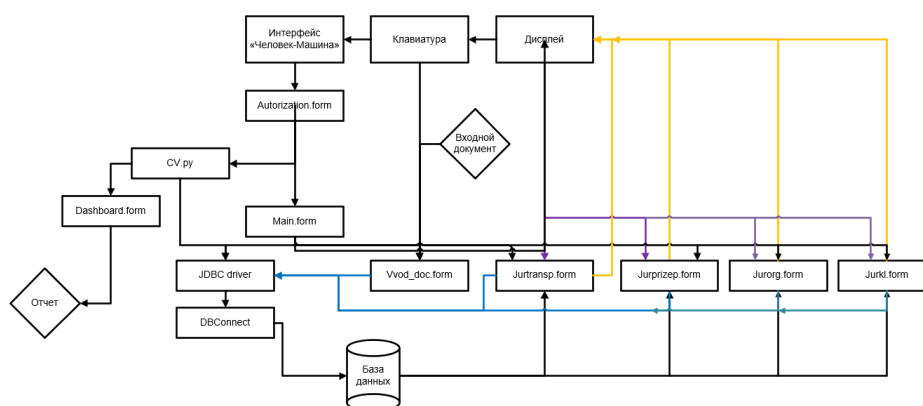


Рисунок 24 – Схема взаимосвязи программных модулей

На рисунке 25 представлена диаграмма работы ИС.

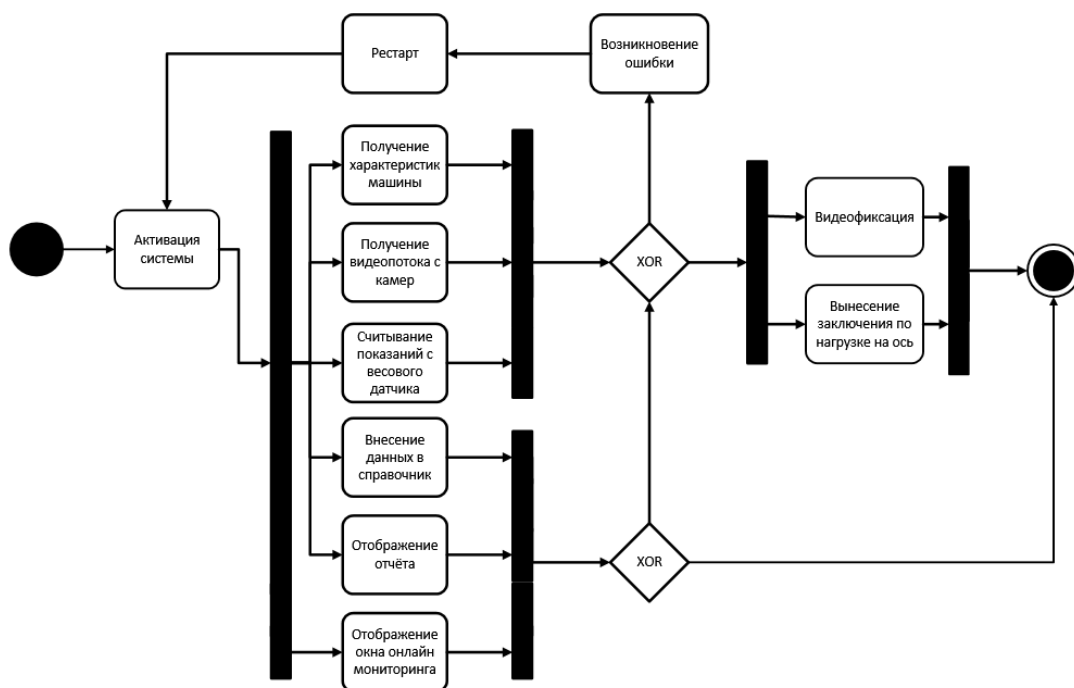


Рисунок 25 – Диаграмма «UML my activity» работы ИС

На рисунке 26 представлена диаграмма состояний в нотации UML модуля «CV.py».

