

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

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 09.04.04 Программная инженерия
 Отделение школы (НОЦ) Информационных технологий

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Software and methods of analysis of medical diaries for monitoring the condition of patients with cardiovascular diseases (Программное обеспечение и методы анализа медицинских дневников для мониторинга состояния пациентов с сердечнососудистыми заболеваниями)

УДК 004.415.2:004.421:004.65:004.451:616.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ПМОИ	Муктаганов Муқан Халитулы		20.06.2022 г.

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОИТ ИШИТР	Аксенов С.В.	к.т.н		20.06.2022 г.

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП	Меньшикова Е. В.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ООД ШБИП	Антоневич О. А.	к.б.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОИТ ИШИТР	Савельев А.О.	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП
по направлению 09.04.04 «Программная инженерия»

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественно-научные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
ОПК(У)-2	Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач
ОПК(У)-3	Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями
ОПК(У)-4	Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований

ОПК(У)-5	Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем
ОПК(У)-6	Способен самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности
ОПК(У)-7	Способен применять при решении профессиональных задач методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе, в глобальных компьютерных сетях
ОПК(У)-8	Способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен к созданию вариантов архитектуры программного средства
ПК(У)-2	Способен разрабатывать и администрировать системы управления базам данных
ПК(У)-3	Способен управлять процессами и проектами по созданию (модификации) информационных ресурсов
ПК(У)-4	Способен проектировать и организовывать учебный процесс по образовательным программам с использованием современных образовательных технологий
ПК(У)-5	Способен осуществлять руководство разработкой комплексных проектов на всех стадиях и этапах выполнения работ

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

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки (специальность) 09.04.04 Программная инженерия
 Отделение школы (НОЦ) Информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Савельев А.О.
 (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ПМ0И	Муктаганову Мукану Халитулы

Тема работы:

Software and methods of analysis of medical diaries for monitoring the condition of patients with cardiovascular diseases (Программное обеспечение и методы анализа медицинских дневников для мониторинга состояния пациентов с сердечнососудистыми заболеваниями)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 145-46/с от 25.05.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования являются данные анализов крови пациентов.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Исследование предметной области. 2. Описать используемый набор данных 3. Выполнить обзор методов оценки состояния здоровья по результатам анализа крови; 4. Проектирование ПО. 5. Работа над разделом по финансовому менеджменту, ресурсоэффективности и ресурсосбережения. 6. Работа над разделом по социальной ответственности. 7. Работа над разделом на английском языке.
--	--

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Графики проанализированных данных. 2. Скриншоты веб-приложений. 3. Диаграмма Ганта.
--	--

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
---	--

Раздел	Консультант
Основная часть	Доцент ОИТ ИШИТР, к.т.н., доцент Аксёнов С. В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН ШБИП, к.ф.н., доцент Меньшикова Е. В.
Социальная ответственность	Доцент ООД ШБИП, к.б.н., доцент Антоневич О. А.
Английский язык	Доцент ОИЯ, к.ф.н., доцент Степура С. Н.

<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>
<p>Глава 2. Program Development</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>1.03.2022</p>
--	------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОИТ ИШИТР	Аксёнов С. В.	к.т.н, доцент		1.03.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ПМОИ	Муктаганов Мукан Халитулы		1.03.2022

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

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки (специальность) 09.04.04 Программная инженерия
 Уровень образования магистратура
 Отделение школы (НОЦ) Информационных технологий
 Период выполнения весенний семестр 2021 /2022 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.06.2022	Основная часть	70
10.06.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
10.06.2022	Социальная ответственность	10
10.06.2022	Английский язык	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОИТ ИШИТР	Аксёнов С. В.	К.Т.Н		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОИТ ИШИТР	Савельев А. О.	К.Т.Н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ПМОИ	Муктаганову Мукану Халитулы

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.04 «Программная инженерия»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Бюджет – 410 242 руб. Затраты на заработную плату – 173 866 руб. Прочие расходы – 167 руб.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Тариф на электроэнергию 5,8 кВт/ч</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Налог во внебюджетные фонды 27,1 Районный коэффициент – 1,3 Накладные расходы – 80%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Оценка конкурентных технических решений, SWOT – анализ,</i>
2. <i>Формирование плана и бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Планирование этапов работ, определение трудоемкости и построение календарного графика, формирование бюджета.</i>
3. <i>Оценка потенциальных рисков</i>	<i>Реестр рисков</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Матрица SWOT
2. График разработки
3. Бюджет НИИ
4. Реестр рисков НИИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.04.2022
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Меньшикова Екатерина Валентиновна	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ПМОИ	Муктаганов Мукан Халитулы		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 8ПМ0И		ФИО Муктаганов Муқан Халутулы	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	09.04.04 Программная инженерия (Big Data Solutions)

Тема ВКР:

Технологии анализа медицинских дневников для мониторинга состояния пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения 	<p><i>Объект исследования:</i> технология анализа медицинских дневников <i>Область применения:</i> медицина <i>Рабочая зона:</i> офисное помещение <i>Климатическая зона:</i> умеренная <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> письменный стол, компьютерное кресло, ноутбук. <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> работа за ноутбуком</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</p> <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"> - Рабочее место при выполнении работ сидя ГОСТ 12.2.032-78 - Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов ГОСТ Р ИСО 9241-1-2007 - Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда.
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов – Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора 	<p>Вредные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – умственное перенапряжение – повышенная пульсация светового потока – прямая и отраженная блескость – отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения – отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения – Повышенный уровень шума; – Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;

	<p>– Монотонность труда, вызывающая монотонию;</p> <p>Опасные факторы:</p> <p>– Производственные факторы, связанные с электрическим током.</p> <p>Средства защиты от выявленных факторов:</p> <p>– осветительные приборы</p> <p>– светофильтры</p> <p>Расчёт фактора недостатка искусственного освещения</p>
3. Экологическая безопасность <u>при эксплуатации</u>	<p>Воздействие на селитебную зону: не воздействует</p> <p>Воздействие на литосферу: загрязнение пластиком и токсичными веществами из аккумулятора ноутбука, люминесцентной лампы</p> <p>Воздействие на гидросферу: загрязнение пластиком и токсичными веществами из аккумулятора ноутбука</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях <u>при разработке проектного решения</u>	<p>Возможные ЧС: пожар, террористический акт</p> <p>Наиболее типичная ЧС: пожар</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ПМОИ	Муктаганов Мукан Халитулы		

Реферат

Магистерская диссертация содержит 119 страниц, 33 рисунка, 13 таблиц, 30 источников и 1 приложение.

Ключевые слова: Общий анализ крови, Электронная медицинская карта, Python, Биохимический анализ крови, Сердечно-сосудистые заболевания.

Объектом исследования являются данные анализов крови пациентов.

Предметом исследования являются электронные медицинские карты.

Цель работы – разработка алгоритмического и программного обеспечения для выделения значимых предикторов из медицинских записей дневников пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

В работе проведён анализ существующих веб-приложений для калькуляции анализов крови. Дано описание набора данных используемого при разработке программного обеспечения, проведен его разведочный анализ и коррекция найденных недостатков. Визуализированы данные анализов крови некоторых пациентов и общие данные пациентов

Оглавление

Термины и сокращения	15
Введение.....	16
Глава 1 Обзор предметной области.....	19
1.1 Актуальность.....	19
1.2 Клинический общий анализ крови	20
1.2.1 Лейкоцитарная формула	20
1.2.2 Лейкоцитарные индексы.....	22
1.2.2.1 Лейкоцитарный индекс интоксикации по Я. Я. Кальф-Калифу ..	23
1.2.2.2 Лейкоцитарный индекс интоксикации по В. К. Островскому.....	24
1.2.2.3 Ядерный индекс по Г. Д. Даштаянц	24
1.2.2.4 Индекс сдвига лейкоцитов по Н. И. Ябучинскому	25
1.2.2.5 Индекс аллергизации	25
1.2.3 Гематологические анализаторы	26
1.2.3.1 Гематологический анализатор 3DIFF	27
1.2.3.2 Гематологический анализатор 5DIFF	27
1.3 Обзор представленных решений.....	28
1.3.1 TestResult.org	29
1.3.2 LAB 4 U.....	31
1.4 Выводы по главе	33
Глава 2 Разработка программы.....	34
2.1 Функциональные требования.....	34
2.2 Варианты использования.....	35
2.3 Описание набора данных.....	38
2.3.1 Описание ЭМК	38
2.3.2 Описание ОАК.....	42
2.3.3 Описание Биохимического анализа крови.....	44
2.3.4 Описание ключевых анализов.....	46
2.4 Язык программирования.....	48
2.5 Библиотеки.....	50
2.6 Описание работы программы.....	51
2.7 Анализ данных.....	56
2.8 Выводы по главе	66

Глава 3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	67
Введение	67
3.1 Организация и планирование работ	67
3.2 Продолжительность этапов работ.....	68
3.3 Расчет сметы затрат на выполнение проекта.....	71
3.3.1 Расчет затрат на материалы 72	
3.3.2 Расчет заработной платы	72
3.3.3 Реестр рисков проекта.....	75
3.4 Заключение по разделу «Финансовый менеджмент».....	75
Глава 4 Социальная ответственность.....	77
Введение	77
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	77
4.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	77
4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	78
4.2 Производственная безопасность.....	79
4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования	79
4.2.2 Перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой.....	81
4.2.3 Отсутствие или недостаток естественного света и недостаточная освещенность рабочей зоны.	82
4.2.4 Статические перегрузки, связанные с рабочей позой	86
4.2.5 Превышение уровня шума на рабочем месте.....	87
4.2.6 Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	87
4.2.7 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	88
4.3 Экологическая безопасность.....	90
4.3.1 Анализ влияния объекта и процесса исследования на окружающую среду.....	91
4.3.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.....	92
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	93
4.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.....	93
4.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований	93

4.4.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.....	93
4.5 Заключение по разделу «Социальная ответственность»	95
Заключение	97
Список литературы	98
Приложение А	102

Термины и сокращения

1. **ОАК (Общий анализ крови)** – Лабораторный анализ человеческой крови, определяющий наличие и количество определенных частиц и веществ.

2. **БАК (Биохимический анализ крови)** – Лабораторный анализ крови, определяющий биохимический состав.

3. **СД (Сахарный диабет)** – Заболевание, проявляющее избыточный уровень сахара в крови, обусловленный недостаточным воздействием инсулина.

4. **ЭМК (Электронная медицинская карта)** – медицинская карта, используемая врачами для ведения записей, анализов и других данных о пациенте.

5. **СОЭ (Скорость оседания эритроцитов)** – неспецифический лабораторный показатель крови, отражающий соотношение фракций белков плазмы

6. **ССЗ (Сердечно-сосудистое заболевание)** – Обобщенное понятие включающее заболевания сердца и кровеносных сосудов.

Введение

Развитие информатики и компьютерных технологий привело к использованию современных интернет-технологий как повседневной жизни, так и в специфичных сферах, к примеру в медицине. На сегодняшний день множество клинических лабораторий Республики Казахстан предоставляют возможность просмотра результатов анализов посредством вебсервисов, в свою очередь больницы и поликлиники используют электронные медицинские карты через единую медицинскую информационную систему - *DamuMed*. Чаще всего врачи в первую очередь из всех клинических анализов обращают внимание на общий анализ крови. На данный момент ЭМК представляет собой текстовые PDF документы, где содержатся неструктурированные данные о пациенте включая все анализы и записи врачей.

Кровь – это соединительная ткань внутренней среды организма человека, которая выполняет важнейшие функции жизнедеятельности, такие как газообмен, питание и выведение продуктов распада. Кровь такова, что изменение ее состава происходит еще до появления явных симптомов различных патологий. ОАК – это одна из самых распространенных первичных методик профилактического осмотра, необходимая для точного определения диагноза. Однако значения результатов ОАК зависят не только от наличия различных патологий, но и от возраста и пола.

ОАК содержит в себе информацию о клеточном компоненте крови, а именно абсолютное или относительное значение количества лейкоцитов, эритроцитов, гемоглобина, гематокрита и скорости оседания эритроцитов. Но одной из самых важных частей ОАК является лейкоцитарная формула, которая представляет собой процентное отношение различных видов лейкоцитов. Именно лейкоцитарная формула позволяет оценить динамику патологических процессов, прогнозировать исход болезни и вероятность возникновения осложнений.

Количество и тип сравниваемых клеток лейкоцитарной формулы различен, что обуславливается выбором метода гематологического анализа. Чаще всего для анализа ОАК используются автоматические анализаторы или метод микроскопии мазка крови. Дополнительным преимуществом исследования микроскопии мазка крови является возможность расчета так называемых лейкоцитарных индексов, которые отражают иммунологическую реактивность организма человека.

В настоящее время лейкоцитарная формула может включать порядка двадцати показателей, следовательно нужно представлять данные с максимальной точностью [1]. Современные выписки результатов общего анализа крови представлены текстовым списком значений компонентов и соответствующими им референтными (нормальными) значениями, однако врачам зачастую не удобно интерпретировать результаты анализов, предоставленные в таком виде. В таком случае визуализация данных может помочь врачам понимать текущее состояние по результатам анализа удобнее и быстрее, а также сравнивать их предыдущими анализами и, как итог, сделать правильные выводы.

Таким образом, целью настоящей работы является облегчение интерпретации результатов анализов врачами путем разработки веб приложения, позволяющего анализировать результаты общего анализа крови, рассчитывать лейкоцитарные индексы, а также визуализировать динамику показателей общего анализа крови.

Цель работы – облегчение интерпретации результатов анализов врачами путем разработки программного обеспечения, позволяющего анализировать результаты анализов крови, а также визуализировать динамику показателей общего анализа крови из ЭМК пациента.

Для достижения цели работы были поставлены следующие **задачи**:

1. Ознакомиться с предметной областью
2. Описать используемый набор данных
3. Выполнить обзор методов оценки состояния здоровья по результатам анализа крови;
4. Создать программу для интерпретации результатов

Практическим результатом работы является программа для облегчения интерпретации анализов крови.

Глава 1 Обзор предметной области

1.1 Актуальность

Классический результат ОАК из ЭМК представлен в виде цифровой таблицы, причем его формат, а также тип референтных значений показателей могут существенно различаться в зависимости от стандартов клинических лабораторий. К тому же некоторые заболевания подразумевают за собой многократный сбор крови для мониторинга ответа организма на назначенную схему лечения. Другие же заболевания, к примеру, хронические, требуют отслеживание клинического состояния крови на протяжении достаточно длительного периода времени. Все эти факторы приводят к тому, что врачи должны быстро находить нужный результат анализа из всей электронной медицинской карты при этом, навигация происходит вручную, что усложняет слежение за динамикой течения заболевания.

Выходом из сложившейся ситуации является разработка веб-приложения, которое будет хранить результаты ОАК в электронном виде, с удобной навигацией. Однако простой перенос данных справки ОАК недостаточен, так как исследования показали, что результат анализа является лишь набором числовых показателей, в то время как врачей в первую очередь интересует прогнозы и риски здоровью.

Группа исследователей под руководством Сары Т. Холи пришли к выводу, что графическое представление медицинской информации позволяет пациентам понимать ее лучше, чем если бы она была представлена в числовом виде [2]. Также было установлено, что пациенты могут испытывать беспокойство и стресс при попытке интерпретировать медицинскую терминологию. В одном из исследований пациенты из исследуемой группы утверждали, что для лучшего понимания их текущего состояния здоровья им необходимо больше пояснительной информации в результатах анализов [3]. Джеймс Милевски и Гектор Парра [4] предположили, что визуальное

представление данных о состоянии здоровья может помочь пациентам понимать значение их результатов анализов и подтолкнуть их к более ответственному отношению к собственному здоровью.

Таким образом, создание веб-приложения, которое позволяет визуализировать медицинские данные, позволит наиболее эффективно принимать информацию медикам, а также, передавать информацию о рисках для пациентов и обеспечить их необходимым контекстом для правильной интерпретации результатов анализов.

1.2 Клинический общий анализ крови

Как было указано ранее, общий клинический анализ крови включает три основные группы показателей:

- общий анализ крови;
- лейкоцитарная формула (лейкограмма);
- скорость оседания эритроцитов.

Однако наибольший интерес в рамках данного исследования является лейкоцитарная формула.

1.2.1 Лейкоцитарная формула

Лейкоцитарная формула представляет собой соотношение различных субпопуляций лейкоцитов, наиболее распространенными из которых являются:

1. нейтрофилы;
2. лимфоциты;
3. моноциты;
4. эозинофилы;

5. базофилы.

Клетки кроветворения (гемопоэз), входящие в лейкоцитарную формулу, изображены на рисунке 1

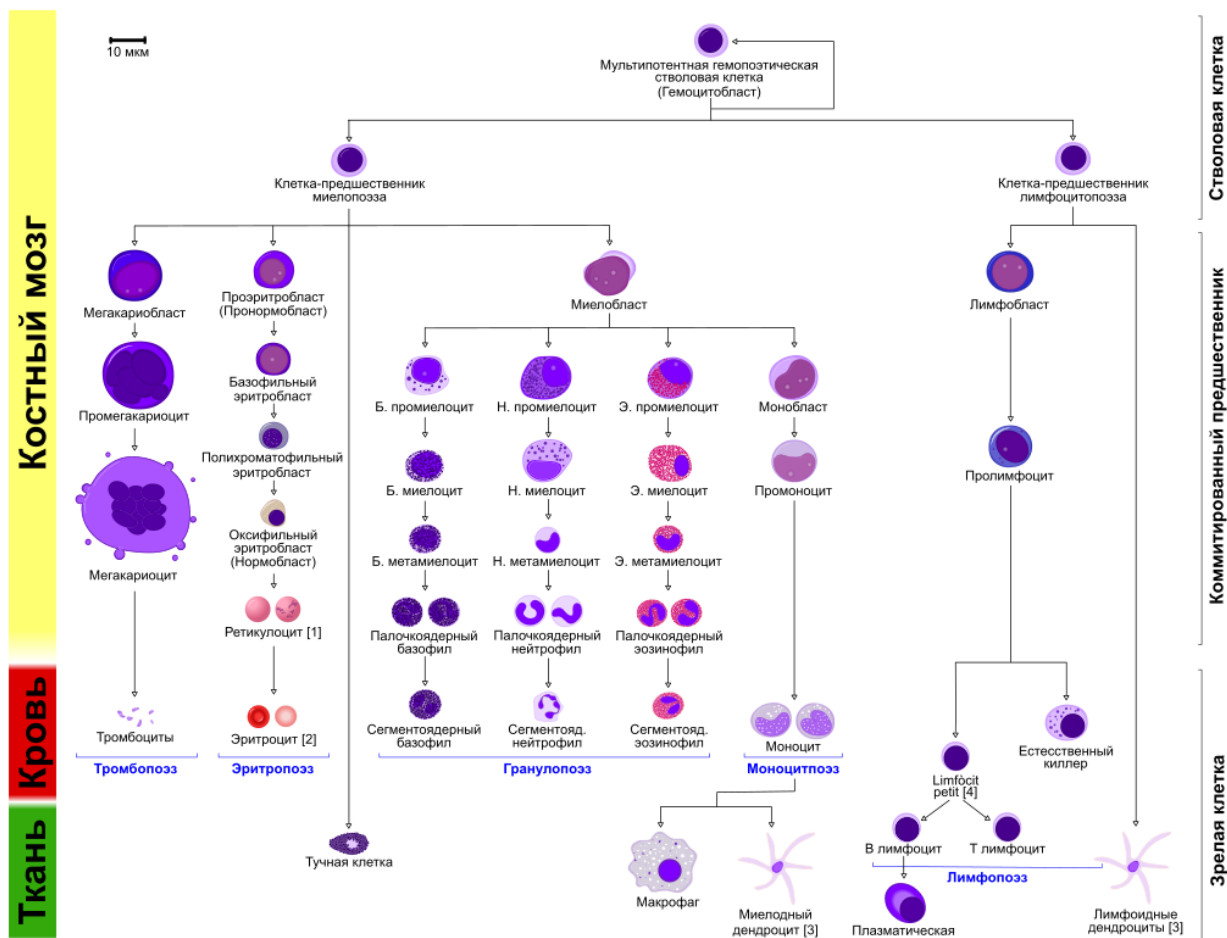


Рисунок 1 – Гемопоэз человека

Каждый тип лейкоцитов определяется относительного общего количества лейкоцитов, а сдвиг в процентах указывает на наличие или отсутствие патологий. В норме около 60% лейкоцитарных клеток являются нейтрофилами. Нейтрофилы помогают бороться с бактериями, и, соответственно, их высокий уровень ($> 85\%$) указывает на бактериальную инфекцию. Лимфоциты, на которые приходится около 30% всех лейкоцитов, помогают бороться с вирусами. Следовательно, высокое количество лимфоцитов может быть признаком вирусной инфекции.

