

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) Информационные системы и технологии
 Отделение школы (НОЦ) Информационных технологий

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы Использование инструментария семантических сетей для оценки состояния пациента по данным врачебных осмотров

УДК 004.774.2:311:61

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ9М	Кушеева Мария Николаевна		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН	Гончарова Н.А.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Сечин А.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результатов	Результаты обучения
Общие компетенции по направлению подготовки (специальности)	
P1	Применять глубокие математические и профессиональные знания основ построения информационных технологий и систем, достаточные для решения научных и профессиональных задач производства. Знать современные проблемы и методы прикладной информатики и научно-технического развития информационно-коммуникационных технологий.
P2	Ставить и решать инновационные задачи анализа с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности и определять методы и средства их эффективного решения, формализовывать задачи прикладной области. Применять полученные знания для решения нечетко определенных профессиональных задач, стоящих в области внедрения новейших технологий в сфере прикладной информатики.
P3	Выполнять инновационные проекты с применением глубоких и принципиальных знаний, оригинальных методов проектирования для достижения новых результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений. Применять современные методы и инструментальные средства прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания ИС.
P4	Проводить инновационные профессиональные исследования, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, сложный эксперимент, формулировку выводов в условиях неоднозначности с применением глубоких и принципиальных знаний и оригинальных методов для достижения требуемых результатов. Способен проводить маркетинговый анализ ИКТ и вычислительного оборудования для рационального выбора инструментария автоматизации и информатизации прикладных задач.
P5	Способен организовывать работы по моделированию прикладных ИС и реинжинирингу прикладных и информационных процессов предприятия и организации. Способен управлять проектами по информатизации прикладных задач и созданию ИС предприятий и организаций.
P6	Способен использовать передовые методы оценки качества, надежности и информационной безопасности ИС в процессе эксплуатации прикладных ИС; использовать международные информационные ресурсы и стандарты в информатизации предприятий и организации; использовать информационные сервисы для автоматизации прикладных и информационных процессов; интегрировать компоненты и сервисы информационных систем.
P7	Демонстрировать знание о формах организации образовательной и научной деятельности в высших учебных заведениях, иметь навыки преподавательской работы. Иметь представление о формах управления в отрасли здравоохранения.

Окончание таблицы

Код результатов	Результаты обучения
Универсальные компетенции	
P8	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности. Способен использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов.
P9	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности. Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития.
P10	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

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) Информационные системы и технологии
 Отделение школы (НОЦ) Информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ А.О. Савельев
 (Подпись) (Дата) (ФИО)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ9М	Кушеева Мария Николаевна

Тема работы:

Использование инструментария семантических сетей для оценки состояния пациента по данным врачебных осмотров	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ №155-2/с от 04.06.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2021
--	------------

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 семантические сети, а предметом исследования – метод их использования в определении степени тяжести инфекционных заболеваний.</p> <p>В качестве исходных данных приняты программное обеспечение автоматического построения семантической сети по преобразованному тексту и данные врачебных осмотров пациентов с диагнозом «рожистые воспаления».</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>	<p>Повышение эффективности работы врача-инфекциониста путем создания метода, позволяющего точно производить оценку состояния тяжести инфекционного заболевания с помощью семантических сетей, в свою очередь, построенных по данным врачебных осмотров.</p> <p>Описание раздела финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения.</p> <p>Описание раздела социальной ответственности.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Презентация в формате *.pptx.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Гончарова Н.А., доцент ОСГН</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Сечин А.А., доцент ООД</p>
<p>Английский язык</p>	<p>Степура С.Н., доцент ОИЯ</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Обзор технологий семантического моделирования в здравоохранении</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>16.02.2021</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ОИТ</p>	<p>Аксёнов С.В.</p>	<p>к.т.н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>8ИИМ9М</p>	<p>Кушеева Мария Николаевна</p>		

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) Информационные системы и технологии
 Уровень образования Магистратура
 Отделение школы (НОЦ) Информационных технологий
 Период выполнения весенний семестр 2021 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:	15.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	75
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Аксенов С.В.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ9М	Кушеева Мария Николаевна

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	Информационных технологий
Уровень образования	магистр	Направление/специальность	09.03.02 Информационные системы и технологии

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

Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Определение цели научно-исследовательского проекта, описание потенциальных потребителей проекта и результатов его внедрения.
2. Разработка устава научно-технического проекта	–
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Организация и планирование работ. Расчет сметы затрат на выполнение проекта
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка экономической эффективности использования результатов ВКР.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Диаграмма FAST
5. Матрица SWOT
6. График проведения и бюджет НТИ
7. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
8. Потенциальные риски

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	22.02.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гончарова Наталья Александровна	к.э.н.		22.02.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ9М	Кушеева Мария Николаевна		22.02.2021

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ9М	Кушеева Мария Николаевна

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	Информационных технологий
Уровень образования	Магистратура	Направление /специальность	09.03.02 Информационные системы и технологии

Тема ВКР:

Использование инструментария семантических сетей для оценки состояния пациента по данным врачебных осмотров	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Метод оценки состояния тяжести пациента с инфекционным заболеванием с помощью семантических сетей и его программная реализация
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78.</p> <p>В соответствии с СН-245-71 в помещении должен быть организован воздухообмен.</p> <p>В соответствии с СН-181-70 рекомендуются следующие цвета окраски помещений: потолок – белый или светлый цветной; стены – сплошные, светло-голубые; пол – темно-серый, темно-красный или коричневый.</p>
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Электромагнитные излучения - Микроклимат - Освещенность рабочей зоны - Шум на рабочем месте <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Статическое электричество - Короткое замыкание - Пожароопасность
3. Экологическая безопасность:	Анализ негативного воздействия на окружающую природную среду: утилизация люминесцентных ламп, компьютеров и другой оргтехники
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Вероятные ЧС, инициируемые объектом исследования: - Пожар.

	<p>Вероятные ЧС, возникающие на рабочем месте:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Пожары и взрывы; - Обрушение зданий; - Удар молнии; - Наводнения, паводки; - Эпидемии; <p>Мероприятия по предотвращению ЧС согласно нормативным документам: НПБ 105-03; ППБ 01–03</p>
--	--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Сечин А.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ9М	Кушеева Мария Николаевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 144 с., 40 рис., 19 табл., 42 источника, 4 приложения.

Ключевые слова: семантические сети, оценка степени тяжести, инфекционные заболевания, врачебный осмотр, сравнение семантических сетей.

Объект исследования: семантические сети.

Предмет исследования: метод использования семантических сетей в определении степени тяжести инфекционных заболеваний.

Цель работы: повышение эффективности работы врача-инфекциониста путем создания метода, позволяющего точно производить оценку состояния тяжести инфекционного заболевания с помощью семантических сетей по данным врачебных осмотров.

В процессе исследования проведен обзор существующих методов использования семантических сетей в медицине, описаны методы оценки степени тяжести заболеваний и метод сравнения семантических сетей. Разработан метод оценки состояния тяжести пациента и произведена его программная реализация, проведено функциональное тестирование программного прототипа и тестирование разработанного метода по данным врачебных осмотров пациентов с рожистыми воспалениями. Также произведен конструктивный анализ социальной ответственности, ресурсоэффективности и финансового менеджмента.

В результате исследования получен программный прототип, реализующий разработанный метод оценки состояния тяжести пациентов с инфекционными заболеваниями. Вся программная часть реализованы в среде визуального программирования на языке высокого уровня.

Область применения: упрощение ведения медицинской документации и улучшение качества мониторинга заболеваний с течением времени.

Содержание

Введение	14
1. Обзор технологий семантического моделирования в здравоохранении	17
1.1 Семантические сети как модель представления данных	17
1.2 Семантические сети в медицине	19
1.2.1 Объединенная база медицинских знаний	19
1.2.2 Онтология медицинской диагностики для интеллектуальных систем поддержки принятия решений	22
1.2.3 Система поддержки принятия клинических решения управляемая онтологией для диагностики инфекционных заболеваний и назначения антибиотиков	26
1.3 Обзор методов автоматического определения степени тяжести заболеваний	28
1.3.1 Классификация степени тяжести заболевания на основе искусственных нейронных сетей	29
1.3.2 Автоматическое распознавание тяжести симптомов по записям психиатрической экспертизы	31
1.4 Описание метода оценки качества семантических сетей	33
1.5 Выводы по главе	35
2. Разработка метода автоматической оценки состояния тяжести заболевания пациента по данным врачебных осмотров на основе использования семантических сетей	37
2.1 Описание способа использования семантических сетей в определении степени тяжести заболевания	37
2.2 Построение семантических сетей	39
2.3 Формализованное описание входных данных	41

2.4 Формальная постановка задачи	43
2.5 Проектирование метода определения состояния пациента	43
2.6 Диаграмма классов	45
2.7 Детальное проектирование	47
2.7.1 Загрузка файлов	47
2.7.2 Алгоритм функции преобразования файла в матрицу	48
2.7.3 Алгоритм фрагментации семантической сети	49
2.7.4 Алгоритм функции сравнения семантических сетей.....	51
2.8 Выводы по главе	54
3. Программная реализация предложенного метода оценки состояния тяжести пациентов	55
3.1 О программе.....	55
3.2 Описание структуры данных	56
3.3 Описание основных функций	58
3.3.1 Загрузка файлов	58
3.3.2 Результат работы программы.....	59
3.4 Выводы по главе	61
4. Тестирование разработанного метода определения степени тяжести заболевания на базе историй болезни пациентов с рожистыми воспалениями	62
4.1 Функциональное тестирование.....	66
4.2 Тестирование программного прототипа на корректность оценки состояния пациента	70
4.3 Выводы по главе	76
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	77

5.1 Предпроектный анализ.....	77
5.2 Организация и планирование работ	80
5.3 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	83
5.4 Оценка экономической эффективности проекта	88
5.5 Риски научно-исследовательского проекта	89
Выводы по разделу.....	90
6 Социальная ответственность	91
Введение	91
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	92
6.2 Производственная безопасность.....	95
6.3 Экологическая безопасность.....	106
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	107
Выводы по разделу.....	111
Заключение	112
Список использованных источников	115
Приложение А	119
Приложение Б.....	132
Приложение В	137
Приложение Г	142

Введение

В настоящее время практически треть текстовой информации, требующей специализированной обработки, составляют такие медицинские данные, как анамнез, результаты осмотров и обследований и многое другое. Такие данные, как правило, хранятся в неструктурированном виде. Проблемам создания систем обработки естественного языка, представленных в текстовом формате, посвящены работы большого количества исследователей (Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С., Смирнов И.В., Девяткин Д.А., Шелманов А.О.) [1,2]. Анализ их работ показал, что семантические сети достаточно эффективно могут быть применены в области медицины и имеют огромный потенциал в использовании при решении самых разных задач.