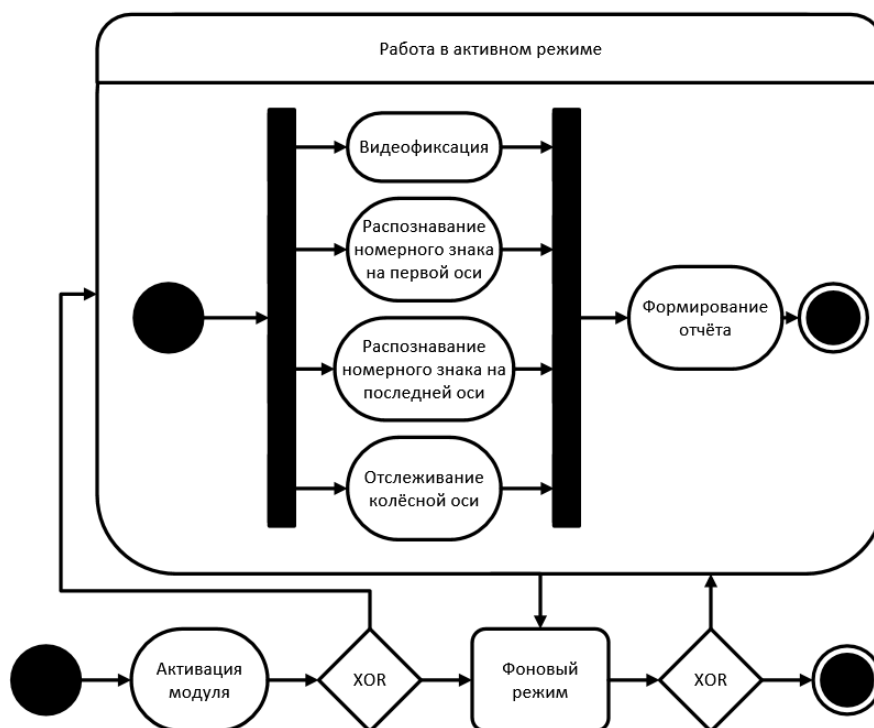


Рисунок 26 – Диаграмма «UML state machine» работы модуля CV.py

2.3.3 Результат обучения нейронной сети

Нейронная сеть состоит из: 214 слоёв, 7022326 параметров.

Необходимая вычислительная мощность 15.9 GFLOPs

На рисунке 27 представлен график изменений точности нейронной сети в процессе обучения.

Набор данных для обучения представляет собой стандартизированный набор изображений разрешением 640x640 в цветовом пространстве RGB. Набор данных включает в себя 2 класса: автомобильные колёса в размере 80 размеченных изображений и номерные знаки в размере 100 изображений.

Время обучения заняло 6 часов 33 минуты. Использовано памяти 6,4 Гб. Точность модели на новых данных составляет 86%, что является хорошим показателем.