Последние 10% включают моноциты, эозинофилы и базофилы. Эти типы клеток обычно связаны с аллергией или паразитарными инфекциями. Например, большое количество моноцитов (2–8% в норме) может указывать на хроническое воспалительное заболевание или бактериальную инфекцию, тогда как высокое содержание эозинофилов (1–4% в норме) указывает на астму, аллергическую реакцию, или паразитическую инфекцию. Большое количество базофилов (0,5– 1% в норме) обычно связано с воспалительными реакциями, особенно с аллергическими симптомами. Большое количество лейкоцитов также может указывать на некоторые формы рака, такие как лейкоз или лимфома [5].

1.2.2 Лейкоцитарные индексы

Одним из первоочередных анализов при диагностике степени воспалительных процессов в организме человека, а также степени токсикации и аллергизации является исследование общей концентрации уровня лейкоцитов, а также соотношения их субпопуляций друг к другу. Именно наличие лейкоза предопределяет показания для госпитализации пациента и необходимость назначения антибиотиков [6, 7]. При этом наличие лейкоза не всегда предполагает за собой наличие гнойно-воспалительного процесса либо других патологий, а может проявляться при кровотечениях, травмах, приступах пароксизмальной тахикардии и даже при повышенной физической нагрузке и других стрессовых ситуациях [8].

В процессе лечения больных нередко случаи, когда местные клинические проявления заболевания не соответствует показателю лейкоцитарной формулы. В таких случаях для верной диагностики динамики заболеваний и корректировки назначенного лечения применяют лейкоцитарные индексы.

Лейкоцитарные индексы представляют собой математические модели соотношения компонентов лейкоцитарной формулы, которые позволяют выявить степень воспаления, токсикации, алергизации и других патологий организма человека. Наиболее изученными индексами являются:

1. лейкоцитарный индекс интоксикации по Я. Я. Кальф-Калифу [9];
2. лейкоцитарный индекс интоксикации по В. К. Островскому [10, 11];
3. ядерный индекс по Г. Д. Даштаянц [12];
4. индекс сдвига лейкоцитов по Н. И. Ябучинскому [13];
5. индекс алергизации [14].

1.2.2.1 Лейкоцитарный индекс интоксикации по Я. Я. Кальф-Калифу

Лейкоцитарный индекс интоксикации по Я. Я. Кальф-Калифу представляет собой маркер интоксикации и вычисляется по формуле (1.1):

$$ЛИИ К-К = \frac{(4Миело + 3Мета + 2ПЯ + СЯ) \cdot (Плазм + 1)}{(Моно + Лимф) \cdot (Эо + 1)}, \quad (1.1)$$

где:

Миело – миелоциты, %;

Мета – метамиелоциты, %;

ПЯ – палочкоядерные нейтрофилы, %;

СЯ – сегментоядерные нейтрофилы, %;

Плазм – плазматические клетки, %;

Моно – моноциты, %;

Лимф – лимфоциты, %; *Эо* – эозинофилы, %.

Норма лейкоцитарного индекса интоксикации по Я. Я. Кальф-Калифу составляет 0,3 – 1,5.

1.2.2.2 Лейкоцитарный индекс интоксикации по В. К. Островскому

Лейкоцитарный индекс интоксикации по В. К. Островскому также является маркером интоксикации (1.2):

$$ЛИИ = \frac{СЯ + ПЯ + Мета + Миело + Плазм}{Моно + Лимф + Плазм}, \quad (1.2)$$

где:

ПЯ – палочкоядерные нейтрофилы, %;

СЯ – сегментоядерные нейтрофилы, %;

Мета – метамиелоциты, %;

Миело – миелоциты, %; *Моно* – моноциты, %;

Лимф – лимфоциты, %;

Плазм – плазматические клетки, %.

В норме лейкоцитарный индекс интоксикации по В. К. Островскому имеет значение 0,1 – 1,1.

1.2.2.3 Ядерный индекс по Г. Д. Даштаянц

Ядерный индекс по Г. Д. Даштаянц представляет собой маркер степени эндотоксикоза и вычисляется по формуле (1.3):

$$ЯИ = \frac{Моно + Мета + ПЯ}{СЯ}, \quad (1.3)$$

где:

Моно – моноциты, %;

Мета – метамиелоциты, %;

ПЯ – палочкоядерные нейтрофилы, %;

СЯ – сегментоядерные нейтрофилы, %

В норме ядерный индекс по Г. Д. Даштаянц имеет значение 0,05 – 0,1.

1.2.2.4 Индекс сдвига лейкоцитов по Н. И. Ябучинскому

Индекс сдвига лейкоцитов по Н. И. Ябучинскому является маркером степени сдвига лейкоцитарной формулы вправо или влево (1.4):

$$ИСЛ = \frac{СЯ + ПЯ}{Лимф}, \quad (1.4)$$

где:

СЯ – сегментоядерные нейтрофилы, %;

ПЯ – палочкоядерные нейтрофилы, %; *Лимф* – лимфоциты, %.

Нормальное значение индекса сдвига лейкоцитов по Н. И. Ябучинскому –1.

1.2.2.5 Индекс аллергизации

Индекс аллергизации является, соответственно, маркером аллергизации и вычисляется по формуле (1.5):

$$ИА = \frac{Лимф + 10 \cdot (Эо + 1)}{Нейтр + Моно + Базо}, \quad (1.5)$$

где:

Лимф – лимфоциты, %;

Эо – эозинофилы, %;

Нейтр – нейтрофилы, %;

Моно – моноциты, %; *Базо* – базофилы, %.

Нормальное значение индекса аллергизации находится в пределах 0,8 – 1.1.

1.2.3 Гематологические анализаторы

Начало практики исследования соотношения числа субпопуляций лейкоцитов было положено с момента открытия окрашивания по Романовскому - Гимзе, позволяя врачам-лаборантам исследовать препарат крови при помощи оптической микроскопии [15]. Однако не смотря на важность подобных исследований, на данный момент микроскопия мазка крови проводится достаточно редко, так как определение каждого типа лейкоцитов вручную достаточно трудоемкое и требует за собой достаточно времени. К тому же поскольку количество лейкоцитов, подлежащих анализу, ограничено, в результате исследование возможно возникновение погрешностей.

Ряд вышеперечисленных факторов привели к разработке автоматизированных гематологических анализаторов для проведения дифференциального анализа лейкоцитов. Данный метод подсчета лейкоцитарной формулы позволяет получить более простые, быстрые и точные измерения.

На сегодняшний день можно выделить два самых распространенных вида анализаторов в зависимости от степени дифференцирования субпопуляций лейкоцитов: 3DIFF и 5DIFF.

1.2.3.1 Гематологический анализатор 3DIFF

Анализатор класса 3DIFF измеряет концентрацию лейкоцитов и классифицирует клетки по размеру на три группы:

1. лимфоциты;
2. моноциты;
3. нейтрофилы.

Поскольку принцип работы этого типа анализатора прост, он может быть компактным, использовать меньше реагентов, и, следовательно, является более экономически эффективным. Его дополнительным преимуществом является то, что данный анализатор способен обнаруживать повышенное количество нейтрофилов более точно, чем анализатор 5DIFF.

Гематологический анализатор класса 3DIFF предназначен для использования в отделениях неотложной помощи и амбулаторных лабораториях, где острые воспаления должны быть определены достаточно оперативно. Также данный тип анализаторов зачастую используется в небольших лабораториях, прикрепленных к палатам или операционным залам.

3DIFF позволяет получить результаты ОАК и лейкоцитарной формулы буквально в течение пары минут. Если же забрать у пациента достаточное количество крови (что обычно случается при исследованиях младенцев и детей) невозможно, данный тип анализатора способен работать в режиме микроанализа.

1.2.3.2 Гематологический анализатор 5DIFF

Гематологический анализатор класса 5DIFF позволяет выделить точное соотношение клеток пяти субпопуляций лейкоцитов:

4. нейтрофилы;

5. лимфоциты;
6. моноциты;
7. эозинофилы;
8. базофилы.

Точность анализатора 5DIFF достаточно высока и может сравниться с микроскопическим исследованием мазка крови [16]. В связи с повышенной точностью и надежностью данный тип анализаторов имеет более высокую себестоимость и стоимость технического обслуживания, использует больше реагентов и требует за собой точную настройку электрооптической системы по сравнению с 3DIFF анализатором.

Однако несмотря на данные факторы ни один из анализаторов не может гарантировать 100%-ную идентификацию клеток лейкемии. При проведении анализа крови возможно возникновение аномалий исследуемого образца, например, наличие лейкозных клеток. В таком случае необходимо проведение микроскопического анализа для исследования образца на наличие гематологических отклонений. Подобная двойная проверка минимизирует вероятность пропуска различных патологий крови [17].

Даже несмотря на то, что автоматический дифференциальный анализ лейкоцитов может потребовать за собой микроскопического исследования, точность измерений является неоспоримым преимуществом, обосновывая его высокую стоимость.

1.3 Обзор представленных решений

Информационные системы и приложения для пациентов и врачей являются наиболее перспективной сферой развития телемедицины. Одним из инструментов телемедицины являются так называемые медицинские

калькуляторы, которые позволяют анализировать результаты анализов и расшифровывать их в рамках референтных значений.

Калькуляторы ОАК не являются исключением в сфере электронного здравоохранения. На сегодняшний день имеется несколько онлайн-сервисов, анализирующих ОАК, но все же они имеют некоторые недостатки.

1.3.1 TestResult.org

Онлайн-сервис <https://testresult.org/> представляет собой медицинский калькулятор, позволяющий расшифровывать результаты следующих анализов:

- общий анализ крови;
- общий анализ мочи;
- биохимический анализ крови;
- анализа кала (копрограмма);
- гормоны щитовидной железы;
- пероральный глюкозотолерантный тест (ПГТТ);
- TORCH-инфекции.

В рамках настоящего исследования наибольший интерес имеет функция расшифровки общего анализа крови. Интерфейс калькулятора представлен на рисунке 2

Расшифровка анализов онлайн

- Общий анализ крови
- Общий анализ мочи
- Биохимический анализ крови
- Анализ кала (копрограмма)
- Гормоны щитовидной железы
- Пероральный глюкозотолерантный тест (ПГТТ)
- ТОРСН-инфекции

Общий анализ крови - расшифровка

Поименный список военных Российской Федерации, которые участвуют в войне с Украиной с 24.02.2022

Чтобы иметь возможность сохранить на сайте полученные результаты анализа, не забудьте зарегистрироваться.

При заполнении таблицы, обратите внимание на единицы измерения! Указывайте только относительные значения лейкоцитов в %, абсолютные значения рассчитываются автоматически. [Подробнее](#)

Возраст* 23 лет

Пол* Мужской Беременность

Показатель	Значение	Норма	Единицы
Эритроциты (RBC)	4.3	5.9	10 ¹² клеток/л
Гемоглобин (HGB)	137	171	г/л
Гематокрит (HCT)	40	52	%

Рисунок 2 – – Интерфейс онлайн-сервиса TestResults.org

Сервис принимает 23 показателя общего анализа крови, включая расширенную версию лейкоцитарной формулы. При этом имеется возможность вводить только относительные (или абсолютные) значения, сервис пересчитывает в абсолютный (или относительный, соответственно) вид автоматически. Дополнительно сервис требует ввести возраст и пол для корректного выбора референтных значений. После ввода данных результата ОАК сервис предоставляет расшифровку каждого показателя, который превышает норму или не доходит до нее, предлагая возможные причины и диагнозы, предопределяющие значения показателей ОАК.

Дополнительным преимуществом сервиса TestResults.org является возможность сохранять расшифрованные результаты и сравнивать их между собой (максимум 3 анализа одновременно). Данная функция доступна только для зарегистрированных пользователей. Однако сервис не предполагает какой-либо расчет и визуализацию результатов.

1.3.2 LAB 4 U

Онлайн-сервис <https://lab4u.ru/rasshifrovka-analizov/> также представляет собой инструмент для расшифровки и интерпретации результатов анализов. На данном сервисе доступны расшифровки не только анализов общего анализа крови, но и анализов мочи и кала, инфекций, биохимии крови и гормонов.

Интересной особенностью данного сервиса является возможность интерпретации отдельных частей результатов анализа крови, а именно:

- расшифровка лейкоцитарной формулы крови;
- расшифровка общего анализа крови;
- расшифровка и нормы анализа СОЭ.

В целом форма ввода параметров ОАК схожа с аналогичной формой сервиса TestResults.org: пользователю требуется ввести дату рождения, выбрать пол и указать значения показателей результатов ОАК. Сервис также поддерживает ввод как относительных, так и абсолютных показателей 28 лейкоцитарной формулы. Интерфейс формы для расшифровки результатов ОАК представлен на рисунке 3

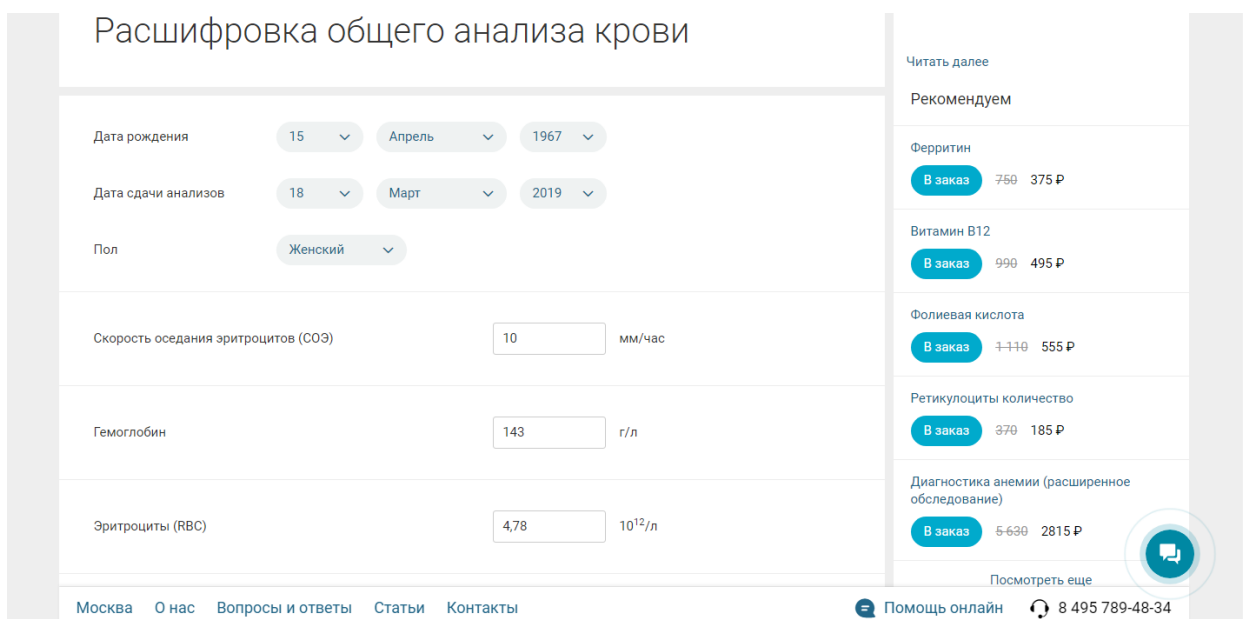


Рисунок 3 – Интерфейс онлайн-сервиса LAB 4 U

Для подтверждения введенных данных пользователю необходимо указать адрес электронной почты, на который впоследствии придет письмо с результатами расшифровки. Полученная расшифровка содержит информацию о показателях, чьи значения не вошли в предел нормы, и список возможных патологий, возникающих при подобных значениях.

Главный недостаток данного сервиса – невозможность сохранять результаты даже для зарегистрированного пользователя. Пользователь может просматривать расшифровки только по ссылке, отправленной ему по электронной почте. Также, как и предыдущий сервис, LAB 4 U не поддерживает функцию подсчета лейкоцитарных индексов и визуализацию данных.

Таким образом, были выделены основные методы анализа ОАК, необходимые для реализации в разрабатываемом приложении. Рассмотренные существующие решения не удовлетворяют поставленной цели, что подтверждает актуальность и необходимость настоящего исследования.

1.4 Выводы по главе

В данной главе была описана актуальность выбранной темы, изучена тема Лейкоцитарных индексов по Я. Я. Кальф-Калифу, по В. К. Островскому, ядерный индекс по Г.Д Даштаянцу, индекс сдвига лейкоцитов по Н. И. Ябучинскому и индекс аллергизации. Были изучены гематологические анализаторы 3DIFF и 5DIFF. Произведен обзор уже существующих решений TestResult.org и LAB 4 U.

Глава 2 Разработка программы

2.1 Функциональные требования

Функциональные требования представляют собой возможности системы, которые включают функции, доступные пользователю, и ответы системы на его действия.

Для разрабатываемого веб-приложения были установлены следующие функциональные требования:

1. Аутентификация:

- a. Регистрация.
- b. Авторизация.
- c. Восстановление пароля.
- d. Смена пароля.

2. Неавторизованный пользователь:

- a. Добавление результата общего анализа крови согласно методам:
 - i. 3DIFF;
 - ii. 5DIFF;
 - iii. Микроскопия.
- b. Просмотр расшифровки результата общего анализа крови.
- c. Просмотр результатов расчета лейкоцитарных индексов.

3. Авторизованный пользователь:

- a. Все действия, доступные неавторизованному пользователю.

b. Результаты общего анализа крови:

i. Просмотр списка результатов.

ii. Изменение.

iii. Удаление.

c. Диаграммы:

i. Просмотр диаграмм общего анализа крови;

ii. Просмотр диаграммы лейкоцитарной формулы;

iii. Просмотр диаграмм лейкоцитарных индексов.

d. Личные данные:

i. Добавление.

ii. Изменение.

4. Администратор:

a. Все действия, доступные авторизованному пользователю.

b. Референтные значения:

i. Добавление.

ii. Изменение.

iii. Удаление

2.2 Варианты использования

После формирования функциональных требований были определены варианты использования для разрабатываемого веб-приложения. Диаграмма вариантов использования приведена на рисунке 4.

В процессе создания диаграммы вариантов использования была выделена основная роль пользователя. В последствии она была расширена другими ролями: администратора, авторизованного и неавторизованного пользователей.

Добавление результатов анализа ОАК и их расшифровка является основной функцией приложения и поэтому доступна как для авторизованного пользователя, так и для неавторизованного. Однако для просмотра расшифровки анализов необходимо добавить референтные значения, что входит в функциональные возможности администратора. Данная особенность обуславливается различием стандартов нормы значений показателей у каждой отдельно взятой клинико-диагностической лаборатории.

Помимо расшифровки результатов ОАК пользователям любого уровня доступна функция расчета лейкоцитарных индексов. При этом лейкоцитарные индексы рассчитываются только для результатов анализа крови, полученных методом микроскопии мазка крови, ввиду наличия в нем всех необходимых компонентов.



Рисунок 4 – Диаграмма вариантов использования

Дополнительно к возможности просмотра списка сохраненных результатов авторизованным пользователям доступна функция просмотра диаграмм ОАК, лейкоцитарной формулы и лейкоцитарных индексов.

Все описанные выше ограничения функциональности введены для побуждения пользователей к регистрации.

2.3 Описание набора данных

2.3.1 Описание ЭМК

Входными данными являются PDF файлы, которые являются ЭМК в единой системе Damumed. Медицинская карта амбулаторного пациента состоит из нескольких блоков:

1. Титульный лист:

- a) Номер или код ЭМК
- b) ФИО пациента,
- c) Пол,
- d) дата рождения
- e) телефонный номер
- f) Адрес
- g) Место службы, работы
- h) Профессия, должность

2. Лист онкологического осмотра:

- a) Кожа (головы, шеи, туловища)
- b) Губа (верхняя, нижняя)
- c) Язык, слизистая рта (мягкое и твердое небо, миндалины, десны, слизистая щек, слюнные железы)
- d) Щитовидная железа
- e) Прямая кишка

- f) Молочные железы (грудные железы)
- g) Периферические лимфоузлы
- h) Матка, шейка, придатки
- i) Половые органы
- j) Предстательная железа
- k) Пищевод
- l) Желудок
- m) Легкие ФЛГ

3. Анкета пациента доврачебного кабинета

- a) Ф.И.О
- b) Год рождения
- c) Домашний адрес
- d) Рост
- e) Вес
- f) Индекс массы тела
- g) Окружность талии
- h) АД
- i) Температура
- j) ВГ

4. Смотровой кабинет:

- a) № онкоцитологии
- b) Глюкоза крови
- c) Холестерин
- d) Педикулез
- e) Чесотка
- f) Глистные инвазии
- g) Метод контрацепции

5. Факторы риска:

- a) курение
- b) употребление алкоголя
- c) нерациональное питание
- d) низкая физическая активность

6. Основная часть с медицинскими записями врачей, результатами разных клинических анализов.