Семантические сети, как модель представления знаний для анализа текстовых данных, позволяют визуализировать и доступно объяснять связи между объектами, явлениями и субъектами различных действий. Поэтому они достаточно эффективно могут применяться для описания состояния пациента с различными нозологиями.

Установление тяжести заболевания в целях упрощения работы медицинского персонала, ведения истории болезни, автоматизации работы страховых медицинских организаций, является достаточно актуальной *проблемой*. Определение степени тяжести заболевания необходимо в первую очередь лечащему врачу для отслеживания течения болезни, определения тактики лечения и прогноза состояния пациента, кроме этого степень тяжести болезни влияет на определение суммы выплачиваемой страховщиками компенсации и позволяет подобным организациям эффективно вести свою деятельность.

Таким образом, *объектом исследования* являются семантические сети, а *предметом исследования* – метод их использования в определении степени тяжести инфекционных заболеваний.

Основной целью выпускной работы является повышение эффективности работы врача-инфекциониста путем создания метода, позволяющего точно производить оценку состояния тяжести инфекционного заболевания с помощью семантических сетей по данным врачебных осмотров.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) проанализировать практики применения семантических сетей в медицине и методы их сравнения и оценки;
- 2) изучить существующие методы автоматического определения степени тяжести заболеваний;
- 3) разработать оригинальный метод автоматической оценки состояния тяжести заболевания пациента по данным врачебных осмотров на основе использования семантических сетей;
- 4) спроектировать и создать программный прототип, реализующий разработанный метод;
- 5) провести тестирование программного прототипа на корректность и эффективность метода.

В данной работе в качестве исходных данных приняты метод и программное обеспечение автоматического построения семантической сети по предобработанному тексту и данные врачебных осмотров пациентов с диагнозом «рожистые воспаления».

Основным практическим результатом работы будет прототип программной системы определения степени тяжести заболевания пациента.

Расчетно-пояснительная записка состоит из введения, 6 разделов, части на иностранном языке, заключения, списка использованных источников и 4 приложений. Текст изложен на 144 страницах, содержит 40 рисунков и 19 таблиц.

В первом разделе представлен анализ предметной области.

Второй раздел содержит описание результатов проектирования, включая описание разработанного метода оценки состояния тяжести заболевания пациента и алгоритма его реализации.

В третьем разделе приводится описание программного прототипа, реализующего метод оценки состояния тяжести заболевания пациента.

Четвертый раздел посвящен описанию проведенного тестирования программного прототипа и экспериментов.

В пятом разделе представлены комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов проекта.

В шестом разделе производится оценка различных вопросов безопасности (правовая, производственная, экологическая, безопасность ЧС) в рамках выполнения данной работы.

1. Обзор технологий семантического моделирования в здравоохранении

1.1 Семантические сети как модель представления данных

Структуризация и последующая обработка данных предполагает выбор и обоснование способа представления данных. Одним из таких способов стали разработанные в 1909 году Чарльзом Пирсом экзистенциальные графы [4,5], которые после многих лет усовершенствования стали, так называемыми, семантическими сетями, которые широко применяются в инженерной, социальной и в других сферах.

Впервые **семантические сети** были использованы для исследований в области искусственного интеллекта как способ описания человеческой памяти [6] американским психологом Россом Квиллианом в 1968 году. Квиллиан применил семантические сети для анализа значений слов в предложениях. В настоящее время семантические сети успешно применяются для решения многих задач, связанных с обработкой естественного языка, построения инвентаря значений слов, связывания языковых ресурсов и семантическим поиском [7].

В данной работе семантическая сеть – это информационная модель фрагмента предметной области «медицина». Она будет представлена как ориентированный граф, в вершинах которого находятся абстрактные или конкретные объекты предметной области, а дуги задают отношения между ними.

Семантическая сеть как модель знаний в большинстве случаев используется для представления совокупности утверждений, описывающей фрагмент предметной области. В инженерии знаний такие сети выглядят как граф, но за графическим изображением обязательно подразумевается математическое (формальное) описание. Таким образом, семантическую сеть можно задать в виде (1).

$$H = \langle I, C, G \rangle, \quad (1)$$

где I – множество информационных единиц;

C – множество типов связей между информационными единицами;

G – отображение, задающее конкретные отношения из имеющихся типов связей C между элементами I .

Объектами семантической сети, расположенными в вершинах заданного графа, могут быть любые понятия рассматриваемой предметной области. Ее концепты предметов, состояний, событий формируют множество элементов, впоследствии образующими вершины сети.

Отношения в семантической сети представляют собой описание связей между элементами предметной области. Они задаются с помощью синтаксиса, семантики и прагматики и имеют свою классификацию, виды и категории. Наиболее распространенными видами отношений являются следующие [8]:

- целое - часть;
- род - вид;
- функциональные;
- атрибутивные;
- логические;
- временные и др.

Для примера рассмотрим семантическую сеть фрагмента предметной области «Ресторан», представленную на рисунке 1. Данная семантическая сеть является неоднородной, поскольку между понятиями установлено несколько видов отношений, а именно отношения классификации (повар это есть человек), «целое-часть» (гарнир имеет частью овощи), функциональные (блюдо подаётся в тарелке), атрибутивные (тарелка – свойство – цена).



Рисунок 1 – Семантическая сеть для понятия «блюдо»

В настоящее время семантические сети находят своё место в медицине. Примером семантических сетей в области медицины являются биомедицинские онтологии. Вопросами разработки таких онтологий занимаются многие ученые-исследователи, т.к. на их основе создаются различные базы знаний, системы поддержки принятия решений, технологии моделирования медицинских знаний. Рассмотрим наиболее известные и перспективные из них.

1.2 Семантические сети в медицине

1.2.1 Объединенная база медицинских знаний

Объединенная База Медицинских Знаний (УМКВ) и сопутствующие ее развитию технологии были разработаны компанией «Соцмедика», являющейся резидентом кластера информационных технологий Фонда «Сколково» [10].

УМКВ содержит 7 миллионов концептов и 72 миллиона связей между ними. Ее актуальность поддерживают технологии лингвистического анализа медицинских текстов и специальное экспертное сообщество с уникальной технологией моделирования медицинских знаний.

Основной отличительной характеристикой УМКВ является модель представления медицинских знаний, которая лежит в ее основе и способна

описать любую область медицины. Для хранения знаний о предметной области и более точного описания явлений в ней были разработаны специальные онтологии.

Всего в системе УМКВ существуют две группы онтологий:

1) онтологии формирования медицинских признаков из элементарных терминов (правила формирования структурных, функциональных, параметрических, патологических и других медико-биологических признаков);

2) онтологии описания патологических процессов и других медицинских явлений (правила моделирования факторов риска, распространённости, этиологии, патогенеза, клинической картины, диагностики, дифференциальной диагностики, лечения, профилактики, исхода патологических процессов, межлекарственных взаимодействий, ограничений к применению и т.п.). [10]

Также в данной системе присутствует модуль «Конструктор онтологий», отвечающий за создание необходимых онтологий для формализации знаний в любой области медицины и биологии. Другими словами, данный модуль необходим для наполнения и уточнения базы знаний, построенных на этих специальных биомедицинских онтологиях.

В свою очередь, семантическая сеть УМКВ, заложенная в основу онтологий, представлена очень сложными отношениями между медицинскими признаками. На рисунке 2 приведена схема сети, на которой отображены характеристики отношений, а именно [10],:

- Тип связи – **Type ties**;
- Направление связи – **→**;
- Вес связи или значение связи – **2**;
- Достоверность веса или значения связи – **α** ;
- Дата актуализации связи – **D**;
- Персонализация веса или значения связи – **Person**;

- Множество элементарных и промежуточных признаков, которые влияют на вес – **Impact**; так как допускается мультифакторное влияние на вес или значение связи;
- Момент актуальности связи (для моделирования динамики процесса) – **T-start and Duration**.

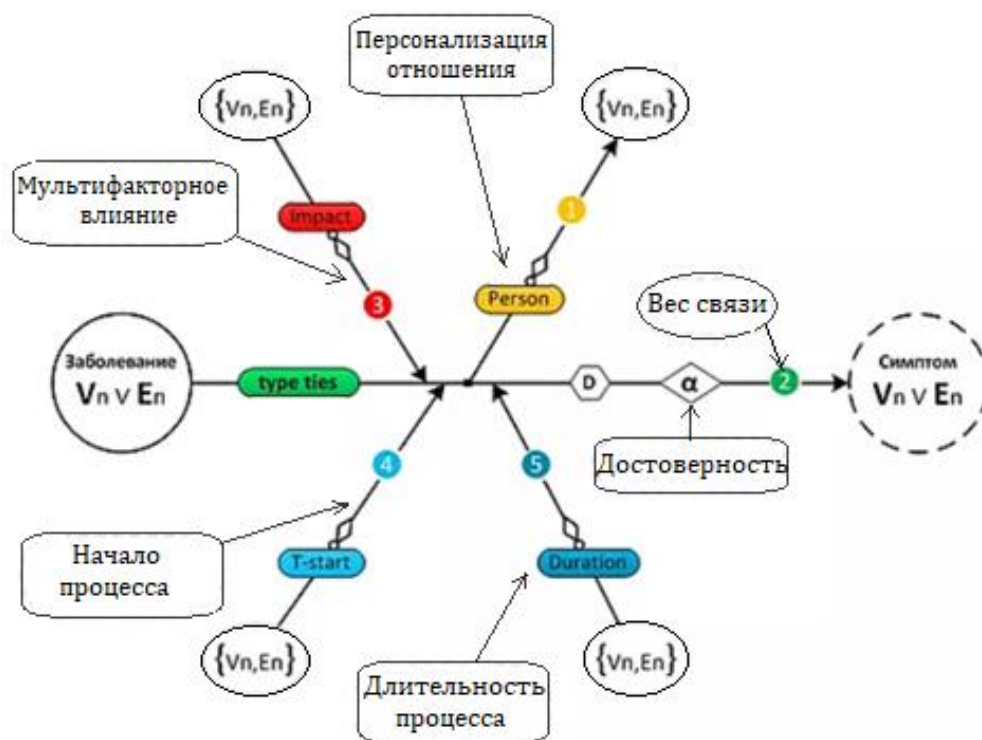


Рисунок 2 – Схема отношения семантической сети УМКВ из [10]

С помощью данной модели представления знаний можно максимально точно моделировать факторы риска, этиологию, патогенез заболевания, методы лечения и профилактики. При формировании патологических и компенсаторных механизмов концепция предоставляет возможность уточнять множество условий, которые влияют на данный механизм. Например, на рисунке 3 видны отношения признаков персональных особенностей организма между собой [10].