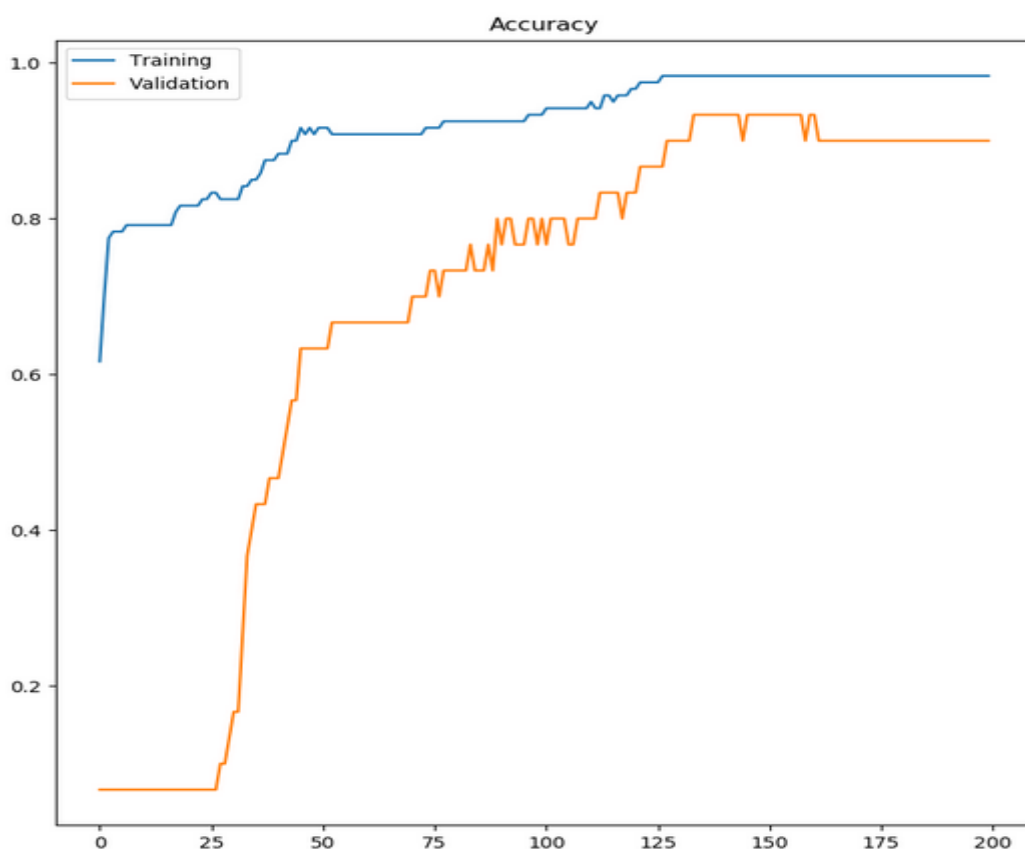


Рисунок 27 – График динамики точности обучения модели

2.4 Компоненты пользовательского интерфейса

Интерфейс пользователя – интерфейс, реализующий взаимодействие пользователя с программным обеспечением с помощью элементов управления.

Графический интерфейс построен в стиле MDI с одной главной формой и дочерними. Интерфейс прост в освоении и имеет минимальный функционал. Цветовая палитра выполнена в серо-синих корпоративных тонах.

Примеры интерфейса представлены на рисунках 28 – 34.