Пример анкеты пациента доврачебного кабинета представлен на рисунке 5.

Дата	000000000
Ф.И.О.	00000000000000
Год рождения	1967
Домашний адрес	000000000000000
Рост	169
Вес	78
Индекс массы тела	27.3
Окружность талии	до 80 см
АД	120 / 85
Температура	
ВГД	Норма
Смотровой кабинет:	
№ онкоцитологии	0000000000
Глюкоза крови	5
Холестерин	4
Педикулез	Нет
Чесотка	Нет
Глистные инвазии	
Метод контрацепции	
Факторы риска:	
-курение	Нет
-употребление алкоголя	Нет
-нерациональное питание	Нет
-низкая физическая активность	Да

Рисунок 5 – анкета пациента доврачебного кабинета

Как видно из примера некоторые значения могут быть пустыми, так же факторы риска являются субъективными данными так как на эти вопросы отвечает сам пациент и может предоставить недостоверную или неполную информацию.

2.3.2 Описание ОАК

Лист с результатом общего анализа крови состоит из шапки, показанной на рисунке 6, общих сведений и таблицы результатов.

Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігі Министерство здравоохранения Республики Казахстан		Нысанның БҚСЖ бойынша коды Код формы по ОКУД КУЖЖ бойынша ұйым коды: Код организации по ОКПО:
« Клиника-диагностикалық зертхана Централизованная медицинская лаборатория »		ҚР Денсаулық сақтау министрінің міндетін атқарушының 2010 жылғы "23" қарашадағы № 907 бұйрығымен бекітілген № 201/е нысанды медициналық құжаттама нысанды медициналық құжаттама
		Медицинская документация Форма № 201/у утверждена приказом и. о. Министра здравоохранения РК от "23" ноября 2010 года № 907

Рисунок 6 – Пример шапки результатов ОАК

Общие сведения об анализе приведены на рисунке 7.

ЖАЛПЫ ҚАН ТАЛДАУЫНЫҢ НӘТИЖЕСІ РЕЗУЛЬТАТ ОБЩЕГО АНАЛИЗА КРОВИ

№:

Вид первичной пробы: **Кровь с ЭДТА**

Т.А.Ә. (Ф.И.О.):

Туған күні (дата рождения):

Адрес:

Зерттеме жіберілсін (Исследование направить)

қайда (куда):

Отделение:

кімге (кому):

Қан алу күні және уақыты (Дата и время забора крови):

Жолдаманың тіркелген күні және уақыты (Дата и время регистрации заявки):

Қанның зертханаға түскен күні және уақыты (Дата и время поступления крови в лабораторию):

Рисунок 7 – Пример общих сведений об анализе

Таблица результатов анализа представлена на рисунке 8.

Автоматический метод				
Наименование	Нәтиже Результат	Мөлшері Норма	СИ Бірліктер Единицы СИ	Әлшеу көзі Источник измерения
Гемоглобин (HGB)	143	120 - 140	г/л	Mindray BC 3200
Эритроциты (RBC)	5,04	3,80 - 5,50	10 ¹² /л	Mindray BC 3200
Гематокрит (HCT)	40,3	35,0 - 55,0	%	Mindray BC 3200
Тромбоциты (PLT)	189	180 - 320	10 ⁹ /л	Mindray BC 3200
Лейкоциты (WBC)	5,10	4,00 - 9,00	10 ⁹ /л	Mindray BC 3200
* Лимфоциты (абс.) (LYM#)	1,4	1,2 - 3,0	10 ⁹ /л	Mindray BC 3200
* Лимфоциты (%) (LYM%)	27,8	18,0 - 40,0	%	Mindray BC 3200
* Гранулоциты (абс.) (GRAN#)	3,2	1,2 - 6,8	10 ⁹ /л	Mindray BC 3200
* Гранулоциты (%) (GRAN%)	61,9	47,0 - 72,0	%	Mindray BC 3200
Средний объем тромбоцитов (MPV)	8,2	7,4 - 10,4	фл	Mindray BC 3200
* Тромбокрит (PCT)	0,15	0,02 - 1,00	нг/мл	Mindray BC 3200
Средний объем эритроцитов (MCV)	80,0	80,0 - 100,0	фл	Mindray BC 3200
Среднее содержание Hb в эритроците (MCH)	28,3	27,0 - 31,0	пг	Mindray BC 3200
Средняя концентрация Hb в эритроците (MCHC)	354,0	300,0 - 380,0	г/л	Mindray BC 3200
Ширина распределения эритроцитов по объему (абс.) (RDW-SD)	37,2	35,1 - 43,9	фл	Mindray BC 3200
Ширина распределения эритроцитов по объему (%) (RDW-CV)	12,6	11,5 - 14,5	%	Mindray BC 3200
* Содержание средних клеток (абс.) (MID#)	0,5	0,2 - 0,8	%	Mindray BC 3200
* Содержание средних клеток (%) (MID%)	10,3	3,0 - 9,0	%	Mindray BC 3200

Тесты помеченные знаком * не входят в область аккредитации.

Рисунок 8 – Пример результатов ОАК

Таблица результатов состоит из строк:

1. метод анализа
2. наименования анализов и столбцов
3. строки анализов

Столбцы таблицы:

1. результат анализа
2. норма для данного показателя
3. единицы измерения
4. источник измерения

Также некоторые показатели могут приводиться как в абсолютных значениях, так и в процентных.

2.3.3 Описание Биохимического анализа крови

Лист с результатом биохимического анализа крови состоит из шапки, показанной на рисунке 9, общих сведений и таблицы результатов.

Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігі Министерство здравоохранения Республики Казахстан		Нысанның БҚСЖ бойынша коды Код формы по ОКУД
« Клиника-диагностикалық зертхана Централизованная медицинская лаборатория		КУЖЖ бойынша ұйым коды: Код организации по ОКПО: ҚР Денсаулық сақтау министрінің міндетін атқарушының 2010 жылғы "23" қарашадағы № 907 бұйрығымен бекітілген № 201/е нысанды медициналық құжаттама нысанды медициналық құжаттама Медицинская документация Форма № 201/у утверждена приказом и. о. Министра здравоохранения РК от "23" ноября 2010 года № 907

Рисунок 9 – Пример шапки результатов БАК

Общие сведения о биохимическом анализе приведены на рисунке 10.

БИОХИМИЯЛЫҚ ҚАН ТАЛДАУЫ БИОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРОВИ

№ 000000000000

Биоматериал: **Сыворотка**

Метод выполнения (анализатор): **BioSystems BA200**

Тегі А.Ә. (Фамилия И.О.): **0000000000000000**

ИИН: Туған күні (дата рождения): **000000.0000**

Адрес:

Зерттеме жіберілсін (Исследование направить): қайда

(куда): **00000000 (бюджет)** отделение:

00000000000000000000 кімге (кому):

0000000000000000000000000000

Қан алу күні және уақыты (Дата и время забора биоматериала): **0000000000000000**

Жолдаманың тіркелген күні және уақыты (Дата и время регистрации заявки): **0000000000000000**

Қанның зертханаға түскен күні және уақыты (Дата и время поступления биоматериала в лабораторию): **0000000000000000**

Рисунок 10 – Пример общих сведений об анализе

Таблица результатов биохимического анализа представлена на рисунке 11.

Атауы Наименование	Нәтиже Результат	Түсініктеме Комментарии	Мөлшері Норма	Бірліктер Единицы
АЛТ	20,63		5,00 - 40,00	Ед/л
АСТ	24,81		5,00 - 40,00	Ед/л
Билирубин (общий)	10,4		0,0 - 22,2	мкмоль/л
Глюкоза (сахар крови)	4,63		3,05 - 6,38	ммоль/л
Креатинин	67,0		45,0 - 97,0	ммоль/л
Мочевина	4,00		2,30 - 8,30	ммоль/л
Общий белок	83,6		66,0 - 87,0	г/л
Холестерин	9,04	повышено	3,10 - 5,20	ммоль/л

Рисунок 11 – Пример результатов БАК

Таблица результатов состоит из столбцов:

1. наименования анализов
2. результат анализа
3. комментариев
4. норма для данного показателя
5. единицы измерения

Биохимический анализ частое исследование, его назначают при жалобах пациентов на плохое самочувствие, если подозревают нарушение работы внутренних органов, так же при ежегодной диспансеризации и профосмотрах.

Но есть и факторы, которые влияют на качество самого анализа, для этого врач напоминает требования: сдавать кровь нужно натощак, с вечера предыдущего дня не употреблять жирную, высокосоленую пищу, не пить крепкий чай, кофе и алкогольные напитки. Но не всегда эти требования выполняются пациентами.

В нашем случае наиболее важными показателями из биохимического анализа крови при сердечно-сосудистых заболеваниях являются глюкоза и холестерин. Одним из признаков развития сахарного диабета может быть постоянно повышенный уровень глюкозы в крови.

У больных СД первого типа в 50% случаев и у при СД второго типа в 80% выявляется ранняя инвалидность и преждевременный летальный исход, связанный с ССЗ. При сахарном диабете могут возникать сердечно-сосудистые заболевания даже в молодом возрасте до тридцати лет. Данная особенность обусловлена тем, что при сахарном диабете перманентно страдают стенки сосудов, сначала мелкие капиллярные сосуды, после крупные артерии, которые так же питают сердечную мышцу. Сосуды становятся менее гибкими, проницаемость ухудшается. Артериальная гипертензия наблюдается у 54,3 % больных СД, часто связана с развитием диабетической нефропатии, но может быть обусловлена гипертонической болезнью, а также наличием хронического пиелонефрита, атеросклероза почечных артерий и т.д.

Кратко резюмируя, в зоне риска возникновения и развития сердечных заболеваний находятся люди, страдающие сахарным диабетом имеющие излишний вес тела или ожирение, курящие, не соблюдающие диету, с повышенным артериальным давлением, с повышенным значением холестерина в крови.

2.3.4 Описание ключевых анализов

В данной работе наиболее интересные анализы при сердечно-сосудистых заболеваниях: Глюкоза (сахар в крови), Холестерин (общий и другие), Гемоглобин (HGB), СОЭ, Тромбоциты (PLT), Лейкоциты (WBC), Гематокрит (HCT), АСТ, АЛТ

Холестерин – вещество, структурно сочетающее жиры и стероиды. От него зависит нормальная работа организма человека, но переизбыток может приводить к развитию атеросклероза, то есть образованию бляшек на стенках

артерий, вследствие чего развиваются такие болезни как инсульт, стенокардия, инфаркт миокарда. Атерогенными, то есть развивающие атеросклероз являются липопротеины низкой и очень низкой плотности. Липопротеины высокой плотности выступают анти-атерогенными, что означает препятствование развитию атеросклероза. Поэтому при излишних показателях общего холестерина врачи обычно назначают углубленный анализ, который различает холестерин по плотности.[30]

Гемоглобин - белок красных кровяных клеток, содержащий железо. Основная функция которого заключается в удержании кислорода и доставке в ткани организма. Недостаток гемоглобина называют анемией, разделяют три степени легкую (90-110 г/л), среднюю (70-90 г/л), тяжелую (меньше 70 г/л). Повышенный уровень могут быть из-за длительной адаптации к определенным условиям (высоты над уровнем моря у альпинистов, летчиков) сгущении крови вследствие обезвоживания, легочной недостаточности, врожденных пороках сердца, вредных привычек особенно курения.

В работе Бучарской Т.Г «Оценка некоторых показателей биохимического и общего анализов крови у больных с сердечно-сосудистыми нарушениями» можно понять что при поступлении в отделение неотложной помощи кардиологии у пациентов с нарушениями сердечнососудистой системы выявлено повышение СОЭ(у мужчин на 109,5 % у женщин на 97,1%), увеличение содержание лейкоцитов у мужчин на 41,9%, у женщин на 49,4%, повышение концентрации аспаратаминотрансферазы, аланинаминотрансферазы, креатинкиназы-МВ, число сегментоядерных нейтрофилов в крови мужчин увеличилось на 4,3%, в крови женщин - на 5,2% по сравнению с соответствующими показателями верхней границы нормы. Анализ биохимии крови больных с ССЗ, поступивших в отделение неотложной кардиологии, показал что концентрации АСТ, АЛТ, креатинкиназы СВ в сыворотке крови могут использоваться в качестве маркеров сердечнососудистых патологий[29].

2.4 Язык программирования

Для реализации разрабатываемой программы был использован высокоуровневый объектно-ориентированный язык – Python. Преимущества такие как: высокоуровневые структуры данных, динамическая типизация и позднее связывание позволяют использовать его для быстрой разработки программ, быстрый и несложный синтаксис Python увеличивает удобочитаемость кода, и как следствие, снижает стоимость обслуживания разрабатываемой программы. Python став популярным языком стал более удобным в связи появлением новых библиотек которые могут быть использованы в машинном обучении, анализе данных разработке приложений и других сферах.

Есть разные интерпретаторы, дистрибутивы. В данной работе для удобства был задействован дистрибутив Anaconda, который позволяет в графическом интерфейсе – Anaconda Navigator создавать и настраивать виртуальные окружения, добавлять и удалять библиотеки в них. Так же через Anaconda Navigator позволяет запускать приложения такие как JupyterLab, Jupyter Notebook, RStudio и другие приложения для программирования на языках Python и R. Главное окно Anaconda Navigator представлено на рисунке – 12.

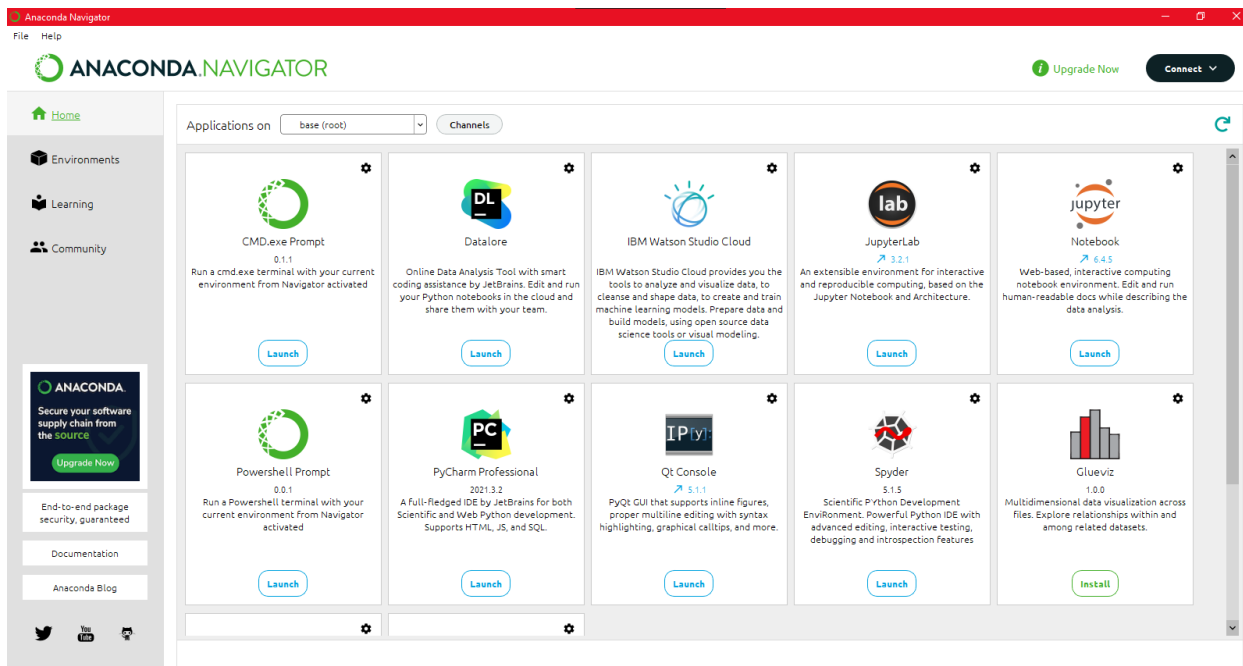


Рисунок 12 – Главное окно Anaconda Navigator

Для обработки и визуализации данных было использовано веб-приложение Jupyter notebook с открытым исходным кодом, которое запускалось через Anaconda Navigator в отдельном виртуальном окружении. Пример блокнота Jupyter notebook показан на рисунке 13

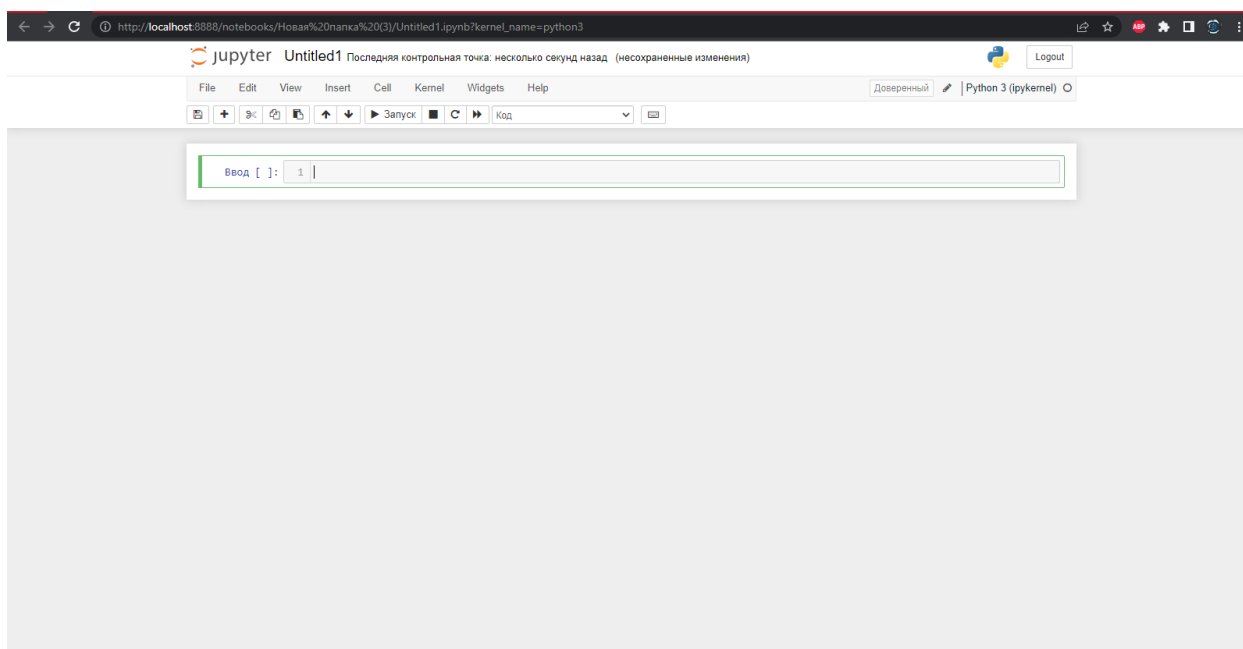


Рисунок 13 – Пример блокнота

2.5 Библиотеки

На рисунке 14 показаны импортируемые библиотеки, которые были установлены в виртуальную окружающую среду с помощью Anaconda Navigator.

```
Ввод [1]: 1 import glob
          2 import re
          3 import fitz
          4 import pandas as pd
          5 import tabula
          6 import numpy as np
          7 import seaborn as sns
          8 from tqdm import tqdm
          9 import seaborn as sns
         10 import matplotlib.pyplot as plt
         11 import plotly.figure_factory as ff
         12 import plotly.express as px
```

Рисунок 14 – Импортированные библиотеки

При программировании были использованы:

Библиотека glob используется для нахождения всех путей, совпадающих с заданным шаблоном по соответствующим правилам, используемыми оболочкой Unix. В разрабатываемой программе был использован для нахождения и возвращения списка всех PDF файлов расширением “.pdf” который имеют электронные медицинские карты которые были обработаны для извлечения из них нужных данных в виде таблиц и строк.