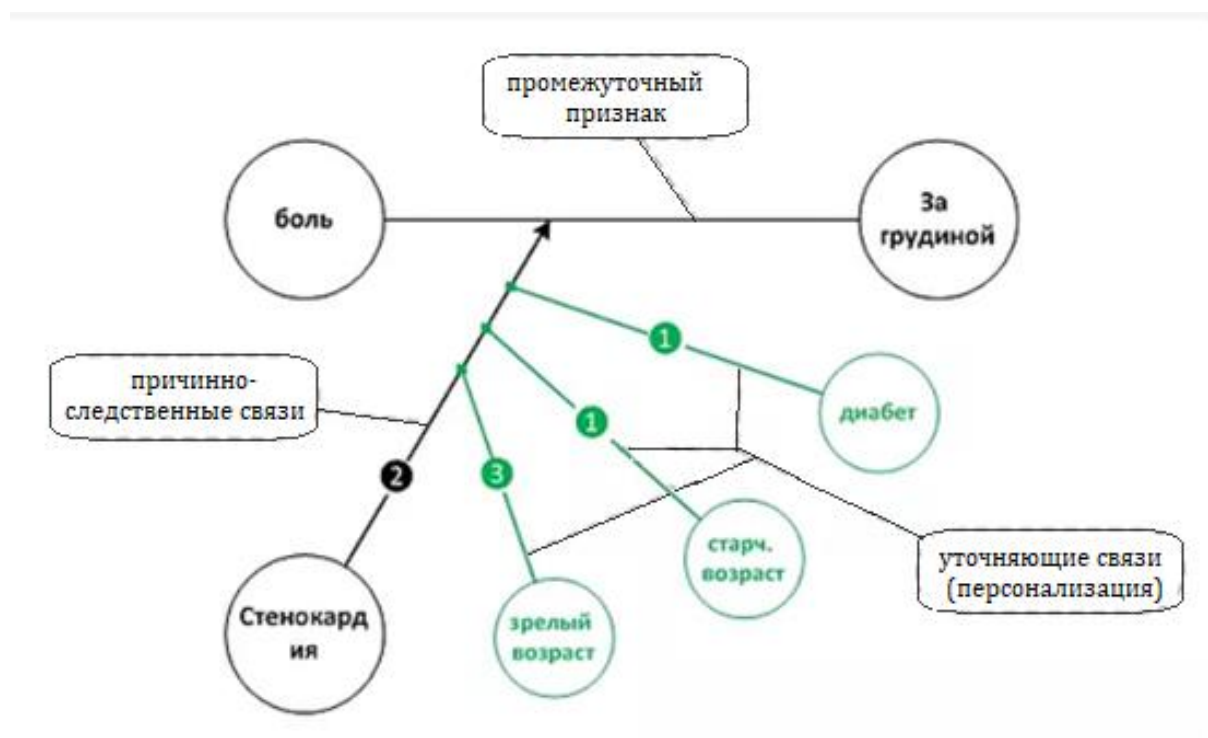


Рисунок 3 – Пример фрагмента семантической сети УМКВ из [10]

В целом, технология моделирования медицинских знаний, используемая в УМКВ, является очень важной и актуальной для современной персонифицированной медицины, так как оказывает огромную поддержку экспертным системам и использует гибридную технологию с принципами краудсорсинга и машинного анализа текстов.

1.2.2 Онтология медицинской диагностики для интеллектуальных систем поддержки принятия решений

Онтология медицинской диагностики разработана для представления знаний о диагностике заболеваний и синдромов. Она реализована на облачной платформе IASaaS и в настоящее время уже активно используется специалистами для создания баз знаний в различных областях медицины. [12]

Данная онтология сопоставляет причинно-следственные связи элементов симптомокомплексов с заболеваниями, таким образом, позволяя представлять знания о диагностике широкого круга заболеваний и синдромов. Формальное описание семантической сети, лежащей в основе такой онтологии, можно представить следующим образом:

$$\langle ds_j, \{simp_{kj}\}, [nec_j] \rangle; \quad (2)$$

$$\langle simp_k, \{atr_j, rg_{kj} val_j\} \rangle; \quad (3)$$

$$\langle simp_k, \{atr_j, \{per_i, durp_i, rg_{ij} val_j \text{ в } per_i\} \rangle. \quad (4)$$

где ds – диагноз,

$simp$ – симптомокомплекс с характеристиками: признак (atr) и диапазон (rg) значения признака (val);

nec – необходимое условие;

per – период;

$durp$ – продолжительность этого периода [11].

Другими словами, симптомокомплекс раскрывается как множество признаков с диапазонами их значений, а сам признак представляет собой вектор, в описание которого входят период, его продолжительность и диапазон значения признака в этот период.

Итак, в разработанной системе заболевание в частности представляет собой множество, в которое входят альтернативные симптомокомплексы, необходимые условия возникновения конкретного заболевания и в некоторых случаях детализация соответствующего диагноза. Симптомокомплекс заболевания – это также некоторое множество жалоб, различного рода исследований (объективные, лабораторные, инструментальные и др.) и различных условий. Применение симптомокомплексов обуславливается тем, что позволяет объединить ценные в диагностическом смысле признаки в теле одного определенного условия. [11]

Онтология медицинской диагностики задаёт структуру описания групп заболеваний, самих заболеваний, групп синдромов и синдромов. Формально это выглядит так:

$$\langle grd_m, \{(ds_k | grd_k)\} \rangle \quad (5)$$

где ds – диагноз,

grd – группа диагнозов. [11]

По мере детализации диагноза в ходе продвижения вглубь семантической сети для каждой единицы патологического процесса

описываются свои специфичные симптомы. Графическое представление фрагмента рассматриваемой онтологии представлено на рисунке 4 [11].

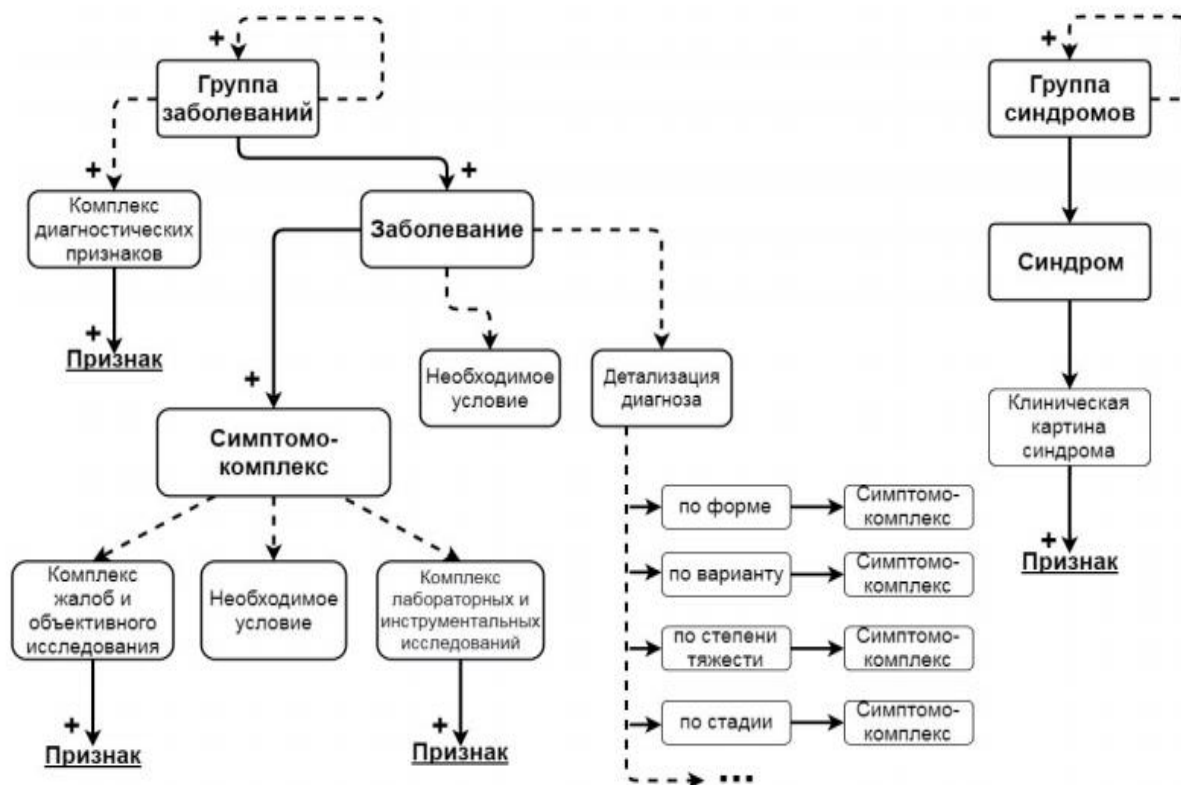


Рисунок 4 – Схема строения онтологии медицинской диагностики [11]

Элемент «признак», часто встречающийся на рисунке 4, необходим для описания развития заболевания. Его значения представляются по периодам его развития или развития заболевания в целом. Каждый вариант значений признака имеет свои характеристики, каждая из которых, в свою очередь, может иметь свое множество вариантов значений. На рисунке 5 представлена схема, более полно отражающая значение элемента «признак».

На основе описанной онтологии был сформирован информационный ресурс «База знаний о диагностике заболеваний и синдромов» для таких разделов медицины как «Гастроэнтерология», «Инфекционные болезни» и «Урология». На рисунке 6 представлен фрагмент этого ресурса для заболевания «Острый холецистит».