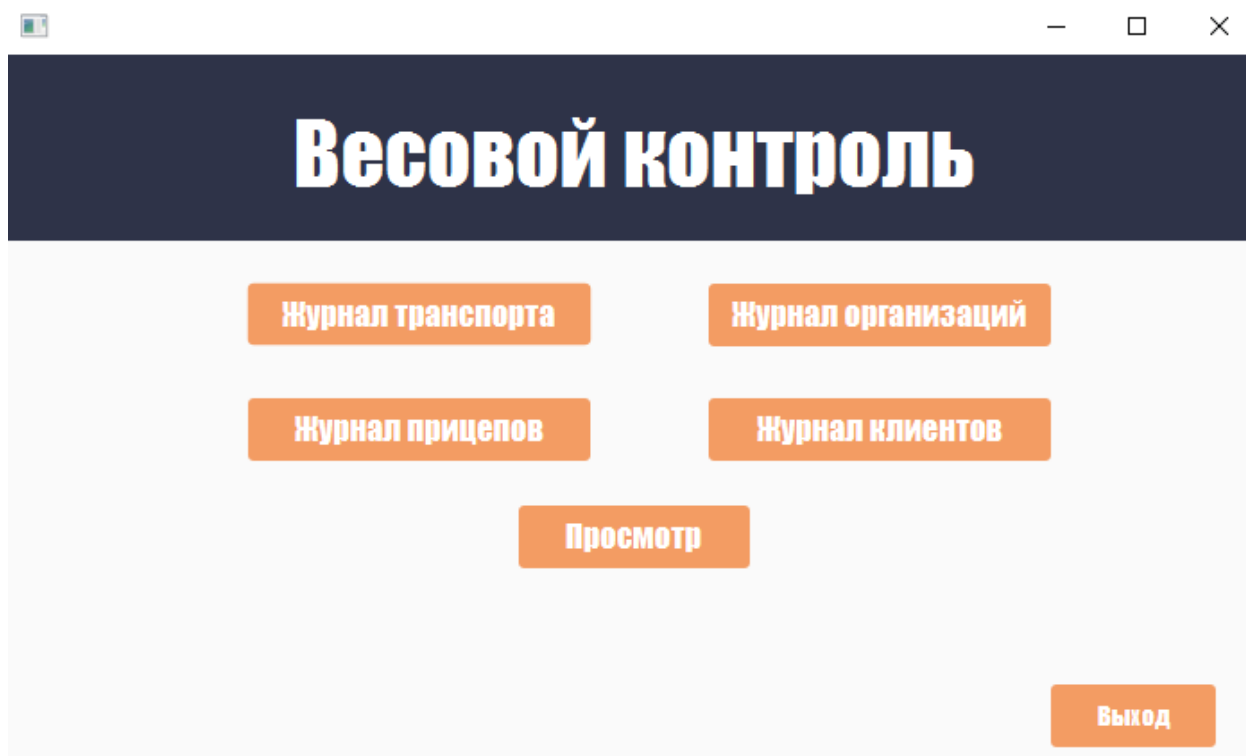


Рисунок 28 – Главная форма



Авторизация

Пароль

Войти

Рисунок 29 – Окно авторизации

[illegible]

Рисунок 30 – Журнал транспорта

Гос.Номер	Марка	Ось1	Ось2	Ось3	Ось4	Ось5	Масса до загрузки	Ось1	Ось2	Ось3	Ось4	Ось5	Масса после загрузки
в8279 22	Ман	1	1				2	2.5	2.5				5
з252нв 122	Камаз	1	1	1			3	3	3	3			9
о2385 22	Вольво	1.5	1.5				3	1.7	1.7				3.4
МК3044 93	Ман	1	1	1			3	3	3	3			9

Добавить

Удалить

Меню

Выход

Рисунок 31 – Журнал прицепов

— □ ×

ИНН	Наименование	Водитель	Телефон	Эл_почта	Адрес	Доп.информация
5367284392	ОАО Вымпел	Захаров А.В.	4-53-23	vimpeltorg22@mail.ru	г.Калининград, М...	
7241543762	ЗАО Печник	Рудель И.П.	8(923)7642...		г.Москва, Парусн...	
2538926493	ООО Партнер	Пахомов А.А.	8(929)6532...	partner_moskov@m...	г.Москва, Сибирс...	
7345298362	ИП Макаrchук	Макарченко И.В.	5-24-24	makarchukmihail@...	г.Барнаул, Клевер...	

Добавить

Удалить

Меню

Выход

Рисунок 32 – Журнал организаций

3 Оценка эффективности внедрения ИС

3.1 Общие положения

При выполнении проекта по информатизации для любого предприятия принципиально важен вопрос об эффективности выполняемых работ.

Для реализации конкретного проекта ИС необходимо четко определить, какие параметры и показатели необходимо вывести в технико-экономическое обоснование, как можно точнее оценить затраты на проект, провести оценку доходов, рассчитать график возврата вложенных средств для того, чтобы показать необходимость проектирования или внедрения ИС.

Эффективность ИС – это свойство системы выполнять поставленную цель в заданных условиях использования и с определенным качеством.

Основные задачи, стоящие при создании ИС – минимизация стоимости и обеспечение требуемого качества ИС.

Основными показателями качества ИС являются:

- надежность;
- достоверность;
- безопасность.

3.2 Показатели эффективности

В любой сфере человеческой деятельности оценка эффективности внедрения любой новой техники и технологий, информационных систем осуществляется с помощью множества показателей.

Обобщающими показателями эффективности ИС являются показатели экономической эффективности. Расчет затрат обычно не составляет большого труда, а вот расчет результатов остается сложной, до конца не

решенной проблемой. Часто прибыль определяется путем экспертной оценки и по аналогии с другими подобными системами.

Для оценки эффективности могут использоваться две группы показателей: интегральные традиционные показатели и частные показатели.

Обычно в качестве экономических показателей используются:

- годовой экономический эффект;
- коэффициент экономической эффективности капитальных вложений;
- срок окупаемости капитальных вложений: трудоемкость обработки информации;
- эксплуатационная стоимость затрат;
- расчет текущих затрат пользователя;
- экономия текущих затрат при автоматизации;
- годовая экономия затрат на материалы.