Библиотека re обычно используется для работы с регулярными выражениями. В программе была использована для нахождения пола, даты рождения, курения и других опасных факторов из текста электронной медицинской карты. Из приведенной библиотеки была использована функция search которая ищет первое совпадение с шаблоном.

Библиотека fitz. может быть использована для работы с PDF файлами. В программе используется для открытия pdf файлов и передачи содержимого в виде текста.

Библиотека Pandas используется для анализа данных и операций над данными, написана на основе NumPy библиотеки, которая написана на языке C, что прибавляет производительность. В программе была использована для работы с таблицами, которые были импортированы из ЭМК с помощью библиотеки Tabula.

Библиотека Tabula была использована для извлечения табличных данных из ЭМК представленных PDF файлами. Чаще всего использовался метод `read_pdf` который принимает PDF файл и возвращает табличные данные из файла в удобном виде `pandas DataFrame`

Библиотека Seaborn и matplotlib была использована для построения статических графиков и диаграмм.

Библиотека Plotly позволяет строить интерактивные визуализации в работе который не нужен интернет. Front-End которой написан на языке JavaScript, Back-End написан на языке Python и R.

2.6 Описание работы программы

На рисунке 15 показан второй блок из рабочего блокнота Jupyter notebook.

Получение списка всех pdf файлов в данной папке

```
Ввод [2]: 1 pdf_files = glob.glob('*.pdf')
          2 pdf_files
```

```
Out[2]: ['Медицинская карта (1).pdf',
         'Медицинская карта (10).pdf',
         'Медицинская карта (19).pdf',
         'Медицинская карта (2).pdf',
         'Медицинская карта (20).pdf',
         'Медицинская карта (21).pdf',
         'Медицинская карта (22).pdf',
         'Медицинская карта (23).pdf',
         'Медицинская карта (24).pdf',
         'Медицинская карта (26).pdf',
         'Медицинская карта (28).pdf',
         'Медицинская карта (29).pdf',
         'Медицинская карта (3).pdf',
         'Медицинская карта (30).pdf',
         'Медицинская карта (5).pdf',
         'Медицинская карта (6).pdf',
         'Медицинская карта (7).pdf']
```

Рисунок 15 – Блок получения списка файлов

Следующим шагом из всех файлов в списке программа получает данные о пациентах. Такие как:

1. ID – уникальный идентификационный номер пациента.
2. Пол – Булево значение (True-мужской, False-женский)
3. Дата рождения, по которой был определен возраст пациента на данный момент
4. Курение – Булево значение (True-да, False-нет)
5. Употребление алкоголя – Булево значение (True-да, False-нет)
6. Низкая физическая активность – Булево значение (True-да, False-нет)
7. Нерациональное питание – Булево значение (True-да, False-нет)

Для этого были прописаны отдельные функции для каждого значения. Пример для поиска и возвращения пола приведен на рисунке 16.

```
def get_sex(pdf):
    s = pdf[0].get_text().replace('\n', ' ')
    value = re.search('Пол\ (.*)', s, re.IGNORECASE).group(1).strip().split()[0].lower()
    def is_male(value):
        if value == 'женский':
            return False
        if value == 'мужской':
            return True
        return 'None'
    return is_male(value)
```

Рисунок 16 – Функция для нахождения пола пациента

Результат этого блока приведен на рисунке 17.

	filename	sex	smoke	alco	active	food	age	id
0	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55.0	0
1	Медицинская карта (10).pdf	False	False	False	True	False	49.0	1
2	Медицинская карта (19).pdf	False	False	False	True	False	65.0	2
3	Медицинская карта (2).pdf	False	False	False	True	False	26.0	3
4	Медицинская карта (20).pdf	False	False	False	True	False	48.0	4
5	Медицинская карта (21).pdf	True	False	False	True	False	67.0	5
6	Медицинская карта (22).pdf	False	False	False	True	False	60.0	6
7	Медицинская карта (23).pdf	True	False	False	True	False	59.0	7
8	Медицинская карта (24).pdf	False	None	None	None	None	25.0	8
9	Медицинская карта (26).pdf	False	False	False	True	False	17.0	9
10	Медицинская карта (28).pdf	False	False	False	True	False	83.0	10
11	Медицинская карта (29).pdf	False	None	None	None	None	32.0	11
12	Медицинская карта (3).pdf	False	False	False	True	False	77.0	12
13	Медицинская карта (30).pdf	True	False	False	True	False	16.0	13
14	Медицинская карта (5).pdf	False	False	False	True	False	69.0	14
15	Медицинская карта (6).pdf	False	False	False	True	False	73.0	15
16	Медицинская карта (7).pdf	False	False	False	True	False	46.0	16

Рисунок 17 – Таблица информации о пациентах

Затем программа ищет ключевые слова: «ОБЩИЙ АНАЛИЗ КРОВИ» «ОБЩЕГО АНАЛИЗА КРОВИ» «БИОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРОВИ» по страницам PDF файлов, на этих же страницах с помощью библиотеки Tabula получает табличные данные, в которых содержится анализ крови, и записывает нужные данные в DataFrame. С помощью метода «Merge» библиотеки Pandas два DataFrame таблицы объединяются в одну по ключевым файлам, то есть таблица с анализами и таблица с данными пациента создают новую единую таблицу. Общий вид такой таблицы показан на рисунке 18.

```

1 df = df1.merge(df, on = 'filename')
2 df

```

	filename	sex	smoke	alco	active	food	age	id	page	name	norm	result	ratio	date
0	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55.0	0	47	АЛТ	5,00 - 40,00	20,63	-0.106857	18.03.2019 7:50:00
1	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55.0	0	47	АСТ	5,00 - 40,00	24,81	0.132000	18.03.2019 7:50:00
2	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55.0	0	47	Билирубин (общий)	0,0 - 22,2	10,4	-0.063063	18.03.2019 7:50:00
3	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55.0	0	47	Глюкоза (сахар крови)	3,05 - 6,38	4,63	-0.051051	18.03.2019 7:50:00
4	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55.0	0	47	Креатинин	45,0 - 97,0	67,0	-0.153846	18.03.2019 7:50:00
...
4582	Медицинская карта (7).pdf	False	False	False	True	False	46.0	16	46	Средняя концентрация Hb в эритроците (MCHC)	300,0 - 380,0	390,0	1.250000	24.11.2021 18:22:00
4583	Медицинская карта (7).pdf	False	False	False	True	False	46.0	16	46	NaN	35,1 - 43,9	36,7	-0.636364	24.11.2021 18:22:00
4584	Медицинская карта (7).pdf	False	False	False	True	False	46.0	16	46	NaN	11,5 - 14,5	16,7	2.466667	24.11.2021 18:22:00
4585	Медицинская карта (7).pdf	False	False	False	True	False	46.0	16	46	* Содержание средних клеток (абс.) (MID#)	0,2 - 0,8	0,6	0.333333	24.11.2021 18:22:00
4586	Медицинская карта (7).pdf	False	False	False	True	False	46.0	16	46	* Содержание средних клеток (%) (MID%)	3,0 - 9,0	6,8	0.266667	24.11.2021 18:22:00

4587 rows x 14 columns

Рисунок 18 – Таблица всех данных

Из рисунка видно, что таблица содержит 4587 строк и 14 колонок – Имя файла, пол, курение, употребление алкоголя, низкая физическая активность, нерациональное питание, возраст, идентификационный номер, страница, наименование анализа, норма для данного анализа, числовой результат анализа, оценка отклонения от середины нормы, дата и время проведенного анализа.

Оценка отклонения от середины нормы позволяет наихудшие показатели. Первые десять наихудших результатов показаны на рисунке 19.

	filename	sex	smoke	alco	active	food	age	id	page	name	norm	result	ratio	date
21	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55.0	0	49	Коэффициент больших тромбоцитов (PLCR)	0,1 - 0,4	13,7	89.666667	18.03.2019 7:50:00
25	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55.0	0	49	Средняя концентрация Hb в эритроците (MCHC)	30,0 - 38,0	326,0	73.000000	18.03.2019 7:50:00
3658	Медицинская карта (3).pdf	False	False	False	True	False	77.0	12	132	Глюкоза (сахар крови)	3,05 - 6,38	32,97	16.969970	19.05.2020 11:35:00
3679	Медицинская карта (3).pdf	False	False	False	True	False	77.0	12	142	Глюкоза (сахар крови)	3,05 - 6,38	24,09	11.636637	27.09.2021 11:37:00
3792	Медицинская карта (3).pdf	False	False	False	True	False	77.0	12	171	Глюкоза (сахар крови)	3,05 - 6,38	19,61	8.945946	19.10.2021 13:52:00
3411	Медицинская карта (3).pdf	False	False	False	True	False	77.0	12	73	Глюкоза (сахар крови)	3,05 - 6,38	18,57	8.321321	04.04.2019 13:43:00
2871	Медицинская карта (28).pdf	False	False	False	True	False	83.0	10	158	СОЭ (по Панченкову) (СОЭ)	2 - 15	60	7.923077	29.05.2019 11:33:00
2081	Медицинская карта (21).pdf	True	False	False	True	False	67.0	5	233	* СОЭ (по Панченкову) (СОЭ)	2 - 10	34	7.000000	22.11.2021 16:40:00
2304	Медицинская карта (22).pdf	False	False	False	True	False	60.0	6	103	* СОЭ (по Панченкову) (СОЭ)	2 - 15	50	6.384615	12.10.2021 10:10:00
2863	Медицинская карта (28).pdf	False	False	False	True	False	83.0	10	158	Ширина распределения тромбоцитов по объему (аб...	10,0 - 20,0	46,9	6.380000	29.05.2019 11:33:00

Рисунок 19 – Наихудшие результаты анализов

Из таблицы выше видим, что есть пациент, у которого коэффициент больших тромбоцитов имеет разницу с нормой в 90 раз больше допустимой разницы. Возможно, что данная особенность является ошибкой лаборатории, которая передала не правильные границы нормы. Так как в медицинских справочниках приводят значение нормы для данного показателя 13-43%. Скорее всего норма должна быть не 0,1 - 0,4 а 10 - 40. Косвенно эту теорию подтверждает то что общее количество Тромбоцитов(PLT) у данного пациента в норме. Общие Тромбоциты для пациента с id равным 0 приведен на рисунке 20.

	filename	sex	smoke	alco	active	food	age	id	page	name	norm	result	ratio	date
11	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55	0	49	Тромбоциты (PLT)	180 - 320	205.0	-0.642857	2019-03-18 07:50:00
39	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55	0	53	Тромбоциты (PLT)	180 - 320	205.0	-0.642857	2019-03-18 07:50:00
67	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55	0	57	Тромбоциты (PLT)	180 - 320	205.0	-0.642857	2019-03-18 07:50:00
106	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55	0	67	Тромбоциты (PLT)	180 - 320	215.0	-0.500000	2021-10-13 08:38:00
134	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55	0	76	Тромбоциты (PLT)	180 - 320	225.0	-0.357143	2021-11-24 19:01:00

Рисунок 20 – Тромбоциты у пациента 0

Так же возможна ошибка во второй строке наихудших результатов, где Средняя концентрация Hb в эритроците (МСНС) равна 326,0 при норме 30,0 - 38,0. Возможно ошибка в знаке нормы, так как в следующем анализе норма 300,0 - 380,0 г/л. Эти два показания были исправлены вручную.

2.7 Анализ данных

После всех чисток данных, включая проверку на дубликаты осталось 1780 строк из семнадцати ЭМК. На рисунке 21 приведены очищенные данные.

	filename	sex	smoke	alco	active	food	age	id	page		name	norm	result	ratio	date
0	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55.0	0	46		АЛТ	5,00 - 40,00	20,63	-0.106857	18.03.2019 7:50:00
1	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55.0	0	46		АСТ	5,00 - 40,00	24,81	0.132000	18.03.2019 7:50:00
2	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55.0	0	46		Билирубин (общий)	0,0 - 22,2	10,4	-0.063063	18.03.2019 7:50:00
3	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55.0	0	46		Глюкоза (сахар крови)	3,05 - 6,38	4,63	-0.051051	18.03.2019 7:50:00
4	Медицинская карта (1).pdf	False	False	False	True	False	55.0	0	46		Креатинин	45,0 - 97,0	67,0	-0.153846	18.03.2019 7:50:00
...
4496	Медицинская карта (7).pdf	False	False	False	True	False	46.0	16	34		Средняя концентрация Hb в эритроците (МСНС)	300,0 - 380,0	390,0	1.250000	24.11.2021 18:22:00
4497	Медицинская карта (7).pdf	False	False	False	True	False	46.0	16	34		NaN	35,1 - 43,9	36,7	-0.636364	24.11.2021 18:22:00
4498	Медицинская карта (7).pdf	False	False	False	True	False	46.0	16	34		NaN	11,5 - 14,5	16,7	2.466667	24.11.2021 18:22:00
4499	Медицинская карта (7).pdf	False	False	False	True	False	46.0	16	34	*	Содержание средних клеток (абс.) (MID#)	0,2 - 0,8	0,6	0.333333	24.11.2021 18:22:00
4500	Медицинская карта (7).pdf	False	False	False	True	False	46.0	16	34	*	Содержание средних клеток (%) (MID%)	3,0 - 9,0	6,8	0.266667	24.11.2021 18:22:00

1780 rows x 14 columns

Рисунок 21 – Очищенные данные

Используя очищенные данные заново были выведены значения наихудших результатов анализов. Они представлены на рисунке 22.

	filename	sex	smoke	alco	active	food	age	id	page	name	norm	result	ratio	date
1470	Медицинская карта (3).pdf	False	False	False	True	False	77	12	132	Глюкоза (сахар крови)	3,05 - 6,38	32,97	16.969970	2020-05-19 11:35:00
1477	Медицинская карта (3).pdf	False	False	False	True	False	77	12	142	Глюкоза (сахар крови)	3,05 - 6,38	24,09	11.636637	2021-09-27 11:37:00
1506	Медицинская карта (3).pdf	False	False	False	True	False	77	12	171	Глюкоза (сахар крови)	3,05 - 6,38	19,61	8.945946	2021-10-19 13:52:00
1371	Медицинская карта (3).pdf	False	False	False	True	False	77	12	73	Глюкоза (сахар крови)	3,05 - 6,38	18,57	8.321321	2019-04-04 13:43:00
1196	Медицинская карта (28).pdf	False	False	False	True	False	83	10	158	СОЭ (по Панченкову) (СОЭ)	2 - 15	60	7.923077	2019-05-29 11:33:00
907	Медицинская карта (21).pdf	True	False	False	True	False	67	5	233	* СОЭ (по Панченкову) (СОЭ)	2 - 10	34	7.000000	2021-11-22 16:40:00
992	Медицинская карта (22).pdf	False	False	False	True	False	60	6	103	* СОЭ (по Панченкову) (СОЭ)	2 - 15	50	6.384615	2021-12-10 10:10:00
1188	Медицинская карта (28).pdf	False	False	False	True	False	83	10	158	Ширина распределения тромбоцитов по объему (аб...	10,0 - 20,0	46,9	6.380000	2019-05-29 11:33:00
1251	Медицинская карта (28).pdf	False	False	False	True	False	83	10	177	СОЭ (по Панченкову) (СОЭ)	2 - 15	49	6.230769	2019-04-07 12:50:00
1367	Медицинская карта (28).pdf	False	False	False	True	False	83	10	246	* СОЭ (по Панченкову) (СОЭ)	2 - 15	48	6.076923	2021-05-25 09:58:00

Рисунок 22 – Наихудшие результаты анализов с исправленными данными

Из таблицы видно, что наихудшие значения у результатов Глюкозы, отклонение от нормы в десятки раз, что вполне вероятно, так как этот показатель зависит от того принимал ли пищу перед анализом и другие факторы например этот пациент может быть диабетиком, что косвенно подтверждает завышенные показатели глюкозы на минимум четырех разных анализах в разные даты.

Используя очищенные данные, была построена гистограмма значений ratio по их количеству представленная на рисунке 23.

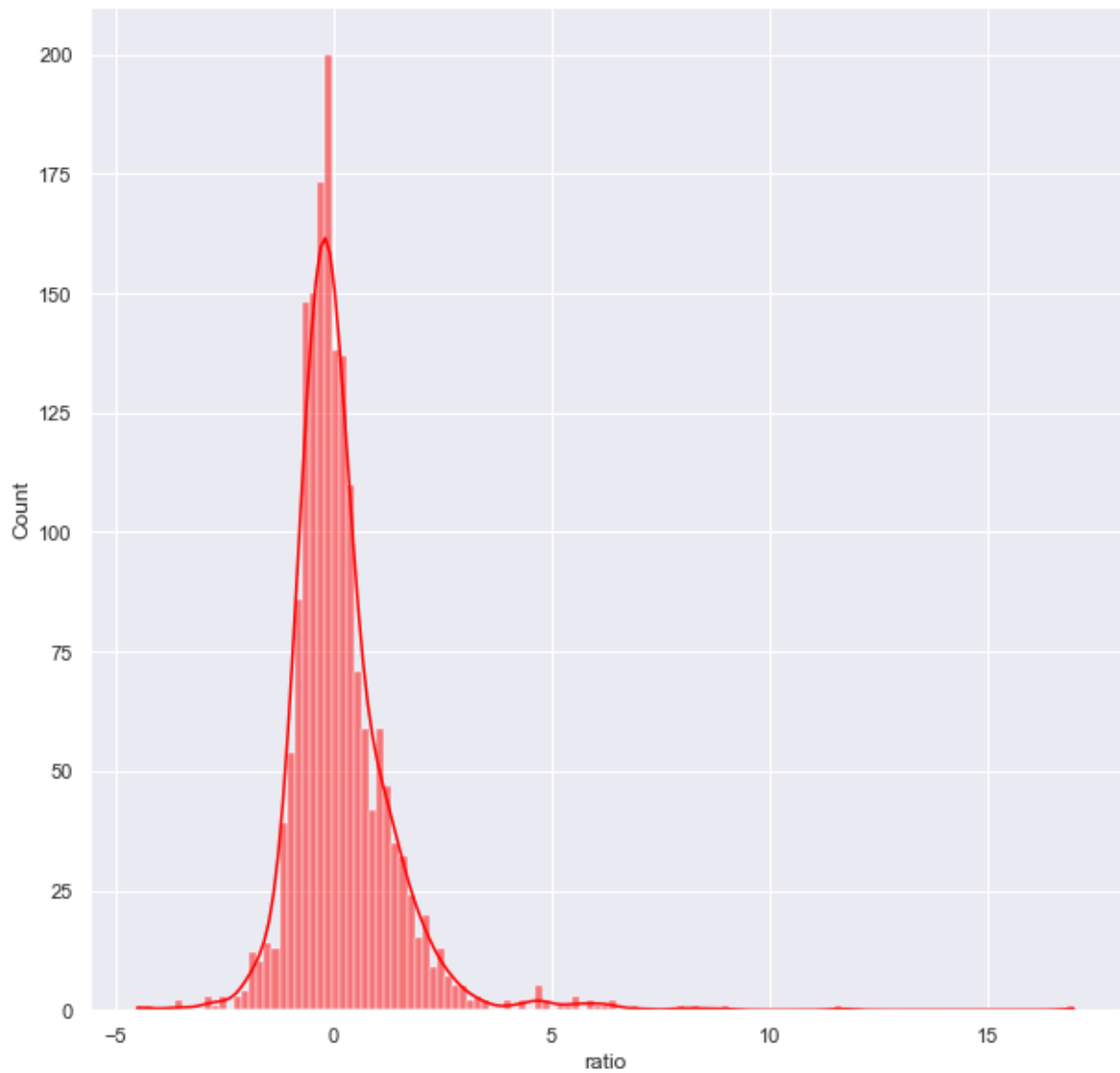


Рисунок 23 – Гистограмма распределения ratio

Если не брать малое количество значений, которые выходят за пределы нормы, то есть больше 1, распределение ratio похоже на нормальное распределение. На рисунке 24 представлена гистограмма игнорирующая значения ratio превышающее 3.

```
1 sns.histplot(df[df['ratio'] < 3]['ratio'], color = 'red', kde = True)
```

```
<AxesSubplot:xlabel='ratio', ylabel='Count'>
```