Рисунок 5 – Альтернативное представление элемента «Признак» из [11]

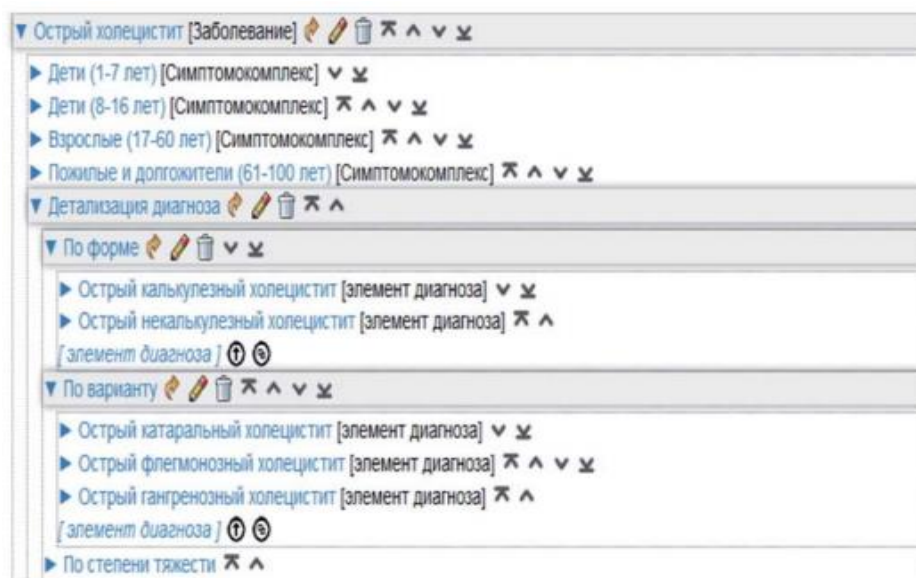


Рисунок 6 – Фрагмент информационного ресурса на платформе IASPaas

Все рисунки, используемые в данном подразделе, оригинальны и взяты из источника [11].

Платформа IASPaas, в целом, дает возможность специалистам разного рода деятельности (по знаниям, по работе с информацией, по анализу данных, по программированию) работать независимо, но в рамках единой онтологии.

В этом и заключается преимущество онтологического подхода, на котором основана платформа IASPaas.

К настоящему времени на облачной платформе разрабатываются базы знаний для других групп заболеваний. По мере готовности они будут также интегрированы, как и другие программные компоненты для установления причины заболевания, подбора лечения, мониторинга состояния в новые сервисы IASPaas.

1.2.3 Система поддержки принятия клинических решений, управляемая онтологией для диагностики инфекционных заболеваний и назначения антибиотиков

Система поддержки принятия клинических решений, управляемая онтологией, для диагностики инфекционных заболеваний и назначения антибиотиков (IDDAP) идентифицирует потенциальное инфекционное заболевание на основе самоописанного болезненного состояния пациента, после чего ищет и предлагает подходящую антибактериальную терапию, специально адаптированную для пациента.

Составление онтологии требует большого количества источников данных. За исключением медицинских записей, предоставляемых врачами, для построения онтологии диагностики инфекционных заболеваний было использовано множество ресурсов, содержащих сведения об инфекционных заболеваниях. Иерархическая концептуальная схема онтологии выстроена на основе приобретения знаний, связанных с инфекционными заболеваниями и назначениями антибиотиков. Как показано на рисунке 7, схема охватывает следующие девять измерений: болезнь, место инфекции, бактерии, животное, симптом, тип симптома, ситуация, осложнение и антибиотик. [13]

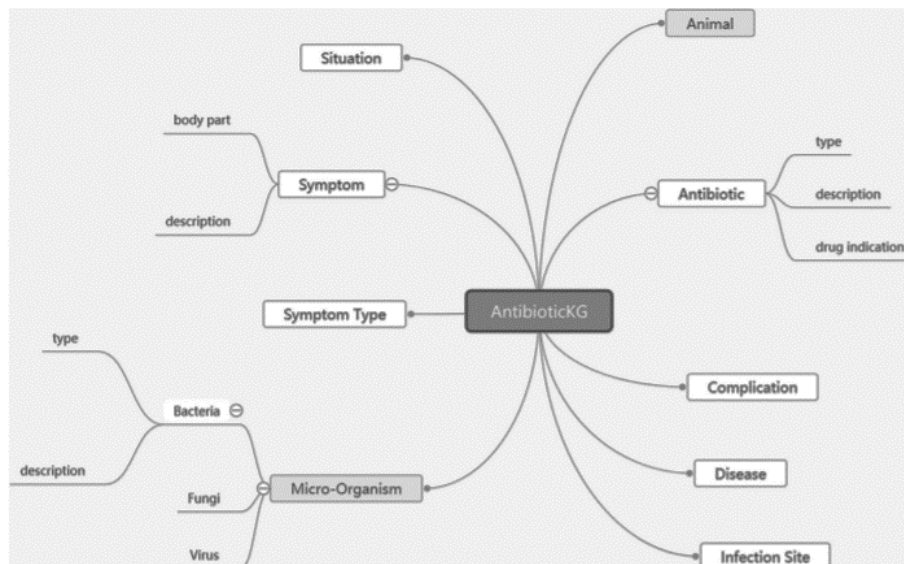


Рисунок 7 – Иерархическая концептуальная схема онтологии для диагностики инфекционных заболеваний и назначения антибиотиков из [13]

Модель клинического решения (рис. 8) основана на данной онтологии. Информация онтологии помогает IDDPAR анализировать вводимые пользователем данные и определять названия инфекционных заболеваний и патогенных бактерий, которые могут быть причиной заболевания.

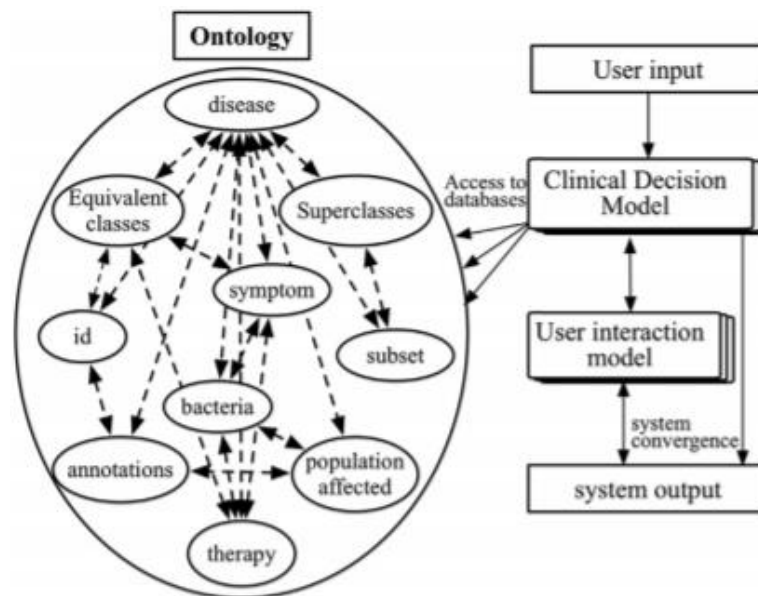


Рисунок 8 – Архитектура IDDPAR для диагностики инфекционных заболеваний и назначения антибиотиков из [13]

В целом данная система поддержки принятия решения описывает объекты и отношения между данными и знаниями, необходимыми для диагностики инфекционного заболевания, как показано на рисунке 9.

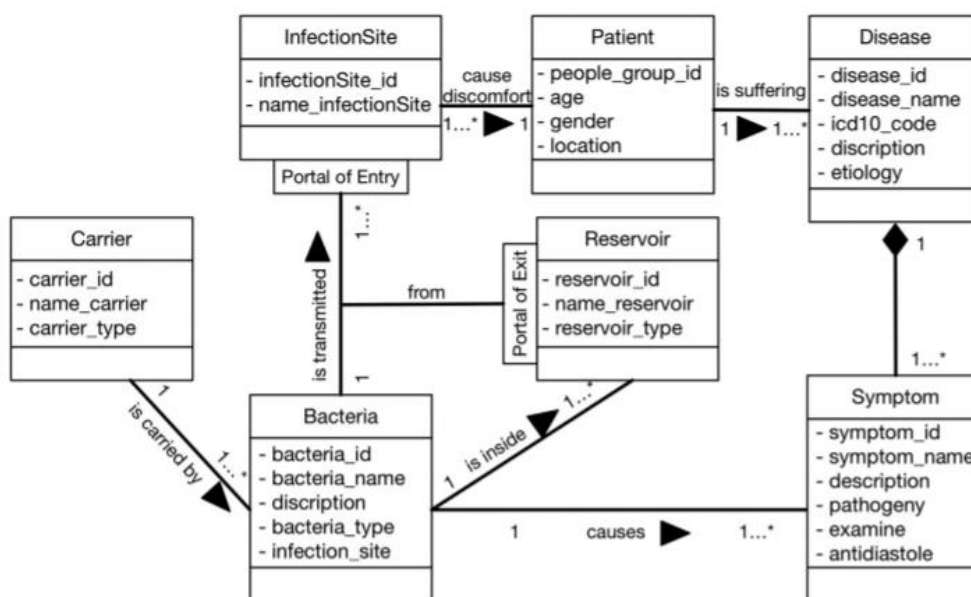


Рисунок 9 – Онтология диагностики инфекционного заболевания из [13]

С помощью данной скомбинированной биомедицинской онтологии система IDDAР описывает болезнь как ряд заболеваний, включая синдромы и клинические признаки, связанные с патологией. Левая часть рисунка 8 показывает, что инфекционные микробы существуют внутри «резервуара», которым может быть другой человек, животное или объект (например, кровь, вода или напиток), и передаются (от человека к человеку) через портал выхода (например, верхний дыхательный путь, желудочно-кишечный тракт или кровеносный сосуд), через носителя (животные, такие как блохи, вши и мухи) или через предметы (например, зараженное оборудование, иглы и бинты) к пациенту через портал входа (который аналогичен порталу выхода). Экземпляры классов в онтологии диагностики определяют клинические картины и контекст возникновения заболевания, что впоследствии определит и способ назначения соответствующих препаратов. [13]

1.3 Обзор методов автоматического определения степени тяжести заболеваний

1.3.1 Классификация степени тяжести заболевания на основе искусственных нейронных сетей

Один из существующих подходов автоматического определения тяжести заболевания связан с применением продукционных правил, которые достаточно эффективны при построении диагностических систем, а также предоставляют больше возможностей при представлении знаний в клинической медицине. В качестве эффективного инструмента для решения задачи классификации были использованы искусственные нейронные сети (ИНС). Они позволяют проводить диагностирование различных явлений разной сложности путём обучения.

В работе [14] рассматривается возможность применения нейронных сетей для классификации степени заболеваний опорно-двигательного аппарата (обострение протрузии межпозвонкового диска) и дыхательной системы человека (бронхиальной астмы).

Задача распознавания в данном методе заключается в принятии решения о принадлежности произвольного объекта (ω_i) определенному классу (Ω_k) на основе сравнения расстояний между объектом и классами путем комбинации различных методов (методы дискриминантного анализа, информационный подход, метод потенциальных функций, деревья решений, байесовский классификатор и др.).