Для оценки экономической эффективности внедрения ИС можно использовать систему частных показателей. Частные показатели необходимы для оценки частного экономического эффекта, получаемого по отдельным источникам экономии.

3.3 Расчет экономической эффективности

Рассмотрим методы расчета перечисленных экономических показателей.

1. Показатели величины трудоемкости обработки информации по базовому (T_0) и предлагаемому варианту (T_j) оцениваются по году эксплуатации ИС.

Показателя величины трудоемкости обработки информации представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Показатели величины трудоемкости обработки информации

Операция	Базовый вариант (T_0)		Проектный вариант (T_j)	
	Минут за сутки	Часов в год	Минут за сутки	Часов в год
Контролер-весовщик				
Внесение в базу отчёт о прохождении весового контроля	10	40	5	20
Отчёт за смену	45	180	1	4
Отчёт за месяц	60	240	5	20
Отчёт за год	120	480	10	40
Всего	235	940	17	84
Менеджер отдела сбыта				
Составление пакета документов на отправку продукции	15	60	5	20
Формирование отчёта о наличии продукции	13	52	1	4

Продолжение таблицы 13

Формирование отчёта движении транспортов	20	80	5	20
Всего	78	192	21	24
Итого	313	1132	42	108

Трудозатраты контролера-весовщика $T_0 = 940$ чел/час. $T_j = 84$ чел/час.

Трудозатраты менеджер отдела сбыта $T_0 = 192$ чел/час. $T_j = 24$ чел/час.

Общие трудозатраты составили $T_0 = 1132$ чел/час. $T_j = 108$ чел/час.

Полученные показатели трудоемкости обработки информации T_0 и T_j , используются для нахождения показателя снижения трудовых затрат за год (ΔT) по формуле 2.

$$\Delta T = T_0 - T_j = 1132 - 108 = 1024 \text{ чел/час.} \quad (2)$$

Далее вычислим коэффициент снижения трудовых затрат, который показывает, на какую долю или какой процент снижаются трудовые затраты предлагаемого варианта по сравнению с базовым (формула 3).

$$K_m = \Delta T / T_0 = 1024 / 940 = 1,09. \quad (3)$$

Обобщенными показателями для сравнения различных ИС или методов работы являются эксплуатационные стоимостные затраты за год по базовому (C_0) и предлагаемому варианту (C_j).

Стоимость персональных компьютеров одинакова и составляет 52000 руб., полный срок амортизации – 2 года.

Стоимость автомобильных весов 150000 руб., полный срок амортизации – 3 года.

Расчет затрат на заработную плату представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Расчёт затрат на заработную плату

Должность	Базовый вариант			Проектный вариант		
	Трудоемкость (час.)	Тариф (руб/час.)	Затраты на заработную плату (руб.)	Трудоемкость (час.)	Тариф (руб/час.)	Затраты на заработную плату (руб.)
Контролер-вешовщик	940	250	235000	84	250	21000
Менеджер ОС	192	313	60096	24	313	7512
$C_{з/пл}$			295096			28512

Показатель стоимостных затрат C_{ij} можно рассчитать по формуле 4.

$$C_{ij} = C_{з/пл} + C_{нр} + C_a + C_m + C_{иб} + C_{мв}. \quad (4)$$

Здесь $C_{з/пл}$ – затраты на заработную плату оператора (конечного пользователя ИС), рассчитанные из трудоемкости конкретной операции технологического процесса и тарифа данного оператора (формула 5):

$$C_{з/пл} = T_i \cdot R, \quad (5)$$

где T_i – трудоемкость конкретной операции, R – тариф оператора (операции).

C_{nr} – затраты на накладные расходы, рассчитанные как величина производная от затрат на зарплату (формула 6):

$$C_{nr} = C_{з/пл} \cdot K_{nr}, \quad (6)$$

где K_{nr} – коэффициент накладных расходов, принимаемый в пределах 0,6–0,7 от величины $C_{з/пл}$ (величина, на самом деле, чисто эмпирическая, поэтому может варьироваться в некоторых проектах, но не более диапазона 0,4–0,75).