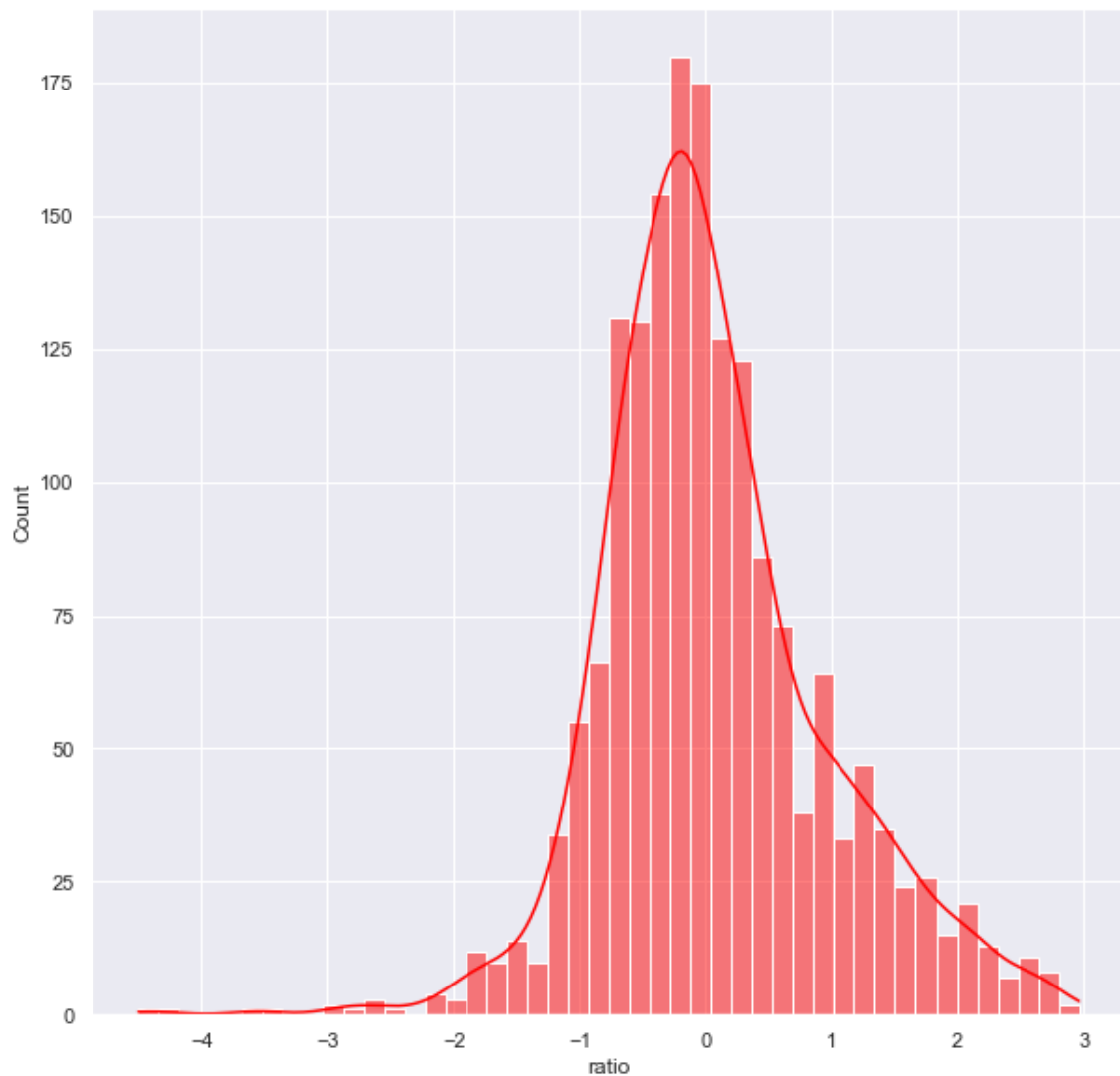


Рисунок 24 – Гистограмма ratio < 3

Соотношение мужчин и женщин из выборки наглядно показан на графике, изображенном на рисунке 25, голубая колонка - женщины, фиолетовая – мужчины.

```
1 sns.set(rc={'figure.figsize':(8,8)})
2 sns.countplot(x='sex', data=df, palette="mako_r")
3 plt.xlabel("Sex (False = female, True= male)")
4 plt.show()
```

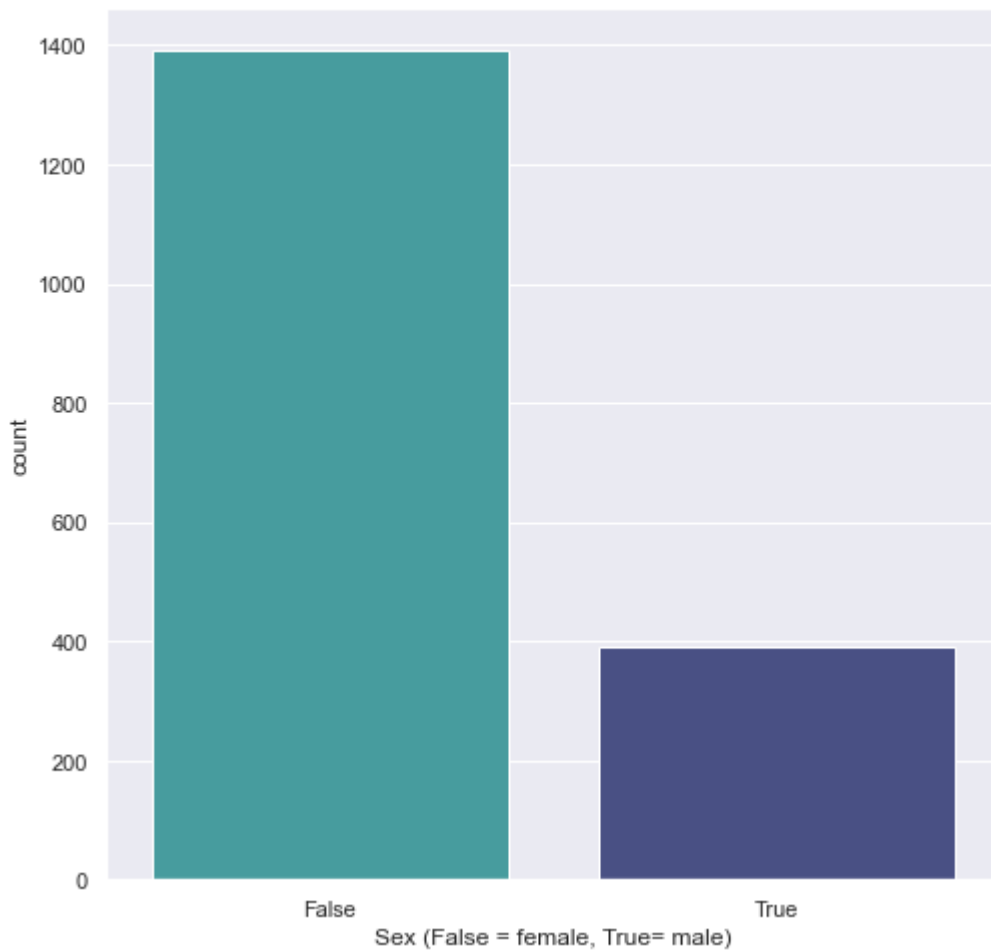


Рисунок 25 – Соотношение мужчин и женщин

Изменение глюкозы в крови у пациента с id = 12 по датам показано на рисунке 26.

```

1 y = df.loc[df.name == 'Глюкоза (сахар крови)']
2 x = y.loc[y.id == 12]
3 x.plot(x='date', y='result', figsize=(12, 8), alpha=1, title='Глюкоза', color = 'red')
4 plt.title('Изменение глюкозы у пациента 12')
5

```

Text(0.5, 1.0, 'Изменение глюкозы у пациента 12')

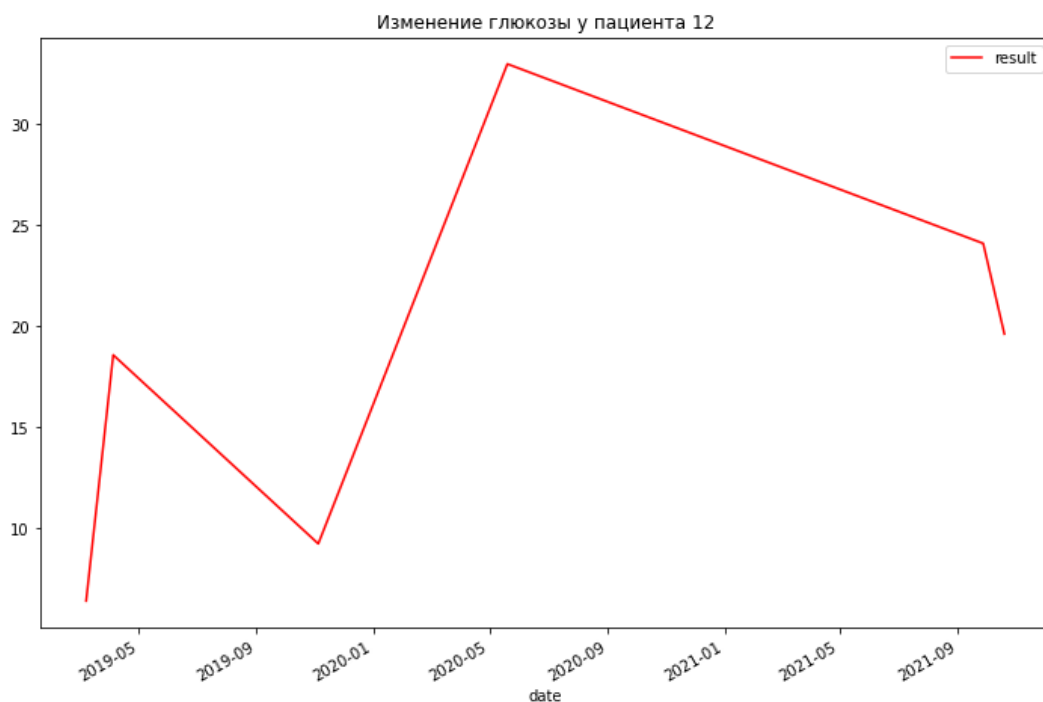


Рисунок 26 – Изменение глюкозы у пациента 12

На рисунке 26 явно прослеживаются повышенные значения выше 10, тогда как норма лежит в пределах 3,05 - 6,38.

Вручную проверив данные пациента из ЭМК, было выявлено: что у пациента есть Инсулиннезависимый сахарный диабет с неуточненными осложнениями, Хроническая ишемическая болезнь сердца неуточненная, Эссенциальная (первичная) гипертензия. Часть с данными диагнозами приведена на рисунке 27.

Біреудің асырауындағы адам (иждивенец) ██████████

Медициналық сақтандыру туралы деректер
(Данные о медицинском страховании)
Сақтандыру полисінің № (№ страхового полиса) _____
Сақтандыру түрі: міндетті, ерікті (астын сызыңыз)
(Вид страхования: обязательное, добровольное*(подчеркнуть))

Диспансерлік қадағалауға алынды
(Взят на диспансерное наблюдение)

Мекенжайы мен жұмысының ауысуы
Перемена адреса и работы

Есепке алынған күні Дата взятия на учет	Қандай себеппен По поводу	Есептен шығарылған күні Дата снятия с учета	Шығарылу себебі Причина снятия	Күні Дата	Жаңа мекенжайы (жаңа жұмыс орны) Новый адрес (новое место работы)
██████████	Инсулиннезависимый сахарный диабет с неуточненными осложнениями			██████████	██████████
██████████	Хроническая ишемическая болезнь сердца неуточненная			██████████	██████████
██████████	Эссенциальная (первичная) гипертония			██████████	██████████

Рисунок 27 – Диагнозы пациента 12

У пациентов 10, 5, 6 завышенные показатели СОЭ это можно заметить на рисунке с наихудшими результатами.

Построим график изменения СОЭ у пациента 10, данный график приведен на рисунке 28.

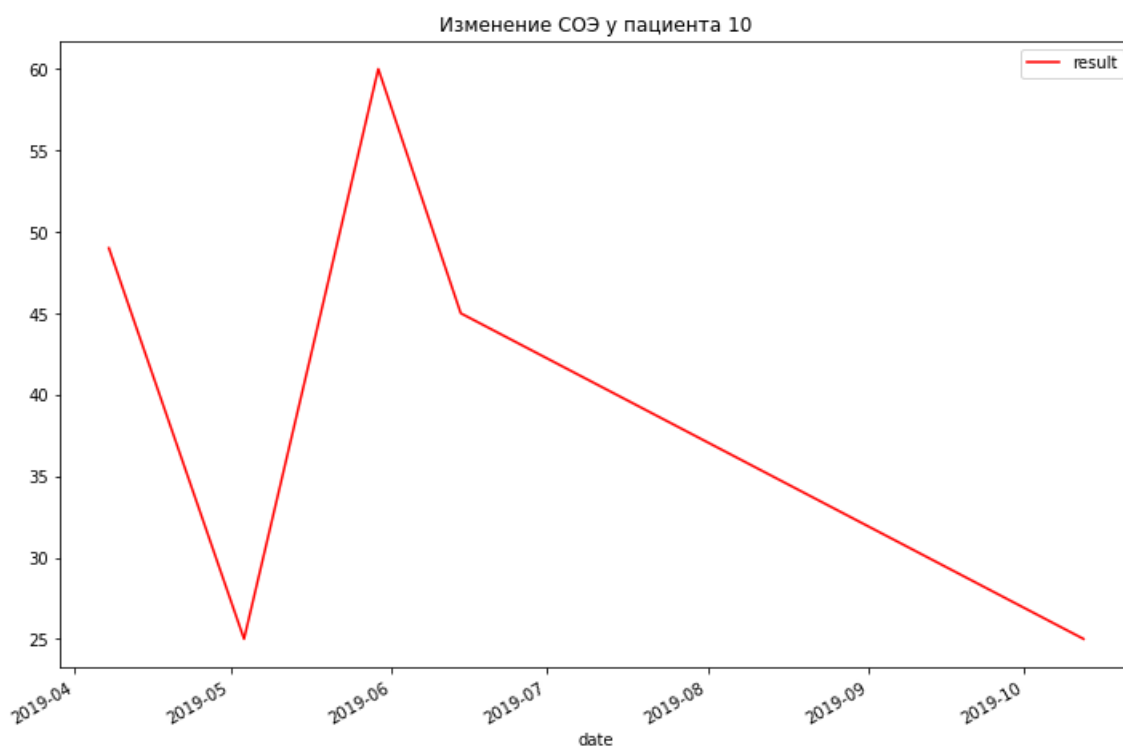


Рисунок 28 – Изменение СОЭ у пациента 10

Видно, что показания СОЭ кроме мая 2019-го и октября 2019 года очень завышены так как норма для СОЭ в пределах 2 – 15 мм/час. Так же проверив вручную диагнозы данного пациента выяснилось, что у ней Хроническая ишемическая болезнь сердца неуточненная, Эссенциальная (первичная) гипертензия, Смешанная астма, Другие серопозитивные ревматоидные артриты. Последний диагноз может вызывать повышение показателей СОЭ, так как это вызывает воспалительные процессы и повреждения тканей, в том числе и сердца. Осложнением ревматоидного артрита могут быть: инфаркт, аортальный стеноз, митральная недостаточность. Другие показания приведены на рисунках 29, 30, 31

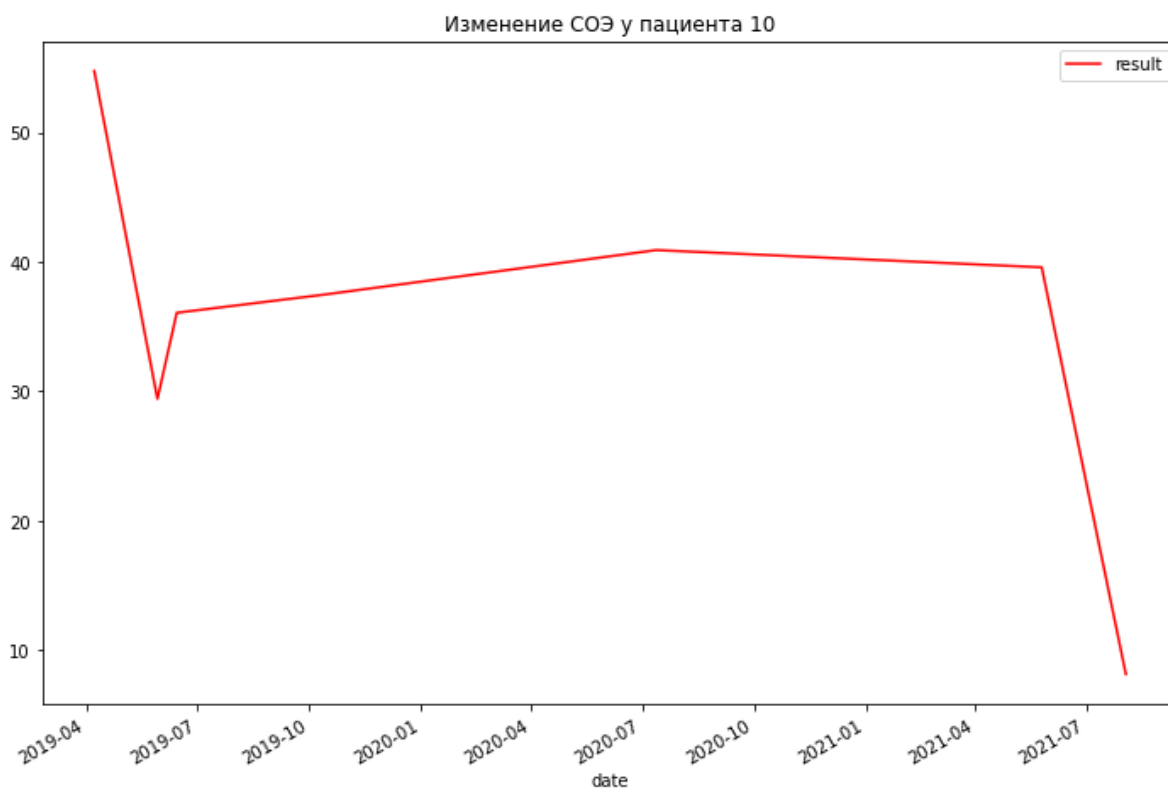


Рисунок 29 – Изменение АЛТ у пациента 10

Норма для АЛТ лежит в пределах 5,00 - 40,00 Ед/л. В данном случае АЛТ на большинстве графика приближена к верхней границе нормы, а первый результат выше нормы.

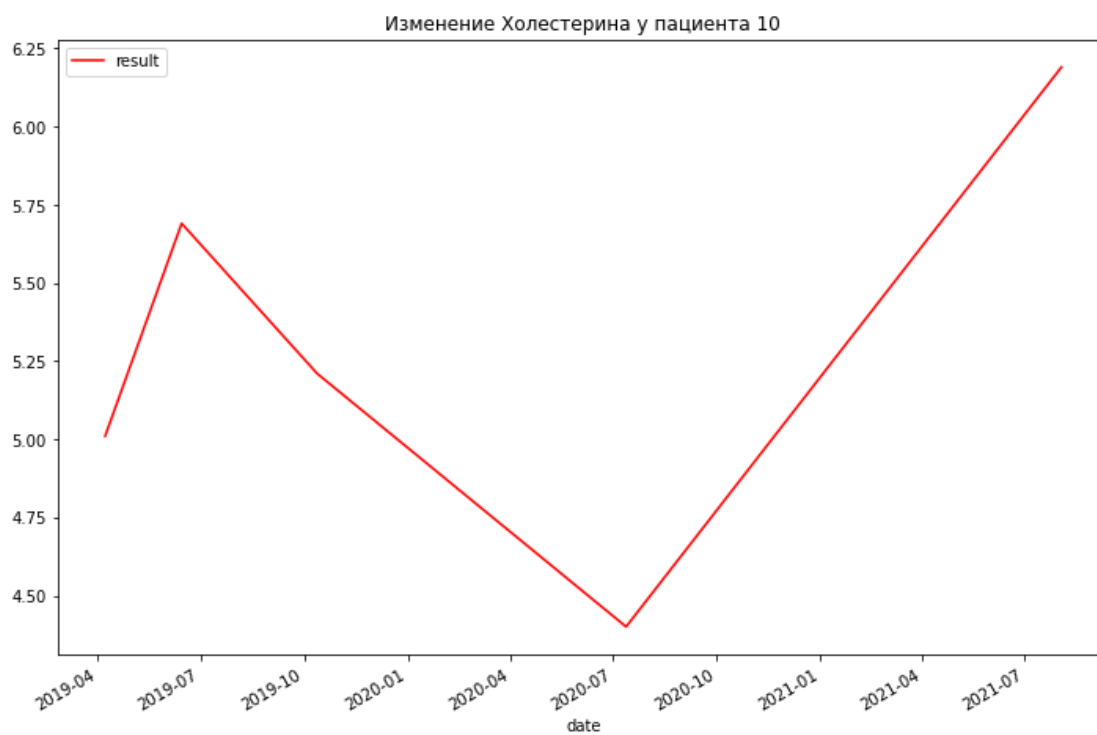


Рисунок 30 – Изменение холестерина у пациента 10

Норма холестерина в пределах 3,10 - 5,20 ммоль/л. По графику трудно сказать с уверенностью тенденцию холестерина, есть явные повышенные показания.