Информация о вхождении некоторого объекта ω в какой-либо класс представляется в виде информационного вектора ($I_1(\omega), I_2(\omega), \dots, I_m(\omega)$), где $I_k(\omega)$ несёт информацию о принадлежности объекта ω к классу Ω_k :

$$I_k(\omega) = \begin{cases} 1, & \text{если } \omega \in \Omega_k \\ 0, & \text{если } \omega \notin \Omega_k \\ \Delta, & \text{если неизвестна принадлежность } \omega \text{ к } \Omega_k \end{cases} \quad (6)$$

На рисунке 10 представлена архитектура нейронной сети для определения степени тяжести обострения протрузии [14]. Нейронная сеть обучалась по методу Видроу–Хоффа на выборке, в которой каждый пример

представлен 7 определяющими признаками. И в результате ИНС верно классифицировала и исходные примеры, и дополнительные прецеденты.

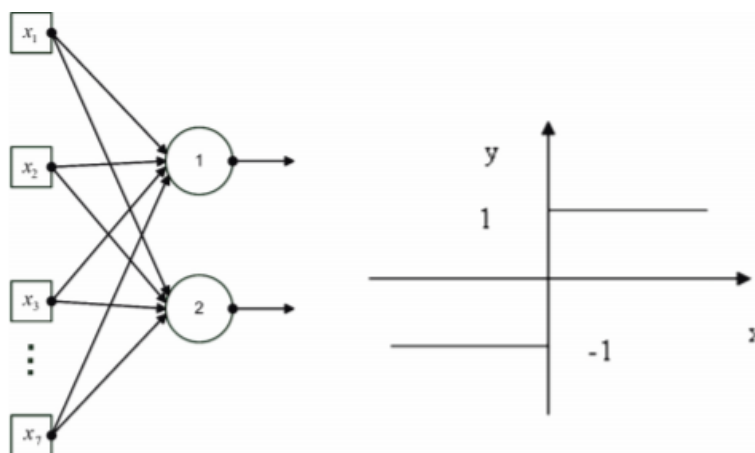


Рисунок 10 – Архитектура сети и вид функции активации для определения степени тяжести обострения протрузии межпозвонкового диска из [14].

Для определения степени тяжести обострения бронхиальной астмы ИНС имела больше слоев, в нейронах использовалась активационная функция типа сигмоид, а для настройки также, как и в предыдущем случае, логические признаки были заменены на числовые. В результате все прецеденты также были правильно классифицированы. Архитектура этой сети и вид ее функции представлены на рисунке 11 [14].

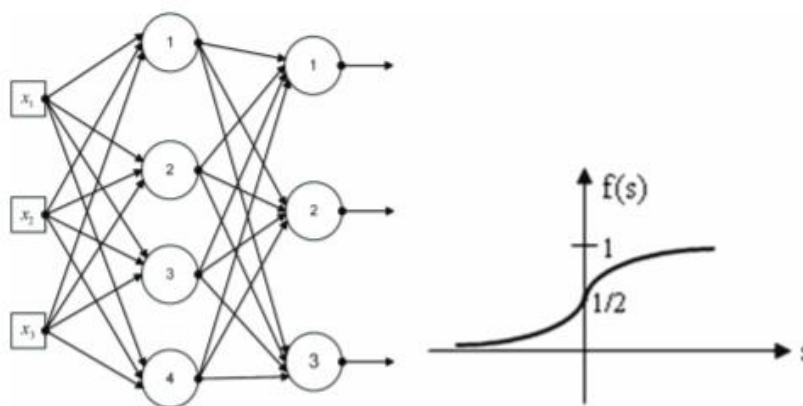


Рисунок 11 – Архитектура сети и вид функции активации для определения степени тяжести обострения бронхиальной астмы из [14]

Основным итогом исследования оказалось то, что нейронные сети могут успешно использоваться при решении задач распознавания степени тяжести

болезни даже при наличии ограниченной выборки. Однако, решение на их основе реальных задач требует больших объёмов вычислений и перестройки структуры системы правил при изменении условий задачи.

1.3.2 Автоматическое распознавание тяжести симптомов по записям психиатрической экспертизы

Рассматриваемый метод автоматического распознавания тяжести симптомов с использованием естественной языковой обработки записей психиатрической оценки для извлечения признаков использует методы машинного обучения, чтобы присвоить балл серьезности каждой записи [15].

Методы обработки естественного языка сосредоточены на различении дискурсивной информации, выраженной в вопросах и ответах; определении медицинских концепций, относящихся к психическим расстройствам; и учете роли отрицания. Методы машинного обучения основаны на предположениях о том, что серьезность симптомов положительной валентности пациента существует в скрытом непрерывном спектре и все ответы и рассказы пациента, задокументированные в записях психологической оценки, основаны на данных пациента. Эти предположения были заложены в двухэтапную структуру машинного обучения с целью автоматического распознавания психологической серьезности симптомов.

На первом этапе из каждой записи выводится оценка скрытой непрерывной серьезности; на втором этапе оценка серьезности сопоставляется с одним из четырех дискретных уровней серьезности, используемых в задаче CEGS / N-GRID. Также была произведена оценка трех методов определения скрытой степени серьезности, связанной с каждой записью:

- 1) точечная регрессия гребня;
- 2) классификация на основе попарного сравнения;
- 3) гибридный подход, сочетающий точечную регрессию и попарный классификатор.

Второй шаг был реализован с использованием дерева классификаторов каскадных машин опорных векторов (SVM). Хотя официальные результаты оценки показывают, что все три метода являются многообещающими, гибридный подход не только превзошел попарные и точечные методы, но также дал второй по производительности результат среди всех представлений для задачи CEGS / N-GRID.

Итак, в системе, показанной на рисунке 12 [15], реализованы описанные выше три подхода к автоматическому распознаванию серьезности симптомов. Во-первых, к каждой записи психиатрической экспертизы применялась предварительная обработка текста. Затем выполнялась обработка естественного языка для предварительно обработанных записей, что в конце позволяло извлечь нужные признаки.

Полученные результаты оценки позволили заметить, что для этой задачи рассмотрение попарной информации может дать более точные оценки серьезности, чем точечная регрессия (подход, широко используемый в других системах для присвоения оценок серьезности). Более того, проведенный анализ показал, что использование каскадного дерева SVM превосходит традиционные методы классификации SVM с целью определения дискретных уровней серьезности.

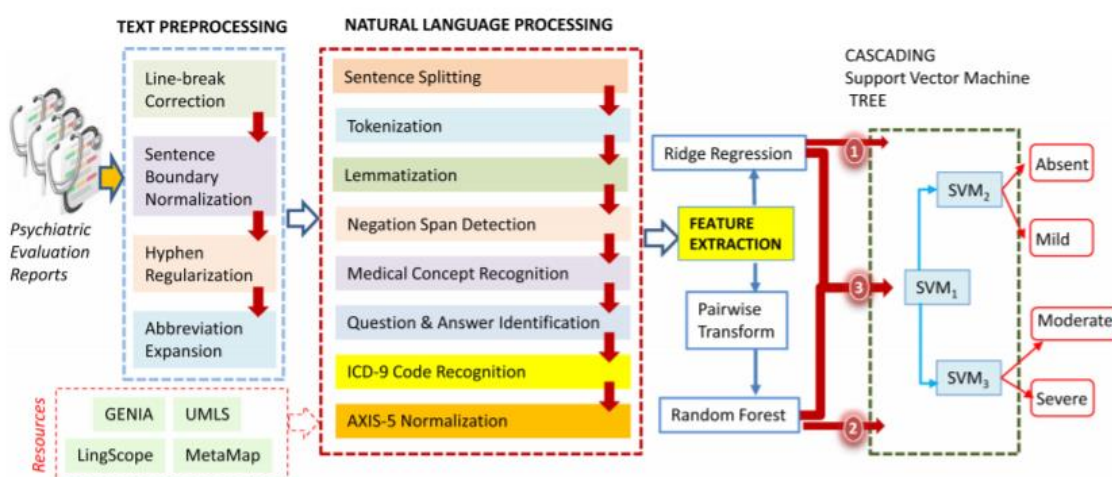


Рисунок 12 – Архитектура трех подходов к определению уровней тяжести симптомов положительной валентности в записях психиатрической экспертизы из [15]

В то время как распознавание, профилирование и лечение психических расстройств выигрывают от уже используемой структуры RDoC, решение о том, требуется ли пациенту медицинская помощь или госпитализация, зависит от тяжести симптомов. Симптомы психического заболевания могут различаться в зависимости от расстройства, обстоятельств и других факторов.[15]

Таким образом, новый метод, основывающийся на обширном наборе характеристик, характеризующих ответы пациента на вопросы в отчете о психиатрической оценке, а также на соответствующих медицинских концепциях и установленных психиатрических показателях, отличается высокой степенью сложности и не может быть применим для заболеваний других типов, поскольку является заложником индивидуальных критериев оценки. Однако, официальные результаты этой задачи, а также проведенный апостериорный анализ демонстрируют важность включения сравнительной (например, попарной) информации для распознавания тяжести симптомов.

1.4 Описание метода оценки качества семантических сетей

В настоящее время существует метод оценки качества семантических сетей (собственные публикации [2]), суть которого заключается в выведении коэффициента совпадения одной семантической сети, называемой эталонной, с другой сетью, называемой кандидатом.

Для более понятного объяснения введем несколько определений, принципиально необходимых для принятия и адаптации данного метода. Итак, основным базисом метода являются так называемые униграммы. Униграмма – это такой элемент семантической сети, как «термин-отношение-термин». Для определения схожести двух семантических сетей существуют так называемые отображенные униграммы или униграммы, присутствующие как в эталонной сети, так и в сети-кандидате. И наконец, последним ключевым термином является так называемый фрагмент – кусок семантической сети, где 1 термин имеет 2 и более отношений, а также связанные с этими отношениями

термины. Визуальное представление рассматриваемых терминов представлено на рисунке 13.

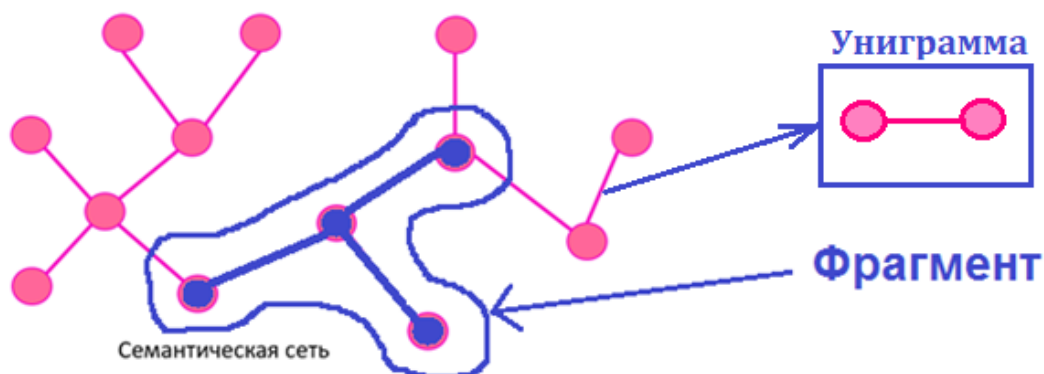


Рисунок 13 – Визуальное представление терминов «Униграмма» и «Фрагмент»

Итоговый коэффициент совпадения, расчету которого посвящен данный метод, находится следующим образом [16].