C_a – величина амортизационных отчислений на используемую технику, рассчитываемая по формуле 7:

$$C_a = P_j \cdot a_j, \quad (7)$$

где P_j – стоимость техники, используемой в j -м технологическом процессе, a_j – годовая норма амортизационных отчислений этой техники.

C_m – затраты на материалы за год (например, на бумагу, заправку картри-джей и др.). Одновременно рассчитывается относительная годовая экономия затрат на материалы (формула 8):

$$\Delta C_m = C_{0m} - C_{jm}, \quad (8)$$

где C_{0m} , C_{jm} – затраты на материалы по базовому и предлагаемому варианту.

$C_{иб}$ – годовые эксплуатационные затраты на сопровождение ИС (работа техника, программиста, администратора и др.). Если для эксплуатации ИС со-здаётся новое рабочее место специалиста, то в эксплуатационные затраты включается вся оплата труда работника (с отчислениями). Если

сопровождение ИС стало новой должностной обязанностью уже работающего специалиста, необходимо от его полной оплаты труда взять долю, соответствующую доле времени на обслуживание ИС от всего рабочего времени работника.

$C_{\text{мв}}$ – стоимость машинного времени на ввод информации в ЭВМ, обработку данных и выдачу результатной информации, рассчитываемая по формуле 9:

$$C_{\text{мв}} = t_{\text{mj}} \cdot c, \quad (9)$$

где c – стоимость машинного часа; t_{mj} – длительность выполнения m -й машинной операции j -го технологического процесса.

Затраты на накладные расходы составят:

Для базовой ПС $C_{\text{нр}} = 295096 \cdot 0.6 = 177057,6$ руб/год.

Для предлагаемой ПС $C_{\text{нр}} = 28512 \cdot 0.6 = 17107,2$ руб/год.

$C_{\text{а}} \text{ год} = 52000 \cdot 33,3\% = 17160$ руб/год.

$C_{\text{а}} \text{ год} = 150000 \cdot 33,3\% = 49950$ руб/год.

Исходя из того, что рабочих часов в 2024 году было 1979:

$C_{\text{а}} \text{ час} = 17160 / 1979 = 8.7$ руб/час.

$C_{\text{а}} \text{ час} = 49950 / 1979 = 25$ руб/час.

Для базовой ПС $C_{\text{а}} = 1132 \cdot 8,7 = 9848,4$ руб/год.

Для предлагаемой ПС $C_{\text{а}} = 108 \cdot 8,7 + 108 \cdot 25 = 3639,6$ руб/год.

В таблице 15 проведён расчёт затрат на материалы за год.

Таблица 15 – Расчёт затрат на материалы за год

Расходный материал	Стоимость за единицу	Базовая ИС		Предлагаемая ИС	
		Количество	Итого	Количество	Итого
Бумага	200	35	7000	25	5000
Заправка картриджа	250	7	1750	7	1750

Продолжение таблицы 15

Канцелярские товары	1500	1	1500	1	1500
Всего			10250		8250

Далее рассчитываем стоимость машинного времени исходя из потребления электроэнергии.

Стоимость работы одного компьютера равна:

$$C_{\text{мв}} = 4,5 \cdot 0,5 = 2,25 \text{ руб/час.}$$

$$\text{Для базовой ПС } C_{\text{мв}} = 1132 \cdot 2,25 = 2547 \text{ руб/год.}$$

$$\text{Для предлагаемой ПС } C_{\text{мв}} = 108 \cdot 2,25 = 243 \text{ руб/год.}$$

Полученные показатели стоимостных затрат складываем в таблице 16.

Таблица 16 – Совокупные затраты

Показатель	Базовая ИС	Предлагаемая ИС
Затраты на заработную плату	295096	28512
Накладные расходы	177057,6	17107,2
Затраты на материалы	9848,4	3639,6
Эксплуатационные затраты	0	0
Затраты на оплату машинного времени	2547	243
Итого	325198	49501,8

Полученные показатели эксплуатационных стоимостных затрат за год по базовому (C_0) и предлагаемому варианту (C_j) используются для нахождения показателя снижения стоимостных затрат за год (ΔC) по формуле 10.