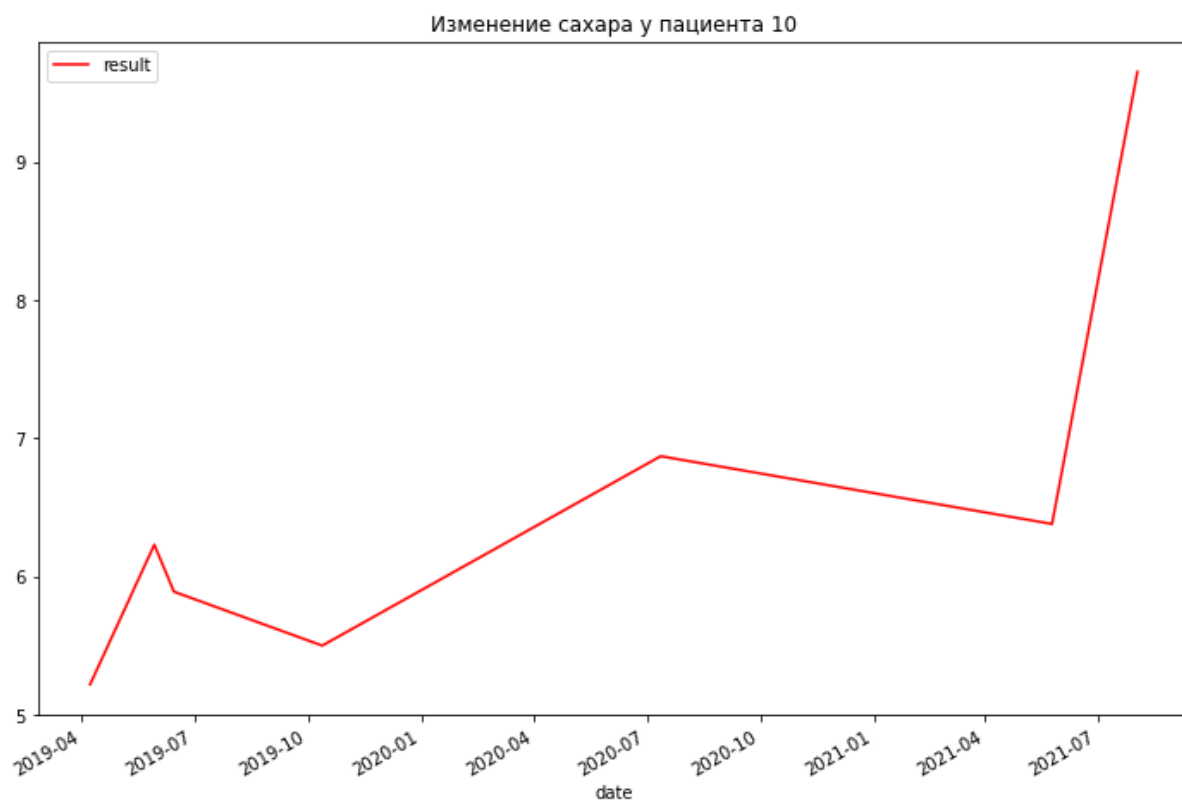


Рисунок 31 – Изменение Глюкозы в крови у пациента 10

Норма для данного показателя 3,05 - 6,38 ммоль/л. У пациента 10 повышенный сахар в крови. По данным ЭМК этот пациент не стоит на учете с болезнью сахарного диабета.

2.8 Выводы по главе

Во второй главе были описаны функциональные требования, варианты использования разрабатываемой программы, описаны входные данные. Выявлены ключевые наименования анализов крови, которые особенно показательны при сердечнососудистых заболеваниях. Описана работа программы, выходные данные. Проведен анализ и очистка данных. Сделана и показана визуализация некоторых показателей.

Глава 3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

С появлением новых алгоритмов и программных обеспечений жизнь человека стала намного проще, стали доступные новые методы лечения в медицине. Повсеместно вводятся удобные для использования веб-сервисы и приложения, в том числе и в медицинских учреждениях. К примеру, электронная запись на прием врача, электронные дневники пациентов, телемедицина, нейросети в генетике, фармакологии и многое другое. Прогресс не стоит на месте и специалистам в области медицины нужно больше свободного времени от рутинных задач, таких как заполнение устаревших медицинских карточек вручную, поиск нужных записей в электронных дневниках. Создание сервиса, который поможет производить анализ медицинских дневников для отслеживания состояния пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями упростит нелегкий труд медработников и поможет пациентам лучше понимать и следить за своим состоянием.

Результат работы могут применяться во всех медицинских учреждениях, где это необходимо и ведутся электронные дневники пациентов. Особенно в таких сервисах заинтересованы страны очень высокого риска заболеваний, в этот список входят страны: Российская федерация, Алжир, Армения, Азербайджан, Беларусь, Болгария, Египет, Грузия, Казахстан, Албания, Кыргызстан, Латвия, Македония, Молдавия, Сирия, Таджикистан, Туркменистан, Украина и Узбекистан.

3.1 Организация и планирование работ

При организации процесса был определен полный перечень необходимых работ, а также их исполнители и рациональная продолжительность. В качестве структуры, показывающей необходимые данные, был использован линейный график работ, представленный в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач	НР	НР – 100%
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 100% И – 10%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
Анализ исследуемой области	И	И – 100%
Проектирование архитектуры ПО	НР, И	НР – 70% И – 100%
Проектирование базы данных	НР, И	НР – 70% И – 70%
Выбор языка программирования и фреймворка	И	И – 100%
Разработка ПО	И	И – 100%
Тестирование ПО	И	И – 100%
Оценка эффективности полученных результатов	НР, И	НР – 50% И – 100%
Оформление пояснительной записки	И	И – 100%
<i>Примечание: НР – научный руководитель, И – инженер</i>		

3.2 Продолжительность этапов работ

Для расчета продолжительности этапов работ был выбран экспертный опытно-статистический метод. Определение вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ было выполнено по формуле (1):

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (1)$$

где: t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;
 t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности этапа в рабочих днях был рассчитан по формуле (2):

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{КВН} \times КД \quad (2)$$

где: КВН – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных;

КД - коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ. Примем КД = 1,1.

Формула расчета продолжительности этапа в календарных днях (3):

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К} \quad (3)$$

где Т_К – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле (4):

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} \quad (4)$$

где:

$T_{КАЛ}$ – календарные дни, дн.;

$T_{ВД}$ – выходные дни, дн.;

$T_{ПД}$ – праздничные дни, дн.

При шестидневной рабочей неделе 2022 году коэффициент календарности равен: 365

$$T_{К} = \frac{365}{365 - 118} = 1.48$$

Полученные результаты трудозатрат на выполнение проекта отображены в таблице 2, а линейный график работ – на рисунке 32.

Таблица 2 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям, чел-дн.			
					ТРД		ТКД	
		<i>t_{min}</i>	<i>t_{max}</i>	<i>t_{ож}</i>	НР	И	НР	И
Постановка целей и задач	НР	1	2	1,4	1,54	–	1,88	–
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	4	6	4,8	5,28	0,53	6,44	0,64
Разработка календарного плана	НР, И	1	2	1,4	1,54	0,15	1,88	0,19
Анализ исследуемой области	И	6	8	6,8	–	7,48	–	9,13
Проектирование архитектуры ПО	НР, И	12	18	14,4	11,09	15,84	13,53	19,32
Проектирование базы данных	НР, И	12	18	14,4	11,09	11,09	13,53	13,53
Выбор языка программирования и фреймворка	И	2	4	2,8	–	3,08	–	3,76
Разработка ПО	И	24	30	26,4	–	29,04	–	35,43
Тестирование ПО	И	4	6	4,8	–	5,28	–	6,44
Оценка эффективности полученных результатов	НР, И	1	2	1,4	0,77	1,54	0,94	1,88

Оформление пояснительной записки	И	12	18	14,4	–	15,84	–	19,32
Итого:				93	31,31	89,87	38,2	109,64

	Январь				Февраль				Март				Апрель				Май			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Постановка целей и задач	Ж																			
Составление и утверждение ТЗ	Ж	Ж																		
Составление и утверждение ТЗ	З																			
Разработка календарного плана			Ж																	
Разработка календарного плана			З	З																
Анализ исследуемой области			З	З																
Проектирование архитектуры ПО					Ж	Ж	Ж													
Проектирование архитектуры ПО					З	З	З	З												
Проектирование базы данных									Ж	Ж										
Проектирование базы данных									З	З										
Выбор языка программирования и фреймворка											З									
Разработка ПО												З	З	З	З					
Тестирование ПО																				
Оценка эффективности полученных результатов																Ж	Ж			
Оценка эффективности полученных результатов																З	З	З	З	
Оформление пояснительной записки																			З	З

Рисунок 32 – Линейный график работ:

Желтым цветом выделены работы научного руководителя, зеленым – инженера

3.3 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производился по следующим статьям затрат:

1. материалы и покупные изделия;
2. заработная плата;
3. социальный налог;

4. расходы на электроэнергию (без освещения);
5. амортизационные отчисления;
6. прочие (накладные расходы) расходы.

3.3.1 Расчет затрат на материалы

Данная статья включает стоимость материалов, используемых при разработке проекта. При разработке настоящей работы затраты на материалы отсутствовали.

3.3.2 Расчет заработной платы

Стоимость спецоборудования для научных работ приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Стоимость спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
1.	Ноутбук Acer Aspire 7745G	1	50	50

Баланс рабочего времени сотрудников приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Баланс рабочего времени сотрудников

Показатели рабочего времени	Руководитель Аксенов С.В.	Исполнитель Муктаганов М.Х.
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Размер заработной платы рассчитывается по следующей формуле

$$Z_m = Z_b \cdot (k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (5)$$

Где: Z_b – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент;

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент.

Расчет заработной платы представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Расчёт заработной платы

Исполнители	Z_b , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	37700	-	-	1,3	49010.0	2030,7	15	30460
Исполнитель	19200	-	-	1,3	24960,0	1034,2	180	186156

Итоговая заработная плата исполнителей приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Заработная плата исполнителей

Заработная плата	Руководитель	Исполнитель
Основная зарплата	30460	186156
Дополнительная зарплата	3046	18615
Зарплата исполнителя	33506	204711
Итого по статье $C_{зп}$	308953	

Отчисление во внебюджетные вычисляются как 27.1% от общей заработной платы и составляют 65189 рублей.

Расходы на командировки составляют 30317 рублей.

Накладные расходы составляют 55000 рубля.

Затрат на электроэнергию составляют $5,8 \cdot 72 = 417.6$ рублей

Сводная таблица затрат на проект представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Группировка затрат по статьям

Статьи									
Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
0	50000	216616	21661	82160	30317	0	417	55000	216171

3.3.3 Реестр рисков проекта

Реестр рисков приведён в таблице 8.

Таблица 8 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска*	Способы смягчения риска
1	Болезнь исполнителя	Увеличение срока выполнения проекта	2	3	Средний	Найм нескольких исполнителей
2	Выход компьютера из строя	Дополнительные финансовые затраты, увеличение срока выполнения проекта	1	5	Низкий	Покупка более надежного компьютера, покупка нескольких компьютеров
3	Ограничение доступа к международной научной литературе	Снижение качества проработанности проекта	3	4	Высокий	Настройка VPN на компьютере, переезд за границу

Итого выявлено 3 риска.

3.4 Заключение по разделу «Финансовый менеджмент»

В главе, посвященной финансовому менеджменту и эффективности, был проведен предпроектный анализ, планирование сроков выполнения задач и их распределение между исполнителями, дана оценка бюджету проекта.

Предметом реализованного проекта является программное обеспечение, предназначенное для анализа и визуализации результатов общего анализа крови. На данный момент существует ряд медицинских калькуляторов, доступных в сети Интернет. Однако ни один из исследованных в рамках настоящего проекта калькуляторов не предоставляет функцию анализа результатов общего анализа крови.

Потенциальная косвенная экономическая эффективность реализованного проекта заключается в снижении нагрузки на медицинские учреждения. Ожидается, что пациент, получив результаты анализов в рамках нормы, сопровождаемые контекстом относительно состояния его здоровья, вероятно не будет обращаться в медицинские учреждения. Однако разработанное ПО не было внедрено, и оценить изменение потока пациентов в медицинские учреждения не представляется возможным.

Данное ПО возможно коммерциализировать, установив тариф на некоторые типы функций, осуществляемых ПО (например, хранить историю результатов анализов или отображать диаграммы). Однако в рамках выполненной работы не была осуществлена экспертная оценка эксплуатационных издержек на реализованный проект, поэтому оценка данного экономического результата невозможна.

Глава 4 Социальная ответственность

Введение

Целью настоящей работы является облегчение интерпретации результатов анализов медицинских дневников пациентами и врачами путем разработки веб-приложения, позволяющего анализировать и визуализировать результаты анализов крови, отслеживать динамику пациентов больных сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Разрабатываемое решение предназначено для самостоятельного использования пациентами с целью отслеживания течения различных ССЗ.

Реализация поставленной задачи заключалась в разработке программного обеспечения с использованием персонального компьютера (далее ПК) и локальной вычислительной сетью с выходом в Интернет. Разработка осуществлялась в компьютерной аудитории №418 Кибернетического Центра ТПУ.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно СП 2.4.3648-20 “Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи” с 2021 г. вопрос установления перерывов во время работы за компьютером нормативно не урегулирован [18]. Работодатель может самостоятельно установить порядок предоставления перерывов в работе за компьютером для отдыха в правилах внутреннего трудового распорядка. Указанные перерывы включаются в рабочее время. То есть они не продлевают продолжительность рабочего дня сотрудника. Согласно трудовому кодексу Российской Федерации от 30.12. 2001 г. № 197–ФЗ (ред. от 01.04.2019 г.) во время этих перерывов работник не должен выполнять другую работу [19].

Так как работа с данной библиотекой на предприятии подразумевает сбор и анализ персональных данных. Чтобы ограничить доступ к медицинским данным и обеспечить их безопасность, обработка данных должна осуществляться в соответствии с федеральным законом о защите персональных данных [20]:

Обработка персональных данных должна осуществляться на законной и справедливой основе.

Обработка персональных данных должна ограничиваться достижением конкретных, заранее определенных и законных целей. Не допускается обработка персональных данных, несовместимая с целями сбора персональных данных.

Не допускается объединение баз данных, содержащих персональные данные, обработка которых осуществляется в целях, несовместимых между собой.

Обработке подлежат только персональные данные, которые отвечают целям их обработки.

Содержание и объем обрабатываемых персональных данных должны соответствовать заявленным целям обработки. Обрабатываемые персональные данные не должны быть избыточными по отношению к заявленным целям их обработки.

4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Работа с разрабатываемой библиотекой подразумевает, что оператор осуществляет взаимодействие с ней сидя за ПК.

Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, стол, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать общим эргономическим требованиям, приведённым в таблице 9 [21].

Таблица 9 – Нормы оборудования рабочих мест

Ширина рабочего стола	не менее 600 мм
Глубина рабочего стола	не менее 1200 мм
Высота рабочего стола	От 680 до 800 мм (если высота стола не регулируется – 725 мм)

Угол наклона спинки	в пределах $0^{\circ} \pm 30^{\circ}$ от вертикального положения
Расстояние спинки от переднего края сиденья	от 260 до 400 мм
Высота поверхности сиденья	от 400 до 550 мм
Сидение	Ширина и глубина не менее 400 мм
Подставка для ног	Ширина – от 300 мм, глубина – от 400 мм, с углом наклона до 20 градусов
Расстояние клавиатуры от края стола	от 100 до 300 мм

Согласно ГОСТ Р 50923-96 “Дисплей. Рабочее место оператора” дисплей на рабочем месте оператора должен располагаться так, чтобы изображение в любой его части было различимо без необходимости поднять или опустить голову. Дисплей на рабочем месте должен быть установлен ниже уровня глаз оператора. Угол наблюдения экрана оператором относительно горизонтальной линии взгляда не должен превышать 60° .

Клавиатура на рабочем месте оператора должна располагаться так, чтобы обеспечивалась оптимальная видимость экрана. Также клавиатура должна иметь возможность свободного перемещения [21].

4.2 Производственная безопасность

В подразделе проанализированы вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проведении исследований в лаборатории, при разработке или эксплуатации проектируемого решения.

4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для объекта исследования представлен в таблицах 10 и 11 согласно ГОСТ 12.0.003-2015

“Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.” [22].

Таблица 10 – Возможные вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
<p>Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека (</p> <ul style="list-style-type: none"> - умственное перенапряжение, - монотонность труда, вызывающая монотонию); 	<p>МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности»;</p>
<p>Факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого искусственного освещения;(</p> <ul style="list-style-type: none"> - повышенная пульсация светового потока - прямая и отраженная блескость - отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения 	<p>СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23- 05- 95*; СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий;</p>
<p>Факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде (Повышенный уровень шума);</p>	<p>ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация; ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности; СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.</p>

Факторы связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	СанПиН 1.2.3685-21, требования к микроклимату помещений зданий
--	--

Таблица 11 – Возможные опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

4.2.2 Перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой

Основная характеристика анализаторов – высокая чувствительность, хотя не всякий раздражитель, действующий на анализатор, вызывает ощущение. Чтобы ощущение проявилось, необходима определенная интенсивность раздражителя. Всякое воздействие, превышающее предел интенсивности, вызывает боль и нарушение деятельности анализаторов.

1. Источник возникновения фактора – поступающая информация с монитора компьютера;
2. воздействие фактора на организм человека – интенсивное или

длительное воздействие перенапряжение анализаторов может привести к функциональному чрезмерному напряжению, стать причиной профессиональных заболеваний;

3. допустимые нормы – с 2021 года вопрос установления перерывов во время работы за компьютерами нормативно не урегулирован. Работодатель может самостоятельно установить порядок предоставления перерывов в работе за компьютером для отдыха в правилах внутреннего трудового распорядка. Указанные перерывы включаются в рабочее время. То есть они не продлевают продолжительность рабочего дня сотрудника. Во время этих перерывов работник не должен выполнять другую работу. Перерыв предоставляется ему для отдыха. Также перерывы в работе для отдыха от компьютера нужно предоставлять отдельно от перерыва на обед согласно трудовому кодексу Российской Федерации [19].
4. предлагаемыми средствами защиты для минимизации воздействия фактора являются регулярные перерывы для сотрудников, работающих с данной библиотекой.

4.2.3 Отсутствие или недостаток естественного света и недостаточная освещенность рабочей зоны.

Помещения должны иметь как естественное, так и искусственное освещение. Согласно СП 52.13330.2016 “Естественное и искусственное освещение” естественное освещение осуществляется через светопроемы, обеспечивающие необходимый коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1,2 % [23].

1. Источник возникновения фактора – вредное воздействие параметров освещения проявляется в отсутствии или недостатке
2. естественного света, а также недостаточной освещенности рабочей

зоны;

3. воздействие фактора на организм человека – недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов;
4. допустимые нормы: согласно СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" освещенность рабочего места в кабинетах, рабочих комнатах и офисах при работе за ЭВМ в горизонтальной плоскости от общего искусственного освещения должна быть 300 [24];
5. предлагаемые средства защиты – к средствам нормализации освещенности рабочих мест относятся: источники света, осветительные приборы, световые проемы, светозащитные устройства, светофильтры, защитные очки.

Ниже приведены расчеты для создания освещенности $E = 300$ ЛК для лабораторного помещения, в котором изготавливалась библиотека.

Размеры помещения: $A = 4,8$ м, ширина $B = 4,3$ м, высота $H = 2,8$ м.

Высота рабочей поверхности $h_{pn} = 0,8$ м.

Коэффициент отражения стен $R_c = 30$ %, потолка $R_n = 50$ %.

Коэффициент запаса $k = 1,5$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$.