Для начала находится отношение количества отображенных униграмм к общему числу униграмм в сети-кандидате (7) и в сети-эталоне (8).

$$P = \frac{m}{w_t}, \quad (7)$$

где m – количество отображенных униграмм;

w_t – общее количество униграмм в сети-кандидате.

$$R = \frac{m}{w_r}, \quad (8)$$

где m – количество отображенных униграмм;

w_r – общее количество униграмм в сети-эталоне.

Далее рассчитывается среднее гармоническое значение, объединяющее эти два найденных коэффициента (9).

$$F_{mean} = \frac{10PR}{R + 9P} \quad (9)$$

Для определения полноты и информативности семантической сети необходимо вычислить штрафной коэффициент. Штраф будет начисляться

тогда, когда количество фрагментов сетей отлично друг от друга по формуле (10).

$$p = 0.5 \left(\frac{|c_1 - c_2|}{w_r + w_t} \right)^3, \quad (10)$$

где w_t – количество униграмм в кандидате;

w_r - количество униграмм в эталоне;

c_1 – количество фрагментов в эталонной сети;

c_2 – количество фрагментов в сети-кандидате.

Итоговая оценка качества рассчитывается по формуле ниже:

$$Score = F_{mean}(1 - p) \quad (11)$$

В конечном итоге значение *Score* по своей сути является оценкой силы корреляционной связи двух семантических сетей и лежит в интервале [0,1].

1.5 Выводы по главе

Семантические сети предоставляют искомые средства для описания и связывания медицинских данных и знаний, позволяя создавать открытые медицинские онтологии для автоматизации интеллектуальной деятельности на базе экспертных систем в данной области.

Задача автоматического определения степени тяжести заболеваний является актуальной, потому что её решение значительно облегчит работу медицинского персонала при анализе больших объёмов данных, ускоряя ее.

Исходя из анализа изученного материала, существующие методы автоматического определения степени тяжести заболевания очень сложны для восприятия, воспроизведения и использования. Также в основном они базируются на нейронных сетях и имеют узкую направленность, хотя существует огромное количество медицинских справочников и онтологий, основанных именно на семантических сетях.

Таким образом, в рамках дипломного проектирования необходимо разработать прототип программной системы определения степени тяжести заболевания с использованием инструментария семантических сетей.

Программный прототип должен базироваться на методе оценки качества семантических сетей, беря во внимание существование биомедицинских онтологий.

2. Разработка метода автоматической оценки состояния тяжести заболевания пациента по данным врачебных осмотров на основе использования семантических сетей

2.1 Описание способа использования семантических сетей в определении степени тяжести заболевания

Разрабатываемый метод оценки состояния тяжести заболевания пациента опирается на описанный в предыдущем разделе метод оценки качества семантических сетей, т.к. он базируется на точном сравнении семантических сетей и направлен на определение численного коэффициента совпадения, который, в свою очередь, можно трактовать по-разному. Это делает метод оценки качества семантических сетей одним из самых удобных для интерпретации методов.

Как говорилось ранее, метод оценки качества семантической сети заключается в сравнении двух семантических сетей, одна из которых построена вручную экспертом и называется эталонной, другая построена автоматически и именуется кандидатом. В нашем случае так же будут сравниваться две сети. Первая сеть, в дальнейшем сеть-пациент, будет строиться автоматически по данным, взятым из такого текстового медицинского документа как «Первичный осмотр пациента». В работе [19] описана технология автоматического построения семантической сети текста, которая была использована при обработке данной медицинской документации. Текст перед подачей на вход программы должен быть обязательно предобработан. Вторая сеть будет построена экспертом по имеющимся характеристикам заболевания или взята из существующих медицинских онтологий, описывающих это заболевание, и в последующем будет называться сеть-эталон или эталонная сеть. Сетей-эталонов будет несколько, т.к. описывать они будут предполагаемое состояние пациента при каждой из существующих степеней тяжести определенного заболевания (лёгкое, среднетяжелое, тяжелое, крайне тяжёлое).

Далее сеть-пациент необходимо сравнить с каждой из сетей-эталонов, получив некий коэффициент совпадения, также рассчитанный с помощью вышеупомянутого метода оценки качества по формулам (7)-(11). Чем ближе полученное значение к 1, тем больше сети совпадают друг с другом. На основе этого правила делаем вывод о состоянии тяжести пациента. Другими словами, сравнивая сеть пациента с каждой из представленных сетей-кандидатов, получаем определенные значения $Score \in [0,1]$, а пациенту будет присвоена та степень тяжести, где $Score$ будет наибольшим. На рисунке 14 представлена визуализация анализируемых семантических сетей, на которой видно, что сеть-пациент будет поочередно сравниваться с сетями степеней тяжести болезни в поисках наивысшего совпадения.

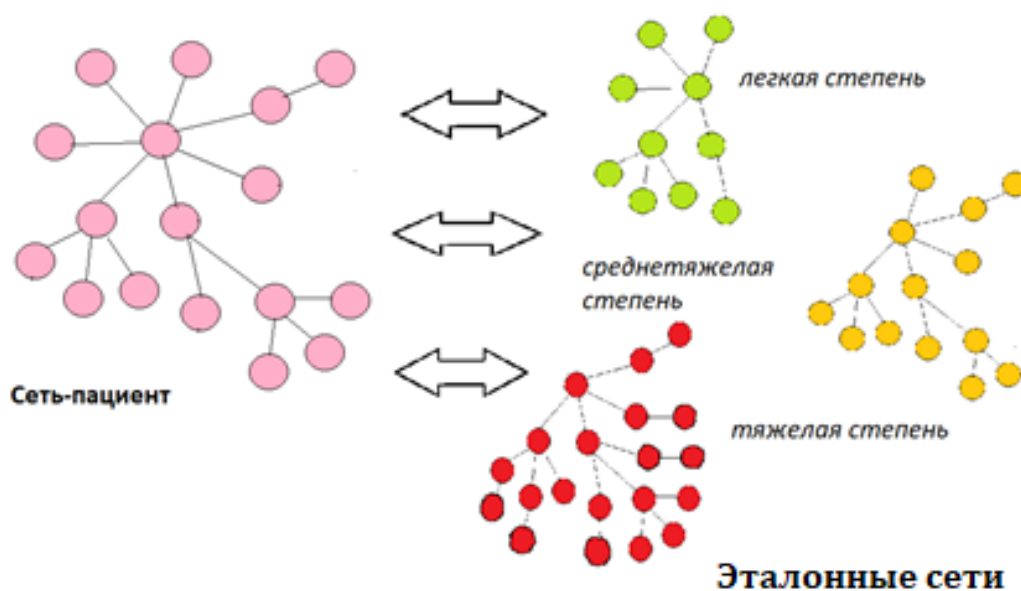


Рисунок 14 – Визуальное представление сравниваемых семантических сетей

В отличие от исходного метода (собственные публикации [2]), где предпочтительнее было использовать процентный или даже нечеткий (шкала Чеддока) формат представления итогового значения, в данном же случае важна будет исключительно числовая форма, включая до 5-6 знаков после запятой. Это связано с тем, что семантические сети будут иметь разные источники происхождения, которые соответственно имеют разные стандарты отборов типов используемых отношений. Поэтому очень важно повысить

эффективность вычислений путем установления единственного более четкого формата представления итогового результата.

2.2 Построение семантических сетей

Семантические сети будут подаваться на вход программы [20] в виде файла формата txt. Для достижения информационной совместимости введем несколько правил составления файла:

- 1) выявленные униграммы или элемент «термин-отношение-термин» будут записываться в одну строку;
- 2) термины будут записываться в именительном падеже в единственном числе, если таковое имеется;
- 3) т.к. в термине может содержаться несколько слов, то разделяться они будут символом «_»;
- 4) разделителем между термином и отношением будет символ «пробел»;
- 5) отношения функционального типа, представляющие собой глаголы, будут подаваться в форме инфинитива;
- 6) иные символы будут выявляться как ошибка, включая лишние пробелы, поэтому при составлении файла их необходимо исключить;
- 7) количественные меры будут заменяться соответствующими качественными характеристиками (незначительный, значительный, слабовыраженный, средний, сильновыраженный) на усмотрение пользователя - врача;
- 8) при отсутствии какого-либо признака или симптома, он исключается из семантической сети.

Пример файла, содержащего семантическую сеть, построенную по вышеописанным правилам, представлен на рисунке 15.

```

болезнь иметь слабая_выраженная_интоксикация
болезнь иметь симптом
симптом есть головная_боль
симптом есть озноб
симптом есть боль
симптом есть субфебрильная_температура
болезнь иметь длительность_лихорадочного_периода
длительность_лихорадочного_периода равняться пара_дней
болезнь иметь локализованный_местный_процесс
|

```

Рисунок 15 – Пример файла семантической сети

Также стоит отметить, что длительность временных промежутков, как количественная характеристика, будет заменяться согласно таблице 1.

Таблица 1 – Соответствие временного промежутка качественным характеристикам

Количество дней	Качественная характеристика
1-2 дня	Пара дней
3-5 дней	Меньше недели
6-8 дней	Неделя
8-23 дня	Больше недели
24-26 дней	Меньше месяца
27-34 дня	Месяц
35 дней и больше	Больше месяца
1,5 – 2,5 месяца	Пара месяцев
3-5 месяцев	Меньше полугода
6-7 месяцев	Полгода
8-11 месяцев	Меньше года
12-13 месяцев	Год
Больше 13 месяцев	Больше года
1,5-2,5 года	Пара лет
3 года и больше	Несколько лет

Такая количественная характеристика как температура тела пациента будет заменяться соответствующими терминами согласно таблице 2.