$$\Delta C = C_0 - C_j. \quad (10)$$

$$\Delta C = 325198 - 49501,8 = 275696,2 \text{ руб.}$$

Коэффициент снижения стоимостных затрат составил:

$$K_c = 275696,2 / 325198 = 0,85.$$

Затраты на введение в эксплуатацию представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Затраты на введение в эксплуатацию

Затраты	Длительность (час.)	Затраты (руб.)	Стоимость (руб.)
Проектирование	70	150	10500
Разработка	200	150	30000
Внедрение и отладка	100	150	15000
Обучение персонала	5	100	500
Заливка подушки	20	4550	91000
Установка весов	8	18750	150000
Видео сервер	2	26000	52000
Ip – камера UNV IPC2122LB	5	3200	16000
Заработная плата строителей	28	3214	90000
Итого	438	56264	455000

Годовой экономический эффект $\mathcal{E}$ от использования новой ИС определяется по формуле 11.

$$\mathcal{E} = \mathcal{Z}_0 - \mathcal{Z}_j, \quad (11)$$

где Z_0, Z_j – приведенные затраты по базовому и предлагаемому вариантам.

Таким образом, имеем окончательное выражение для расчёта экономического эффекта (формула 12).

$$\mathcal{E} = (C_0 - C_j) + E_n \cdot (K_0 - K_j) = \Delta C - E_n \cdot \Delta K, \quad (12)$$

где $\Delta K = (K_0 - K_j)$.

$$\mathcal{E} = (295096 - 28512) + 0,15 \cdot (0 - 56000) = 258184 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных затрат рассчитывается по формуле 13.

$$T_{\text{ок}} = \Delta K / \Delta C. \quad (13)$$

$$T_{\text{ок}} = 455000 / 275696,2 = 2 \text{ (года).}$$

Коэффициент эффективности рассчитывается по формуле 14.

$$K_{\mathcal{E}} = 1 / T_{\text{ок}}. \quad (14)$$

$$K_{\mathcal{E}} = 1 / 2 = 0,5.$$

Эффективность внедрения ИС имеет место т.к. $K_{\mathcal{E}} > E_n$ ($0,5 > 0,15$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Объектом исследования являлось общество с ограниченной ответственностью «Литейные детали».

Предметом исследования являлся процесс взвешивания грузового автомобильного транспорта.

Целью являлось проектирование информационной системы взвешивания грузовых автомобилей с использованием методов компьютерного зрения.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- проведён технико-экономический анализ предметной области;
- проведён анализ функционирования объекта исследования;
- определены цели и задачи проектирования ИС
- проведён обзор и анализ существующих разработок;
- обоснованы проектные решения по видам обеспечения;
- реализованы решения по функциональной архитектуре и обеспечивающим подсистемам;
- оценена эффективность внедрения проекта.

Внедрение спроектированной ИС даёт возможность уменьшить трудозатраты в оформлении отчётов, а также улучшить целый ряд показателей:

- повысить оперативность формирования отчётов;
- повышается эффективность и быстродействие работы;
- автоматизируется хранение, обработка и обновление информации.

Практическая эффективность проекта подтверждена расчётом ряда экономических показателей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Советов, Б. Я. Базы данных: учебник для вузов / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 420 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07217-4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/510752>. – Загл. с экрана.

2. Стружкин, Н. П. Базы данных: проектирование: учебник для вузов / Н. П. Стружкин, В. В. Годин. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 477 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00229-4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/511019>. – Загл. с экрана.

3. Лаврищева, Е. М. Программная инженерия. Парадигмы, технологии и CASE-средства: учебник для вузов / Е. М. Лаврищева. – 2-е изд., испр. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 280 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-01056-5. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/513086>. – Загл. с экрана.

4. Кубенский, А. А. Функциональное программирование: учебник и практикум для вузов / А. А. Кубенский. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 348 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-9242-7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/511994>. – Загл. с экрана.

5. Федоров, Д. Ю. Программирование на языке высокого уровня Python : учебное пособие для вузов / Д. Ю. Федоров. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 214 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-15733-8. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/515076>. – Загл. с экрана.