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Для заданной высоты помещения подойдут двухламповые светильники ШОД с $\lambda = 1,2$.

Приняв $h_c = 0,5$ м, определяем расчетную высоту:

$$h = H - h_c - h_{\text{рп}} = 2,8 - 0,5 - 0,8 = 1,5 \text{ м}; \quad (6)$$

Расстояние между светильниками:

$$L = \lambda \cdot h = 1,5 \cdot 1,2 = 1,8 \text{ м}; \quad (7)$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены:

$$\frac{L}{3} = 0,6 \text{ м}. \quad (8)$$

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{(B - \frac{2}{3}L)}{L} + 1 = \frac{(4,3 - \frac{2}{3} \cdot 1,8)}{1,8} + 1 \approx 3. \quad (9)$$

$$n_{\text{св}} = \frac{(A - \frac{2}{3}L)}{L_{\text{св}} + 0,5} = \frac{(4,8 - \frac{2}{3} \cdot 1,8)}{1,228 + 0,5} \approx 2 \quad (10)$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 2 светильника типа ШОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,228 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 1,144 м. Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников (рисунок 33). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 12$.

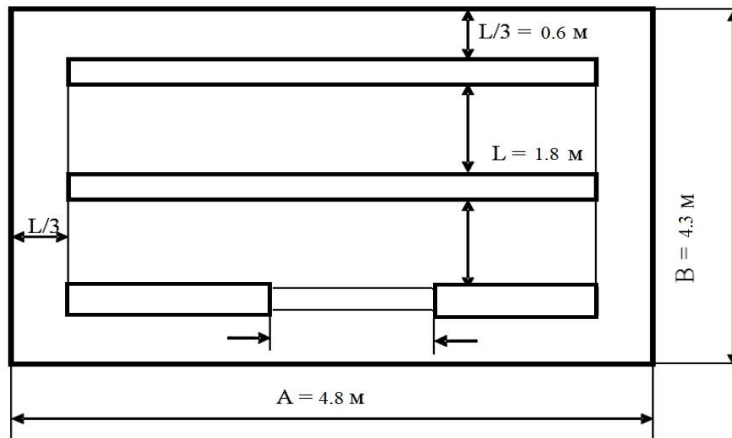


Рисунок 33 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

Находим индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h(A+B)} = \frac{20,64}{2,8(4,8+4,3)} = 0,81 \quad (11)$$

Определяем коэффициент использования светового потока: $\eta = 0,3$.

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N_l \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 20,64 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,3} = 2838 \quad (12)$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 лм [25]. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \cdot 100\% \leq 20\% \quad (13)$$

Получаем: $-10\% \leq 0,42\% \leq +20\%$.

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 12 \cdot 40 = 480 \text{ Вт.} \quad (14)$$

Таким образом, для разрабатываемого помещения необходимо 6 светильников типа ШОД мощностью 40 Вт. Учитывая, что в каждом

светильнике установлено две лампы, в помещении требуется установить 12 ламп ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 лм.

4.2.4 Статические перегрузки, связанные с рабочей позой

1. Источник возникновения фактора – рабочее место;
2. воздействие фактора на организм человека – неправильная рабочая поза может привести к хроническому спазму (повышенной напряженности) мышц руки, невралгии, плекситу, обострению шейного и грудного радикулита и ряду других неврологических заболеваний;
3. допустимые нормы согласно ГОСТ Р ИСО 9241-5-2009

“Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов”:

- бедра расположены приблизительно в горизонтальной позиции, а ноги от колена до ступни - в вертикальной позиции; высота сиденья должна равняться длине голени пользователя до подколенной области или быть немного меньше;
- плечо расположено вертикально, предплечье – горизонтально;
- работа не требует сгибаний или разгибаний запястий;
- позвоночник расположен вертикально;
- ступня составляет угол в 90° по отношению к подколенной части ноги;
- скручивание верхней части туловища отсутствует;
- линия зрения заключена между горизонталью и 60° ниже горизонтали [26].

4. предлагаемые средства защиты – правильная организация рабочего

места.

4.2.5 Превышение уровня шума на рабочем месте

1. Источник возникновения фактора – вентиляционные установки, кондиционеры, ЭВМ и его периферийные устройства, а также серверные комнаты;
2. воздействие фактора на организм человека – оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания
3. допустимые нормы: согласно нормам, указанным в ГОСТ Р 5092396 “Дисплеи. Рабочее место оператора” нормативным эквивалентным уровнем звука на рабочих местах является 50 дБА [34].
4. предлагаемые средства защиты – снизить уровень шума в помещениях можно использованием звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63-8000 Гц для отделки стен и потолка помещений.

4.2.6 Повышенный уровень электромагнитных излучений

1. Источник возникновения фактора – дисплеи (мониторы). Они представляют собой источники наиболее вредных излучений, неблагоприятно влияющих на здоровье человека;
2. воздействие фактора на организм человека – при длительном воздействии данного фактора возникают жалобы на слабость, раздражительность, быструю утомляемость и ослабление памяти;
3. допустимые нормы: уровни электромагнитного поля приведены в таблице 24 согласно ГОСТ Р 50948-2001 “Средства отображения

информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности.” [27].

Таблица 12 – Допустимые уровни электромагнитного поля

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

4. предлагаемые средства защиты – рациональное размещение оборудования; использование средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места персонала (экраны-фильтры и защитные очки).

4.2.7 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

В лаборатории при проведении исследований может возникнуть повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

1. источник возникновения фактора – электрическое оборудование (микрокомпьютер, промышленный контроллер);
2. воздействие фактора на организм человека – электрический ток, проходя через организм, оказывает термическое, электролитическое и биологическое действие. Термическое действие выражается в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов и других тканей. Электролитическое действие выражается в разложении крови и других органических жидкостей, что вызывает значительные нарушения их физикохимических составов. Биологическое действие выражается в раздражении и возбуждении живых тканей организма, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме и теснейшим образом связанных с его жизненными функциями;

3. допустимые нормы: согласно ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ “Предельно допустимые значения напряжений прикосновений и токов” номинальное напряжение не превышает 50 В переменного тока (действующее значение) или 120 В постоянного (выпрямленного) тока. Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 5 [28];

Таблица 13 – Допустимые нормы.

Род тока	U, В	I, mA
	Не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

4. предлагаемые средства – для защиты от поражения электрическим током все токоведущие части должны быть защищены от случайных прикосновений кожухами, корпус устройства должен быть заземлен. Заземление выполняется изолированным медным проводом сечением 1.5 мм, который присоединяется к общей шине заземления с общим сечением 48 мм. Общая шина присоединяется к заземлению, сопротивление которого не должно превышать 4 Ом.

Для снижения влияния выявленных опасных и вредных факторов на работающих разработаны следующие мероприятия:

1. Организация регулярных перерывов для сотрудников, работающих с данной библиотекой.
2. Нормализация освещенности рабочих мест, путем установки дополнительных источников света и осветительных приборов.
3. Все электроустановки должны быть снабжены средствами защиты, а также средствами оказания первой помощи в соответствии с действующими правилами применения и испытания средств защиты,

используемых в электроустановках.

Применяемое в исследованиях электрооборудование, электротехнические изделия и материалы должны соответствовать требованиям государственных стандартов или технических условий, утвержденных в установленном порядке.

Согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 “Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты” помещение, в котором используется разрабатываемая библиотека, относится к классу помещений без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность. В данных помещениях с установками напряжением до 1 кВ допускается применение незащищенных и защищенных токоведущих частей без защиты от прикосновения, если по местным условиям такая защита не является необходимой для каких-либо иных целей (например, для защиты от механических воздействий). При этом доступные прикосновению части должны располагаться так, чтобы нормальное обслуживание не было сопряжено с опасностью прикосновения к ним [29].

Таким образом, лаборатория, в которой проводятся исследования, соответствует «Правилам устройства электроустановок» и другим нормативам и не требует мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

4.3 Экологическая безопасность

В подразделе рассмотрен характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате разработки и реализации, предлагаемых решений.

4.3.1 Анализ влияния объекта и процесса исследования на окружающую среду

Объект исследования не оказывает влияния на окружающую среду, так как компьютер не осуществляет выбросов вредных веществ в атмосферу и гидросферу.

При завершении срока службы ПК их можно отнести к отходам электронной промышленности. Переработка таких отходов осуществляется разделением на однородные компоненты, химическим выделением пригодных для дальнейшего использования компонентов и направлением их для дальнейшего использования согласно ГОСТ Р 55102- 2012 “Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов” [30]. Перечень элементов и содержащее их отработанное электротехническое и электронное оборудование, которые должны быть отдельно собраны при выводе отработавшего электротехнического и электронного оборудования из эксплуатации:

1. Конденсаторы – содержат полихлорированные бифенилы;
2. печатные платы и других устройств с площадью поверхности больше 10 см² – содержат свинец, ртуть, кадмий;
3. картриджи – содержат свинец, кадмий, бензол, толуол, фенол;
4. пластик;
5. электронно-лучевые трубки – содержат свинцовое стекло, соединения бария, люминофоры;
6. элементы отработавшего электротехнического и электронного

оборудования – содержат свинец, кадмий, олово;

7. люминесцентные лампы – содержат ртуть.

4.3.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Защита почвенного покрова и недр от твердых отходов реализуется за счет сбора, сортирования и утилизации отходов и их организованного захоронения. Главными нормативными актами, регулирующими вопрос утилизации персональных компьютеров, являются федеральные законы РФ «Об охране окружающей среды» и «Об отходах производства и потребления». Согласно этим законам, вся оргтехника подлежит утилизации с соблюдением определенных правил: демонтаж запчастей, сортировка отходов и утилизация.

Люминесцентные лампы относят к ртутьсодержащим отходам, и для их утилизации действует Постановление Правительства РФ [31].

Устанавливается порядок обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде.

Не допускается самостоятельное обезвреживание, использование, транспортирование и размещение отработанных ртутьсодержащих ламп потребителями отработанных ртутьсодержащих ламп, а также их накопление в местах, являющихся общим имуществом собственников помещений многоквартирного дома, за исключением размещения в местах первичного сбора и размещения и транспортирования до них. Сбор отработанных ртутьсодержащих ламп у потребителей осуществляют специализированные организации. Отходы, не подлежащие переработке и вторичному использованию, подлежат захоронению на полигонах.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Объект исследований может инициировать возникновение такой чрезвычайной ситуации как пожар. Причинами пожара могут быть неисправность источника питания или компьютера.

4.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

При проведении исследований в лаборатории также может возникнуть пожар. Причинами пожара могут быть: игнорирование основных правил пожарной безопасности, неисправность электрической проводки, возгорание устройств искусственного освещения, возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры.

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

Согласно НПБ 105-03 “Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности” помещение, в котором разрабатывалась система, относится к категории В3 по пожароопасности, содержит вещества и материалы, способные гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом [32].

Помещение содержит ЭВМ, поэтому согласно СП 9.13130.2009 “Техника пожарная. ОГнетушители. Требования к эксплуатации” для ликвидации пожаров, вызванных возгоранием электрооборудования, применяются углекислотные огнетушители [46].

Для защиты от пожаров необходимо иметь в наличии такое пожарное оборудование как пожарные шкафы, пожарные щиты и огнетушители. Сотрудники должны уметь пользоваться таким оборудованием. Сотрудники

должны знать план эвакуации из помещения, расположение выходов из здания. Также необходимо проводить плановые эвакуации из здания, для того чтобы подготовить сотрудников к действиям в чрезвычайной ситуации.

Чтобы предотвратить пожар в производственном помещении, необходимо:

1. работа должна проводиться только при исправном электрооборудовании;
2. электросеть не должна перегружаться одновременно несколькими мощными потребителями электроэнергии;
3. уходящий из помещения последним должен проверить выключены ли нагревательные приборы, электроприборы, оборудование и т.д.

При возникновении пожара тушить его самостоятельно целесообразно только на его ранней стадии при обнаружении загорания.

Согласно постановлению Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. N 1479 "Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации" При обнаружении пожара или признаков горения (задымления, запаха гари, повышения температуры) в производственном помещении или на территории предприятия работник обязан немедленно сообщить об этом в пожарную охрану. Пожарной охране сообщается адрес объекта и место возникновения пожара. Сообщить пожарной охране необходимо даже в том случае, если загорание ликвидировано собственными силами. Огонь может остаться незамеченным в скрытых местах (в пустотах деревянных перекрытий и перегородок и т. д.), и впоследствии горение может возобновиться. Далее необходимо принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей [34].

4.5 Заключение по разделу «Социальная ответственность»

Значение всех производственных факторов на изучаемом рабочем месте соответствует нормам, которые также были продемонстрированы в данном разделе, за исключением фактора, обладающего свойствами психофизиологического воздействия на организм человека. Для минимизации влияния данного фактора на организм человека, достаточно соблюдать меры, приведенные в МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности.

Согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 “Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты” помещение, в котором используется разрабатываемая программа, относится к классу помещений без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность. В данных помещениях с установками напряжением до 1 кВ допускается применение незащищенных и защищенных токоведущих частей без защиты от прикосновения, если по местным условиям такая защита не является необходимой для каких-либо иных целей (например, для защиты от механических воздействий). При этом доступные прикосновению части должны располагаться так, чтобы нормальное обслуживание не было сопряжено с опасностью прикосновения к ним [29].

Таким образом, лаборатория, в которой проводятся исследования, соответствует «Правилам устройства электроустановок» и другим нормативам и не требует мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

Категория тяжести труда в лаборатории по СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" относится к категории

Іб (работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся физическим напряжением).

Согласно НПБ 105-03 “Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности” помещение, в котором разрабатывалась система, относится к категории В3 по пожароопасности, содержит вещества и материалы, способные гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом [32]. Рассмотренный объект, оказывающий незначительное негативное воздействие на окружающую среду, относится к объектам III категории [28].

Заключение

В процессе исследования был проведен обзор имеющихся медицинских калькуляторов. Для того чтобы разрабатываемое веб-приложение было оптимальнее для мониторинга состояния пациентов и отслеживания динамики ответа на назначенное лечение, должно иметь более широкий набор функций для анализа ОАК и инструменты для отслеживания динамики ответы на назначенное лечение.

Разрабатываемое веб-приложение должно отвечать всем требованиям, установленным в задании. Пользователи всех ролей смогут добавлять результаты ОАК и просматривать их расшифровку. Авторизованные пользователи, в свою очередь, будут иметь возможность отслеживать динамику состояния собственного здоровья по сохраненным результатам ОАК. К тому же им будут доступны все поддерживаемые диаграммы веб-приложения, а именно диаграммы ОАК, лейкоцитарной формулы и лейкоцитарных индексов.

Список литературы

1. Павлова В.Ю. Возможности исследования показателей общего анализа крови на современных гематологических анализаторах // *Фундаментальная и клиническая медицина*. – 2016. – 1 (1). – 98-108.
2. Hawley S.T., Zikmund-Fisher B., Ubel P., Jancovic A., Lucas T., Angela Fagerlin A. The impact of the format of graphical presentation on health-related knowledge and treatment choices // *Patient education and counseling*. – 2008. – 73. – 3. – 448455.
3. Latulipe C., Gatto A., Nguyen H.T., Miller D.P., Quandt S.A., Bertoni A.G., Smith A., Arcury T.A. Design Considerations for Patient Portal Adoption by Low-Income, Older Adults // *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*. – 2015. – 3859-3868.
4. Milewski J., Parra H. Gathering requirements for a personal health management system // *CHI '11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. – 2011. – 2377-2382.
5. Hematology analyzers: 3-part or 5-part, that is the question [Электронный ресурс] / Boule. URL: <https://www.boule.com/about-boule/e-learning/3-part-versus-5-parthematology-systems/>. Дата обращения: 19.05.2020.
6. Алексеев А.А., Крутиков М.Г., Бобровников А.Э. Сепсис у обожженных: вопросы диагностики, профилактики и лечения // *Инфекция и антимикробная терапия*. – 2001. – 3. – 74-76.
7. Канцалиев Л.Б., Солтанов Э.И., Теувов А.А. Озон в лечении распространенных гнойных хирургических заболеваний пальцев и кисти // *Хирургия*. – 2008. – 11. – 33.
8. Федорова О.И., Кондурцев В.А., Давыдкин И.Л. Реакции

периферической крови у больных пожилого возраста при некоторых распространенных заболеваниях // Клиническая медицина. – 2008. – 2. – 48-50.

9. Кальф-Калиф Я. Я. О лейкоцитарном индексе интоксикации и его практическом значении // Врачебное дело. – 1941. – 1. – 31-35.
10. Островский В. К., Мащенко А. В., Янголенко Д. В., Макаров С. В. Показатели крови и лейкоцитарного индекса интоксикации в оценке тяжести и определении прогноза при воспалительных, гнойных и гнойно-деструктивных заболеваниях // Клиническая лабораторная диагностика. – 2006. – 6. – 50-53.
11. Островский В. К., Свитич Ю. М., Вебер В. Р. Лейкоцитарный индекс интоксикации при острых гнойных и воспалительных заболеваниях легких // Вестник хирургии им. И. И. Грекова. – 1983. – 131(11). – 21-24.
12. Даштаянц Г. А. Клиническая гематология / М: Киев, 1978. 230 с.
13. Яблучанский Н. И. Индекс сдвига лейкоцитов как маркер реактивности организма при остром воспалении // Лабораторное дело. – 1983. – 1. 60-61.
14. Абрамович М.Л., Плоскирева А.А. Особенности гематологических показателей при острых респираторных инфекциях у детей разного возраста // ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора России. – 2015. – 11. – 59-64.
15. Theil K. Bone Marrow Processing and Normal Morphology // Laboratory Hematology Practice. – 2012. – 279-299.
16. Tsuda I., Kawai S. and Tatsumi N. Evaluation of the automated hematology analyze VEGA // JJCLA. – 1997. – 22. – 162-168.

17. Tatsumi N., Tsuda I., Takayuki T., Masayuki H. Practical Use of Automated White Cell Differential Analysis // Technical Journal «Readout». – 2002. – 20. – 8-12.
18. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020) // Собрание законодательства РФ. – 2002. – № 1 (ч. 1).
19. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
20. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
21. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
22. СанПиН 2.2.2.542-96 Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ.
23. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно- вычислительным машинам и организации работы.
24. Безопасность жизнедеятельности. Расчет искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех направлений и специальностей ТПУ. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2008. – 20 с.
25. Пособие к МГСН 2.06-99 Расчет и проектирование искусственного освещения помещений общественных зданий

26. Валуев Д.В., Гизатулин Р.А. Технологии переработки металлургических отходов: учебное пособие. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012. – 196 с.
27. Лабораторный практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей: учебное пособие. Ю.А. Амелькович, Ю.В. Анищенко, А.Н. Вторушина, М.В. Гуляев, М.Э. Гусельников, А.Г. Дашковский, Т.А. Задорожная, В.Н. Извеков, А.Г. Кагиров, К.М. Костырев, В.Ф. Панин, А.М. Плахов, С.В. Романенко – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. – 236 с.
28. ППБ 01-03 Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.
29. Bucharskaja T.G. Estimation of some indices of biochemical and common blood analysis in patients with cardiovascular diseases // Сетевой журнал «Научный результат». Серия «Физиология». - Т.2, №2, 2016.
30. Будневский А.В., Овсянников Е.С., Редька А.В. Влияние анемии на течение сердечно-сосудистых заболеваний// Кардиоваскулярная терапия и профилактика, 2016; 15(1): 64–68

Приложение А (справочное)

Program Development

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ПМОИ	Муктаганов Мукан Халитулы		20.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Аксенов С.В.	к.т.н.		20.06.2022

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Степура Светлана Николаевна	к.ф.н.		20.06.2022

Functional requirements

Functional requirements are the capabilities of the system, which include the functions available to the user and the responses of the system to his actions.

The following functional requirements were established for the developed web application:

1. Authentication:

- a . Registration.
- b . Authorization.
- c . Password recovery.
- d . Password change.

2. Unauthorized user:

- a. Adding the result of a complete blood count according to the methods:
 - i . 3DIFF;
 - ii. 5DIFF;
 - iii. Microscopy .
- b. View a transcript of the result of a general blood test.
- c. Viewing the results of the calculation of leukocyte indices.

3. Authorized user:

- a. All actions available to an unauthorized user.
- b. The results of a general blood test:
 - i. View a list of results.

ii . Change.

iii . Removal.

c. Diagrams:

i. View charts of the general blood test;

ii . Viewing the diagram of the leukocyte formula;

iii . View leukocyte index charts.

d. Personal data:

i. Addendum.

ii . Change.