Таблица 2 – Значение терминов о температуре тела пациента

Температура, °С	Термин на замену
37,1 – 38,5	Субфебрильная температура
38,6 – 39,5	Повышенная температура
39,5 – 45	Гипертермия

И наконец, еще одна величина, требующая описательной ротации – это возраст пациентов. Замещающие числовую возрастную характеристику термины представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Соотношение терминов, описывающих возраст

Возраст, кол-во полных лет	Замещающий термин
<18	Детский возраст
18-35	Молодой возраст
36-59	Средний возраст
60+	Пожилой возраст

Использование качественных характеристик обуславливается тем, что термином может являться только существительное с зависимыми от него лексемами, выраженные разными частями речами, исключая числительные. Поэтому для сохранения качественной обработки необходимо прибегнуть к нечеткому логическому выводу.

В основном данные правила касаются формирования файлов, содержащих семантические сети степеней тяжести заболевания, поскольку семантическая сеть пациента будет строиться автоматически программой [20], которая на выходе будет выдавать файл с уже установленными ранее параметрами.

2.3 Формализованное описание входных данных

Семантическая сеть в данной работе есть некое множество $W=\{u_i\}$, где u_i – это униграммы данной сети.

Униграмма $u_i = \langle T_{1i}, R_i, T_{2i} \rangle$ является вектором, где T_{1i} и T_{2i} – это термины, входящие в множество именных субстантивных словосочетаний S ,

сформированное для рассматриваемой предметной области по заданным текстовым медицинским данным и специальных терминологических оборотов. КС-грамматика, представленная в публикации собственного авторства [1], достаточно детально описывает данный процесс выделения терминов текста, в результате чего и формируется множество S .

T_{1i} и $T_{2i} \in S$ – это разные термины, соединенные отношением R_i . Отношение R_i входит в объединение множеств всех существующих глаголов V и множества специальных отношений семантических сетей A .

В множество A входит огромное количество отношений, т.к. существует более 25 их видов. Для данной работы ограничим его следующими:

- «A Kind Of» (АКО) – отношение гипонимии («род-вид») используется тогда, когда одни элементы являются подмножеством более крупного множества элементов. Например, панда вид семейства медвежьих. В множество A войдет как элементы «род» и «вид»;
- «A part of» – отношение меронимии («часть-целое») используется в том случае, когда один элемент является частью другого. Например, ручная мясорубка состоит из следующих частей: корпус с мясоприемником, шнековый вал, нож, решетка и рукоятка. Т.е. все перечисленные элементы являются частями мясорубки. В множество A войдет как элемент «часть»;
- «Is-A» (ISA) – отношения классификации (А есть Б) используется в случаях, когда элемент А является объектом типа Б. Например, пользователь – это человек. В множество A войдет как элемент «есть» или «является».

Помимо этих отношений существует тип отношений, называемый функциональным. Такие отношения определяются глаголами, которые в предложениях зачастую бывают сказуемыми. Поэтому данный тип отношений будет описываться множеством V .

2.4 Формальная постановка задачи

Входные данные: 4 файла формата txt, информационно совместимые с программой.

Выходные данные: степень тяжести заболевания, выраженная числом.

Метод решения:

Загрузка файлов в программу осуществляется при нажатии соответствующих кнопок. Далее после нажатия кнопки «Сравнить» результат должен появиться на экране. Для сравнения с другими сетями-пациентами пользователю нужно будет заново повторить загрузку файлов.

2.5 Проектирование метода определения состояния пациента

Диаграмма активности, представленная на рисунке 16, отображает описанный в пункте 2.1 метод определения состояния тяжести заболевания пациента. Также на ней показано поведение взаимодействующих групп объектов в процессе работы реализуемой программы.

Стоит отметить, что создание семантических сетей, описывающих степени тяжести определенного заболевания, ложится на плечи пользователя, поскольку именно он определяет диагноз. Естественно, что это влияет на эффективность использования метода в целом, но для его тестирования и популяризации этого вполне достаточно на данном этапе. Пользователь также отвечает за выбор загружаемых файлов и их совместимость с программным прототипом.

Более детального пояснения требует функция обработки семантической сети, осуществляемая программой непосредственно после загрузки файлов, содержащих в себе семантическую сеть. Для большей наглядности была построена диаграмма состояния этой функции (рис. 17), на которой видно, что обработка заключается в подсчете униграмм и фрагментов загруженной сети, необходимых при дальнейшем сравнении.

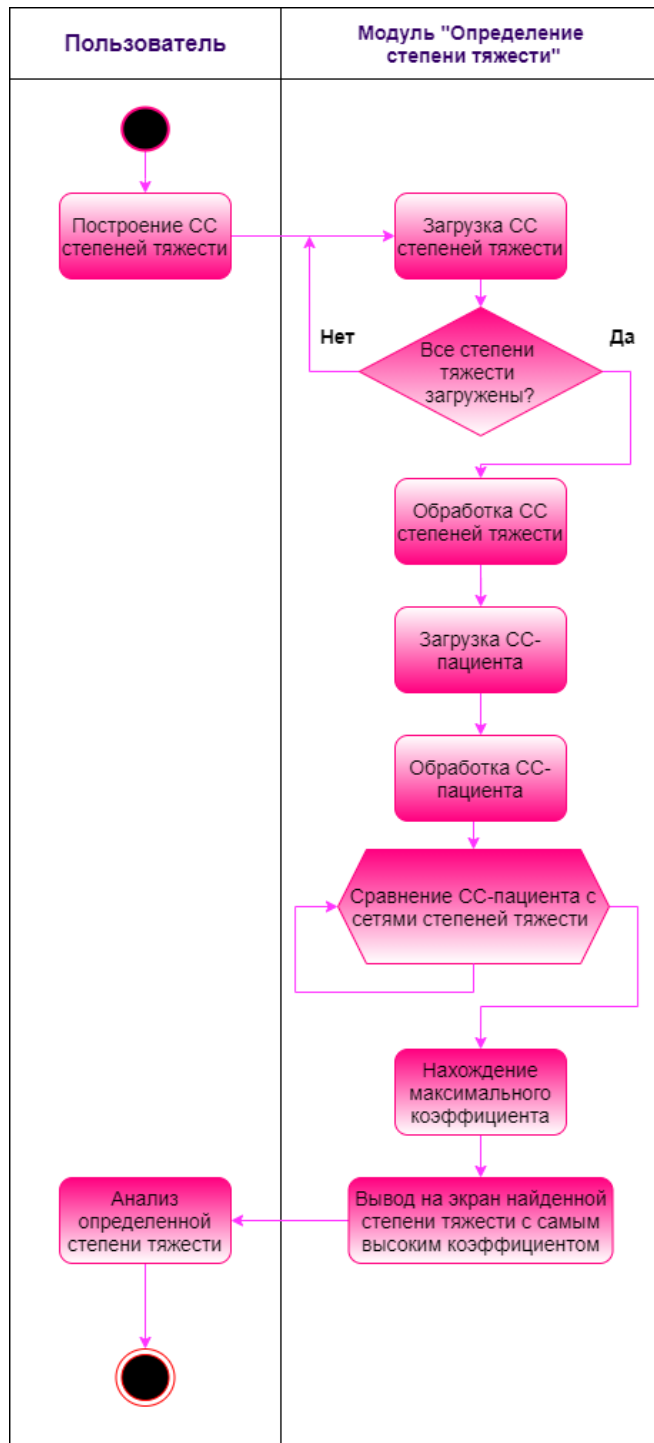


Рисунок 16 – Диаграмма активности

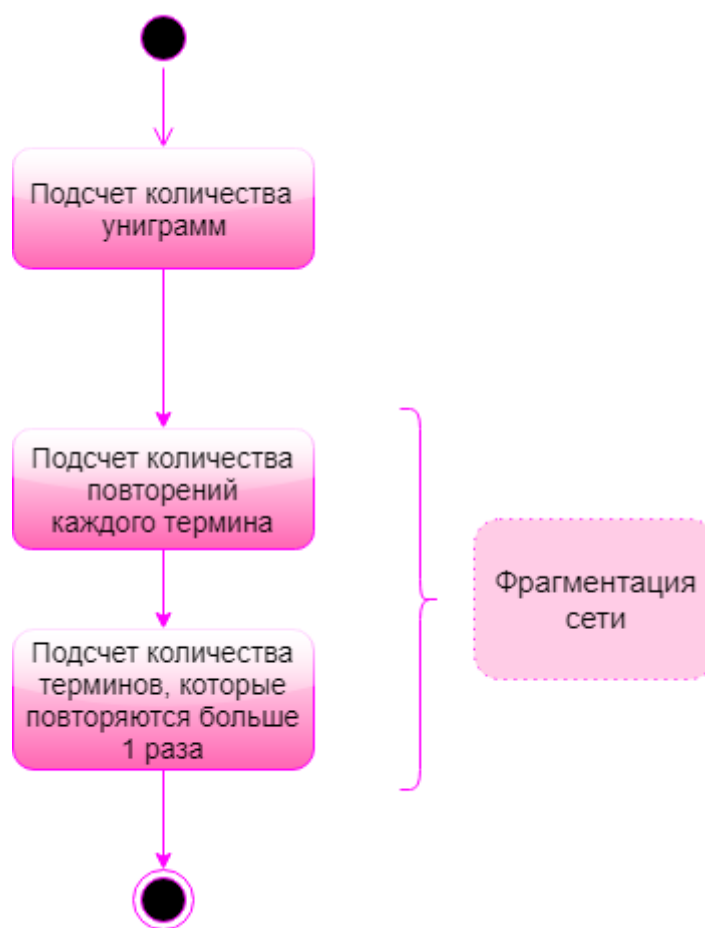


Рисунок 17 – Диаграмма состояния функции обработки сетей

Сравнение семантических сетей заключается в том, что сеть-пациент будет поочередно сравниваться с сетями степеней тяжести, путем использования соответствующих формул. Найденные коэффициенты запоминаются программой и впоследствии уже сравниваются между собой для конечного определения состояния пациента.

2.6 Диаграмма классов

В процессе реализации метода определения степени тяжести заболевания пациента был разработан и создан единственный класс «Compare_networks». Объектами данного класса будут являться загруженные в программу семантические сети, а их взаимодействие будет осуществляться с помощью открытых методов и функций, определенных вне класса.

В целом, класс «Compare_networks», UML-модель которого представлена на рисунке 18, отвечает за загрузку и обработку семантических сетей и имеет следующие атрибуты:

- name – полное имя файла, включая диск и каталог его хранения;
- countOfRecords – общее количество униграмм в семантической сети;
- countTrue – количество фрагментов в семантической сети;
- matrix – двумерный массив, описывающий семантическую сеть так, что в первом столбце записаны термины, во втором отношения, и в третьем также термины.
- masOfRepeats – дополнительный массив, специально созданный для определения того, сколько раз термин встречается в тексте, что в дальнейшем поможет при фрагментации сети;
- countOfManyRecords – счетчик записей в дополнительном массиве.