6. Тузовский, А. Ф. Объектно-ориентированное программирование : учебное пособие для вузов / А. Ф. Тузовский. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 206 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00849-4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/490369>. – Загл. с экрана.

7. Воронов, М. В. Системы искусственного интеллекта: учебник и практикум для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 256 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14916-6. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/519916>. – Загл. с экрана.

8. Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие для вузов / И. А. Бессмертный. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 164 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-18416-7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/534963> – Загл. с экрана.

9. Маркин, А. В. Программирование на SQL в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для вузов / А. В. Маркин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 429 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-15817-5. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/509818>. – Загл. с экрана.

10. Маркин, А. В. Программирование на SQL в 2 ч. Часть 2: учебник и практикум для вузов / А. В. Маркин. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 385 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-15818-2. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/509819>. – Загл. с экрана.

11. Гостев, И. М. Операционные системы: учебник и практикум для вузов / И. М. Гостев. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 164 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-04520-8. – Текст :

электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/537133> – Загл. с экрана.

12. Лаврищева, Е. М. Программная инженерия и технологии программирования сложных систем: учебник для вузов / Е. М. Лаврищева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 432 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07604-2. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/513067>. – Загл. с экрана.

13. Кубенский, А. А. Функциональное программирование: учебник и практикум для вузов / А. А. Кубенский. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 348 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-9242-7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/511994>. – Загл. с экрана.

14. Чернышев, С. А. Основы программирования на Python: учебное пособие для вузов / С. А. Чернышев. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 286 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14350-8. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/519949>. – Загл. с экрана.

15. Зыков, С. В. Программирование: учебник и практикум для вузов / С. В. Зыков. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 320 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-02444-9. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/511712>. – Загл. с экрана.

16. Нестеров, С. А. Базы данных: учебник и практикум для вузов / С. А. Нестеров. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 258 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-18107-4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/536687> – Загл. с экрана.

17. Зараменских, Е. П. Управление жизненным циклом информационных систем: учебник и практикум для вузов /

Е. П. Зараменских. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 497 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14023-1. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/489983>. – Загл. с экрана.

18. Проектирование информационных систем: учебник и практикум для вузов / под общей редакцией Д. В. Чистова. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 258 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00492-2. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/489307>. – Загл. с экрана.

19. Черткова, Е. А. Программная инженерия. Визуальное моделирование программных систем: учебник для вузов / Е. А. Черткова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 147 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09172-4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/491629>. – Загл. с экрана.

20. Трофимов, В. В. Алгоритмизация и программирование : учебник для вузов / В. В. Трофимов, Т. А. Павловская; под редакцией В. В. Трофимова. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 137 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07834-3. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – [Режим доступа]: <https://urait.ru/bcode/513269>. – Загл. с экрана.

21. Умная логистика [Электронный ресурс]: статья – Режим доступа к статье: <https://ul.su/>. – Загл. с экрана. – Загл. с экрана.

22. Купить 1С: Предприятие 8. Управление автотранспортом Стандарт [Электронный ресурс]: статья – Режим доступа к статье: <https://rarus.ru/1c-transport/1c8-avtotransport-standart/#tab-product-func-link>. – Загл. с экрана. – Загл. с экрана.

23. АвтоПеревозки 4 AutoSoft [Электронный ресурс]: статья – Режим доступа к статье: <https://www.autosoft.ru/products/transportation/>. – Загл. с экрана.

24. Нейросети: что это, для чего нужны – принцип работы нейронных сетей, виды, области применения [Электронный ресурс]: статья – Режим доступа к статье: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-neyronnye-seti/>. – Загл. с экрана.

25. Ultralytics YOLOv8 [Электронный ресурс]: статья – Режим доступа к статье: <https://habr.com/ru/articles/710016/>. – Загл. с экрана.

26. Сверточная нейронная сеть: как устроена, архитектуры и параметры – использование сверточных нейросетей [Электронный ресурс] : статья – Режим доступа к статье: <https://practicum.yandex.ru/blog/svertochnye-neyronnye-seti/>. – Загл. с экрана.

27. AutoTRASSIR [Электронный ресурс]: статья – Режим доступа к статье: <https://trassir.com/products/analytics/security/autotrassir/>. – Загл. с экрана.