4. Administrator:

a. All actions available to an authorized user.

b. Reference values:

i. Addendum.

ii . Change.

iii . Removal

Use cases

After the formation of functional requirements, use cases for the developed web application were determined. The use case diagram is shown in Figure 1.

In the process of creating the use case diagram, the main role of the user was highlighted. Subsequently, it was expanded with other roles: administrator, authorized and unauthorized users.

Adding UAC analysis results and their interpretation is the main function of the application and is therefore available for both authorized and unauthorized users. However, to view the analysis transcripts, you must add reference values, which is part of the administrator's functionality. This feature is due to the difference in the standards of the norm for the values of indicators for each individual clinical diagnostic laboratory.

In addition to deciphering the results of the UAC, users of any level have access to the function of calculating leukocyte indices. At the same time, leukocyte indices are calculated only for the results of a blood test obtained by microscopy of a blood smear, due to the presence of all the necessary components in it.



Figure 1—Use case diagram

In addition to the ability to view the list of saved results, authorized users have the option to view CBC charts, leukocyte formula and leukocyte indices.

All the limitations of functionality described above are introduced to encourage users to register.

Description of the dataset:

Description of EHR

The input data are PDF files, which are EMC in a single Damumed system.
The outpatient medical record consists of several blocks:

Title sheet :

- a) Number or EMK code
- b) name of the patient ,
- c) Paul ,
- d) the date birth
- e) telephone room
- f) Address
- g) Place services , work
- h) Profession , position

Cancer checklist:

- a) Skin (head , neck , torso)
- b) Lip (upper , lower)
- c) Tongue, oral mucosa (soft and hard palate, tonsils, gums, buccal mucosa, salivary glands)
- d) Thyroid gland
- e) Straight intestine
- f) Dairy glands (breast glands)
- g) Peripheral lymph nodes
- h) Uterus , cervix , appendages

- i) Sexual bodies
- j) Prostate gland
- k) Esophagus
- l) Stomach
- m) Light FLG

Questionnaire patient pre-medical cabinet

1. FULL NAME
2. Year birth
3. Home address
4. Growth
5. The weight
6. Index masses body
7. Circle waist
8. HELL
9. Temperature
10. VG

Lookout cabinet:

1. No. of oncology
2. Glucose blood
3. Cholesterol

4. Pediculosis
5. Scabies
6. helminthic invasions
7. Method contraception

Factors risk:

1. smoking
2. use alcohol
3. irrational food
4. low physical activity

The main part with the medical records of doctors, the results of various clinical tests.

An example of a patient questionnaire in a pre-medical office is shown in Figure 2.

Дата	000000000
Ф.И.О.	00000000000000
Год рождения	1967
Домашний адрес	000000000000000
Рост	169
Вес	78
Индекс массы тела	27.3
Окружность талии	до 80 см
АД	120 / 85
Температура	
ВГД	Норма
Смотровой кабинет:	
№ онкоцитологии	0000000000
Глюкоза крови	5
Холестерин	4
Педикулез	Нет
Чесотка	Нет
Глистные инвазии	
Метод контрацепции	
Факторы риска:	
-курение	Нет
-употребление алкоголя	Нет
-нерациональное питание	Нет
-низкая физическая активность	Да

Figure 2— pre-medical office patient questionnaire

As can be seen from the example, some values may be empty, as well as risk factors are subjective data, since the patient himself answers these questions and may provide false or incomplete information.

Description of the KLA

The CBC result sheet consists of a header as shown in Figure 3, general information, and a table of results.

Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігі Министерство здравоохранения Республики Казахстан		Нысанның БҚСЖ бойынша коды Код формы по ОКУД
« Клиника-диагностикалық зертхана Централизованная медицинская лаборатория		КҰЖЖ бойынша ұйым коды: Код организации по ОКПО: ҚР Денсаулық сақтау министрінің міндетін атқарушының 2010 жылғы "23" қарашадағы № 907 бұйрығымен бекітілген № 201/е нысанды медициналық құжаттама нысанды медициналық құжаттама Медицинская документация Форма № 201/у утверждена приказом и. о. Министра здравоохранения РК от "23" ноября 2010 года № 907

Figure 3— UAC result header example

General information about the analysis is shown in Figure 4.

**ЖАЛПЫ ҚАН ТАЛДАУЫНЫҢ
НӘТИЖЕСІ
РЕЗУЛЬТАТ
ОБЩЕГО АНАЛИЗА КРОВИ**

№:
Вид первичной пробы: **Кровь с ЭДТА**
Т.А.Ә. (Ф.И.О.):
Туған күні (дата рождения):
Адрес:
Зерттеме жіберілісін (Исследование направить)
кайда (куда):
Отделение:
кімге (кому):
Қан алу күні және уақыты (Дата и время забора крови):
Жолдаманың тіркелген күні және уақыты (Дата и время регистрации заявки):
Қанның зертханаға түскен күні және уақыты (Дата и время поступления крови в лабораторию):

Figure 4— Example of general information about the analysis

The table of analysis results is shown in Figure 5.

Автоматический метод				
Наименование	Нәтиже Результат	Мөлшері Норма	СИ Бірліктер Единицы СИ	Өлшеу көзі Источник измерения
Гемоглобин (HGB)	143	120 - 140	г/л	Mindray BC 3200
Эритроциты (RBC)	5,04	3,80 - 5,50	10 ¹² /л	Mindray BC 3200
Гематокрит (HCT)	40,3	35,0 - 55,0	%	Mindray BC 3200
Тромбоциты (PLT)	189	180 - 320	10 ⁹ /л	Mindray BC 3200
Лейкоциты (WBC)	5,10	4,00 - 9,00	10 ⁹ /л	Mindray BC 3200
* Лимфоциты (абс.) (LYM#)	1,4	1,2 - 3,0	10 ⁹ /л	Mindray BC 3200
* Лимфоциты (%) (LYM%)	27,8	18,0 - 40,0	%	Mindray BC 3200
* Гранулоциты (абс.) (GRAN#)	3,2	1,2 - 6,8	10 ⁹ /л	Mindray BC 3200
* Гранулоциты (%) (GRAN%)	61,9	47,0 - 72,0	%	Mindray BC 3200
Средний объем тромбоцитов (MPV)	8,2	7,4 - 10,4	фл	Mindray BC 3200
* Тромбокрит (PCT)	0,15	0,02 - 1,00	нг/мл	Mindray BC 3200
Средний объем эритроцитов (MCV)	80,0	80,0 - 100,0	фл	Mindray BC 3200
Среднее содержание Hb в эритроците (MCH)	28,3	27,0 - 31,0	пг	Mindray BC 3200
Средняя концентрация Hb в эритроците (MCHC)	354,0	300,0 - 380,0	г/л	Mindray BC 3200
Ширина распределения эритроцитов по объему (абс.) (RDW-SD)	37,2	35,1 - 43,9	фл	Mindray BC 3200
Ширина распределения эритроцитов по объему (%) (RDW-CV)	12,6	11,5 - 14,5	%	Mindray BC 3200
* Содержание средних клеток (абс.) (MID#)	0,5	0,2 - 0,8	%	Mindray BC 3200
* Содержание средних клеток (%) (MID%)	10,3	3,0 - 9,0	%	Mindray BC 3200

Тесты помеченные знаком * не входят в область аккредитации.

Figure 5— Example of UAC results

The result table consists of the lines:

1. analysis method
2. names of analyzes and columns
3. lines of analyzes

columns tables :

1. analysis result
2. norm for this indicator
3. units
4. measurement source

Also, some indicators can be given both in absolute values and in percentage terms.

Description of the Blood Chemistry Test

The sheet with the result of a biochemical blood test consists of a header shown in Figure 6, general information and a table of results.

Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігі Министерство здравоохранения Республики Казахстан		Нысанның БҚСЖ бойынша коды Код формы по ОКУЛ
« Клиника-диагностикалық зертхана Централизованная медицинская лаборатория		КҰЖЖ бойынша ұйым коды: Код организации по ОКПО: ҚР Денсаулық сақтау министрінің міндетін атқарушының 2010 жылғы "23" қарашадағы № 907 бұйрығымен бекітілген № 201/е нысанды медициналық құжаттама нысанды медициналық құжаттама Медицинская документация Форма № 201/у утверждена приказом и. о. Министра здравоохранения РК от "23" ноября 2010 года № 907

Figure 6— LHC results header example

General information about biochemical analysis is shown in Figure 7.

БИОХИМИЯЛЫҚ ҚАН ТАЛДАУЫ БИОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРОВИ

№ 000000000000

Биоматериал: Сыворотка

Метод выполнения (анализатор): BioSystems BA200

Тегі А.Ә. (Фамилия И.О.): 000000000000000000

ИИН: Туған күні (дата рождения): 000000.0000

Адрес:

Зерттеме жіберілсін (Исследование направить): қайда

(куда): 00000000 (бюджет) отделение:

000000000000000000000000 кімге (кому):

00000000000000000000000000

Қан алу күні және уақыты (Дата и время забора биоматериала): 0000000000000000

Жолдаманың тіркелген күні және уақыты (Дата и время регистрации заявки): 0000000000000000

Қанның зертханаға түскен күні және уақыты (Дата и время поступления биоматериала в лабораторию): 0000000000000000

Figure 7— Example of general information about the analysis

The table of biochemical analysis results is shown in Figure 8.

Атауы Наименование	Нәтиже Результат	Түсініктеме Комментарии	Мөлшері Норма	Бірліктер Единицы
АЛТ	20,63		5,00 - 40,00	Ед/л
АСТ	24,81		5,00 - 40,00	Ед/л
Билирубин (общий)	10,4		0,0 - 22,2	мкмоль/л
Глюкоза (сахар крови)	4,63		3,05 - 6,38	ммоль/л
Креатинин	67,0		45,0 - 97,0	ммоль/л
Мочевина	4,00		2,30 - 8,30	ммоль/л
Общий белок	83,6		66,0 - 87,0	г/л
Холестерин	9,04	повышено	3,10 - 5,20	ммоль/л

Figure 8— Example of LHC results

The results table consists of columns:

1. names of analyzes
2. analysis result
3. comments
4. norm for this indicator
5. units

Biochemical analysis is a frequent study, it is prescribed when patients complain of poor health, if they suspect a malfunction of internal organs, as well as during annual medical examinations and medical examinations.

But there are also factors that affect the quality of the analysis itself, for this the doctor recalls the requirements: you need to donate blood on an empty stomach, do not eat fatty, highly salted foods from the evening of the previous day, do not drink strong tea, coffee and alcoholic beverages. But these requirements are not always met by patients.

In our case, the most important indicators from the biochemical blood test for cardiovascular diseases are glucose and cholesterol. One of the signs of the development of diabetes can be a constantly elevated level of glucose in the blood.

In patients with type 1 diabetes in 50% of cases and in type 2 diabetes in 80%, early disability and premature death associated with CVD are detected. With diabetes, cardiovascular disease can occur even at a young age up to thirty years. This feature is due to the fact that with diabetes, the walls of blood vessels permanently suffer, first small capillary vessels, then large arteries, which also feed the heart muscle. The vessels become less flexible, the permeability worsens. Arterial hypertension is observed in 54.3% of patients with DM, often associated with the development of diabetic nephropathy, but may be due to hypertension, as well as the presence of chronic pyelonephritis, renal artery atherosclerosis, etc.

Briefly summing up, people with diabetes, overweight or obesity, smokers, non-dieters, high blood pressure, and high blood cholesterol are at risk for the occurrence and development of heart disease.

Description of key analyzes

In this paper, the most interesting analyzes for cardiovascular diseases are: Glucose (blood sugar), Cholesterol (total and others), Hemoglobin (HGB), ESR, Platelets (PLT), Leukocytes (WBC), Hematocrit (HCT), AST, ALT

Cholesterol is a substance that structurally combines fats and steroids. The normal functioning of the human body depends on it, but an excess can lead to the development of atherosclerosis, that is, the formation of plaques on the walls of the arteries, as a result of which diseases such as stroke, angina pectoris, and myocardial infarction develop. Atherogenic, that is, developing atherosclerosis, are low and very low-density lipoproteins. High-density lipoproteins are anti-atherogenic, which means preventing the development of atherosclerosis. Therefore, when total

cholesterol levels are excessive, doctors usually prescribe an in-depth analysis that distinguishes cholesterol by density.[1]

Hemoglobin is a protein in red blood cells that contains iron. The main function of which is to retain oxygen and deliver it to the tissues of the body. The lack of hemoglobin is called anemia, divided into three degrees: mild (90-110 g/l), moderate (70-90 g/l), severe (less than 70 g/l). An elevated level may be due to prolonged adaptation to certain conditions (altitudes above sea level for climbers, pilots), thickening of the blood due to dehydration, pulmonary insufficiency, congenital heart defects, bad habits, especially smoking.

In the work of Bucharskaya T.G. "Evaluation of some indicators of biochemical and general blood tests in patients with cardiovascular disorders", it can be understood that upon admission to the emergency department of cardiology in patients with disorders of the cardiovascular system, an increase in ESR was detected (in men by 109.5% in women by 97.1%), an increase in the content of leukocytes in men by 41.9%, in women by 49.4%, an increase in the concentration of aspartate aminotransferase , alanine aminotransferase, creatine kinase -MB, the number of segmented neutrophils in the blood of men increased by 4.3% , in the blood of women - by 5.2% compared with the corresponding indicators of the upper limit of the norm. An analysis of blood biochemistry in patients with CVD admitted to the emergency cardiology department showed that the concentrations of AST, ALT, and creatine kinase in the blood serum can be used as markers of cardiovascular disease. pathologies[2].

Programming language

To implement the developed program, a high-level object-oriented language, Python, was used. Advantages such as: high-level data structures, dynamic typing and late binding allow it to be used for rapid program development, Python's fast and uncomplicated syntax increases the readability of the code, and as a result, reduces the cost of maintaining the program being developed[3]. Python , having

become a popular language, has become more convenient due to the emergence of new libraries that can be used in machine learning, data analysis, application development and other areas.

There are different interpreters, distributions. In this work, for convenience, the Anaconda distribution kit was used, which allows you to create and configure virtual environments in the graphical interface - Anaconda Navigator, add and remove libraries in them. Also through Anaconda Navigator allows you to run applications such as JupyterLab , Jupyter Notebook , RStudio and other applications for programming in Python and R languages. The main window of Anaconda Navigator is shown in figure - 9.

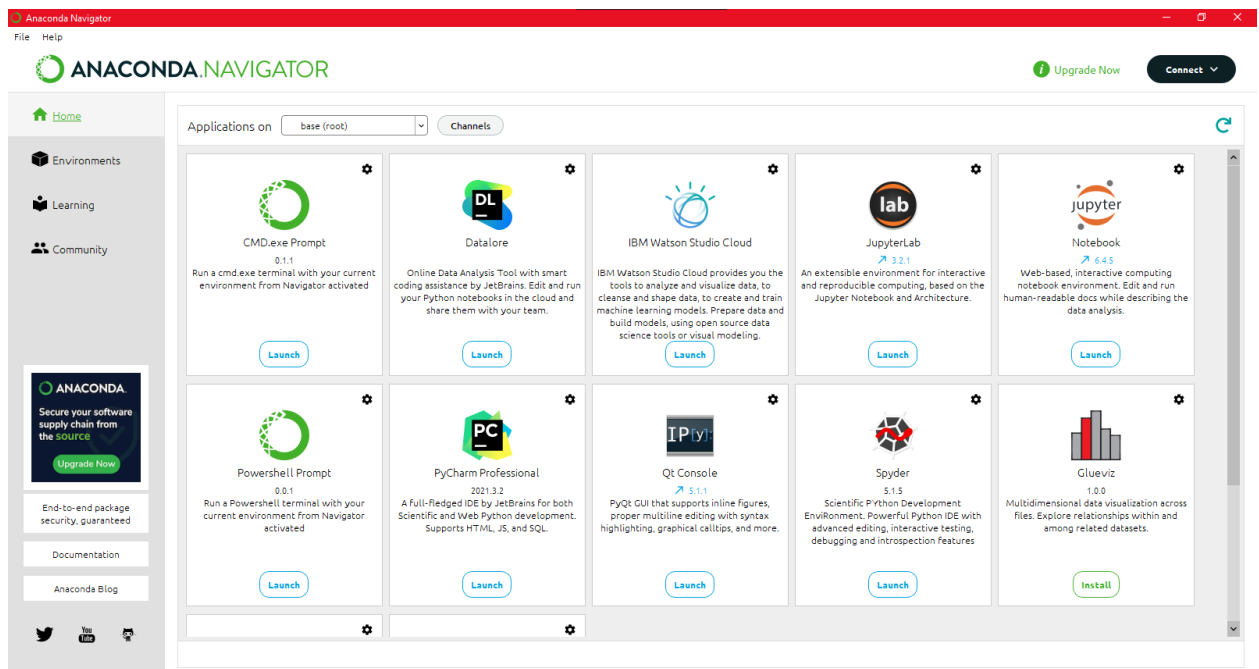


Figure 9— Anaconda main window Navigator

Jupyter web application was used to process and visualize the data, open-source notebook, that ran through Anaconda Navigator in a separate virtual environment. Jupyter Notebook Example notebook is shown in figure 10

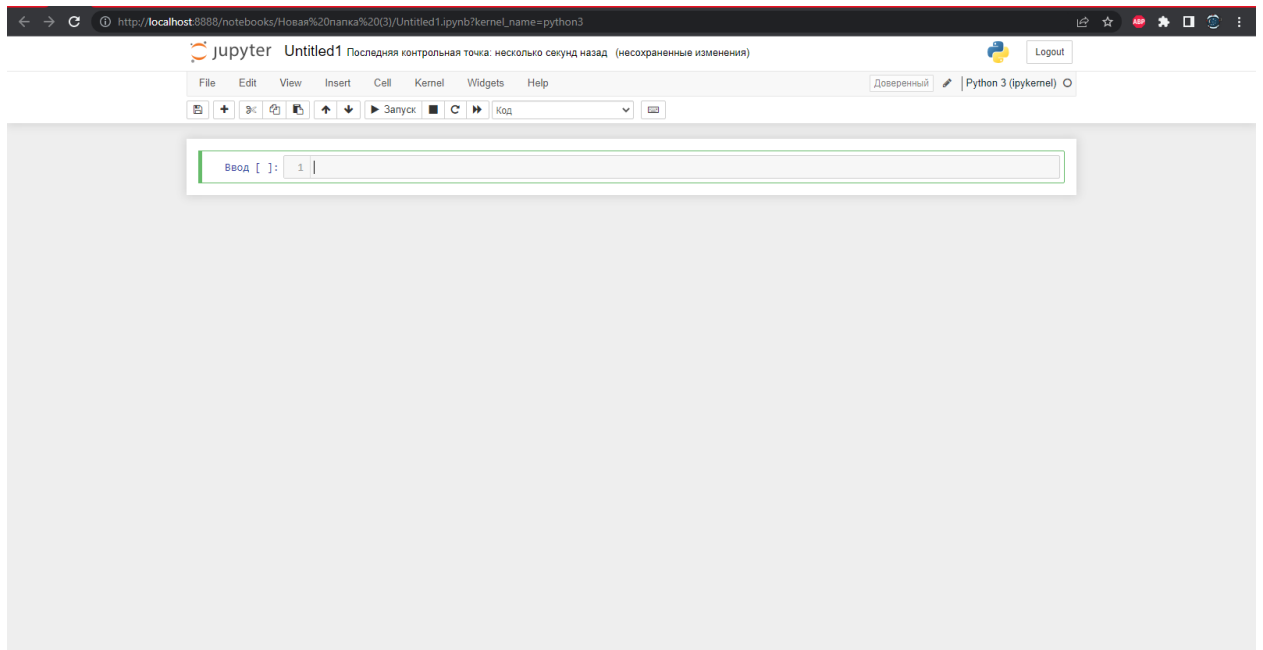


Figure 10— Notepad example

References

1. Bucharskaja T.G. Estimation of some indices of biochemical and common blood analysis in patients with cardiovascular diseases // Network Journal "Scientific Result". Series "Physiology". - V.2, No. 2, 2016.
2. Budnevsky A.V., Ovsyannikov E.S., Radish A.V. Influence of anemia on the course of cardiovascular diseases// Cardiovascular therapy and prevention, 2016; 15(1): 64–68
3. Sebastian Raschka. Python Machine Learning. Birmingham: Packt Publishing, 2015. – 454 p.