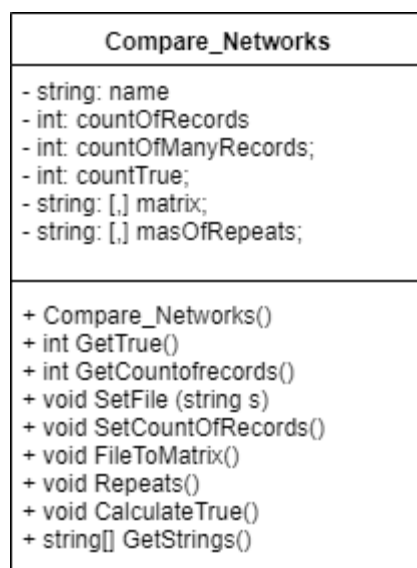


Рисунок 18 – UML-модель класса «Compare_networks»

Также данный класс имеет несколько методов, которые выполняют основную задачу по обработке загруженных семантических сетей. Перечислим наиболее важные из них:

- Compare_Networks() – конструктор класса, инициализирующий переменные и массивы;

- SetFile(string s) – получает полное имя файла для дальнейшей работы с ним в классе;
- SetCountOfRecords() – функция, подсчитывающая количество записей в загруженном файле, фактически подсчитывает количество униграмм в семантической сети;
- FileToMatrix() – функция, позволяющая переписать файл в двумерный массив строк (matrix);
- Repeats() – функция, подсчитывающая сколько раз каждый термин встречается в файле, фактически, данная функция реализует первую стадию фрагментации семантической сети;
- CalculateTrue() – функция подсчета фрагментов семантической сети;
- GetStrings() – функция, записывающая в одномерный массив строк записи файла и возвращающая его;
- Prepare() – функция, активирующаяся при обработке сетей степени тяжести, заменяющая основной термин «болезнь» на «пациент» для качественного сравнения.

Таким образом, методы класса позволяют произвести подсчет количества униграмм в необходимых случаях, а также возвращают полученные значения для вычисления итогового коэффициента и последующего их сравнения.

2.7 Детальное проектирование

2.7.1 Загрузка файлов

Для загрузки обрабатываемых файлов в программу, предусмотрены несколько специальных кнопок, запускающих стандартное окно Windows по работе с файловой системой компьютера:

- Кнопка «Загрузить сеть пациента» отвечает за загрузку сети-пациента;
- Кнопки «Легкая ст. тяжести», «Средняя ст. тяжести», «Тяжелая ст. тяжести» загружают соответствующие названиям сети болезни.

После успешной загрузки файла появится MessageBox и изменится цвет соответствующей кнопки.

2.7.2 Алгоритм функции преобразования файла в матрицу

Алгоритм преобразования файла в матрицу представлен функцией FileToMatrix() и является одним из методов класса «Compare_Networks», описанным ранее. Как говорилось в разделе описания этого класса, данная функция предназначена для преобразования файла с семантической сетью в матрицу. Другими словами, данная функция расчленяет строку (униграмму) файла на ее компоненты: термин, отношение и еще один термин, для удобства ее последующей фрагментации. На рисунке 19 представлена ее блок-схема.

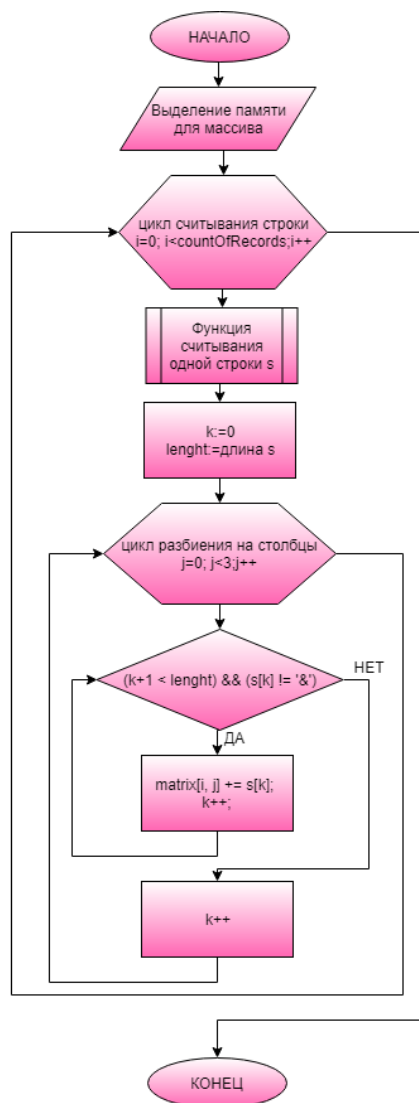


Рисунок 19 – Блок-схема функции FileToMatrix()

Функция работает следующим образом. Вначале программой считывается строка с помощью специальной функции С# для работы с файлами. Далее все символы до него записываются в элемент массива `matrix[i,j]`, пока не встретится разделяющий символ (в наших случаях «пробел»). Как только встречается знак «пробел», счетчик `j` инкрементируется, позволяя вносить символы в следующий элемент массива. Когда же строка заканчивается (встречается символ конца строки), инкрементируется уже счетчик `i`. Данный процесс повторяется до окончания обработки всех записей в файле.

2.7.3 Алгоритм фрагментации семантической сети

Согласно рисунку 17 так называемая фрагментация семантической сети, необходимая для оценки степени ее совпадения с другой сетью, происходит в 2 стадии:

- подсчет количества повторений, за которую отвечает функция `Repeats()`;
- подсчет терминов, встречающихся больше 1 раза – это функция `CalculateTrue()`.

Данные функции являются методами единственного упомянутого класса «`Compare_Networks`» и имеют достаточную значимость, поэтому рассмотрим их более подробно.

Итак, функция `Repeats()` осуществляет поиск одинаковых терминов в 1 и 3 столбце массива `matrix[i,j]`, т.к. во 2 столбце содержатся только отношения между терминами. Также данная функция заполняет двумерный массив `masOfRepeats` встречающимися терминами и количеством их повторений. На рисунке 20 представлена подробная блок-схема, согласно которой функция имеет следующие этапы:

- 1) Выделение термина из первого столбца;
- 2) Проверка того, проверялся ли этот термин раньше;

- 3) Если термин не проверялся, то ищем вхождения данного термина в первый столбец, а затем в третий;
- 4) Повторение пунктов 1-3 для терминов из третьего столбца.

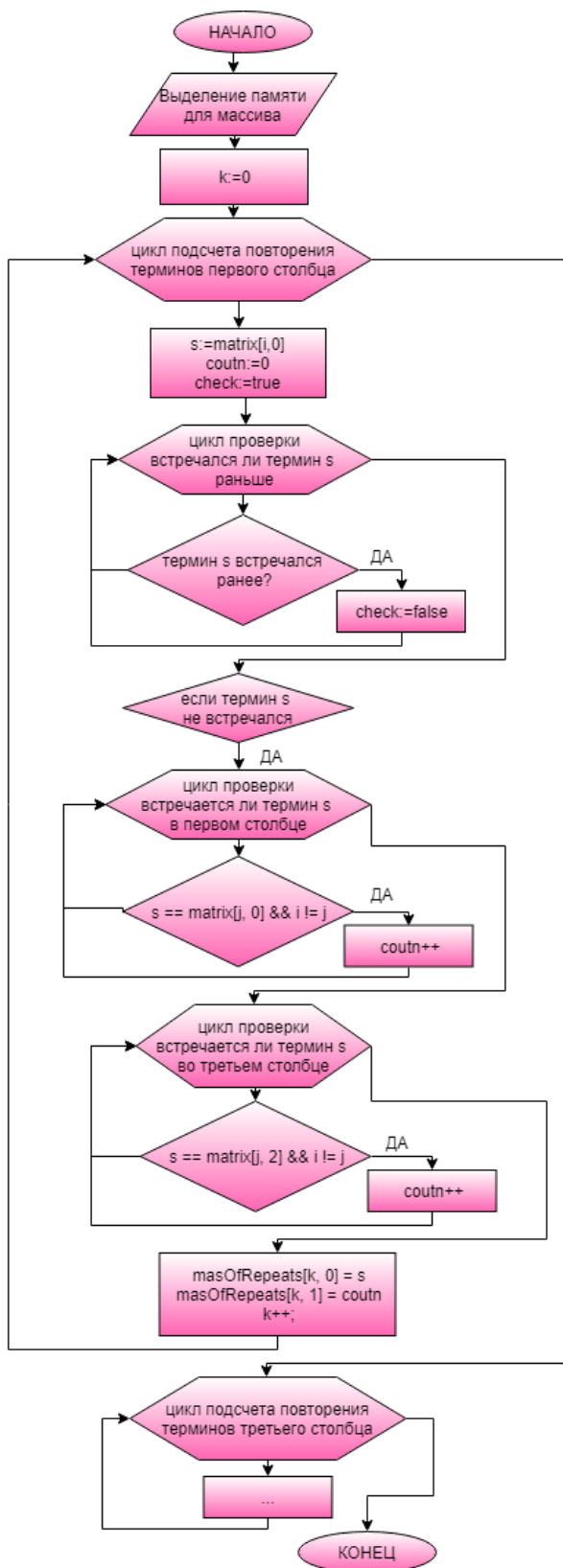


Рисунок 20 – Блок-схема функции Repeats()

Цикл проверки терминов из третьего столбца практически аналогичен такому же циклу для первого столбца за исключением отсутствия проверки «встречается ли термин s в первом столбце». Связано это с тем, что данная операция уже была проведена и ее повторение больше не рентабельно.

Напомним, что фрагмент – это кусок семантической сети, включающий термин, чье число отношений ≥ 2 и соединенные этими отношениями другие термины. Таким образом, чтобы подсчитать количество фрагментов, достаточно подсчитать количество тех терминов, чье число повторений > 1 . Информацию о чем уже хранит заполненный ранее массив `masOfRepeats`, а обрабатывает его соответственно функция `CalculateTrue()`.

2.7.4 Алгоритм функции сравнения семантических сетей

Данный алгоритм реализован функцией `calculate(Compare_Networks web1, Compare_Networks web2)`, которая возвращает рассчитанный итоговый коэффициент сравнения `Score` типа `double`.

Итак, в функцию изначально подаются файл, содержащий сеть пациента, и файл, содержащий одну из сетей степени тяжести заболевания. Они обрабатываются с помощью описанных ранее функций и алгоритмов. Далее создаются 2 строковых массива, также с помощью специального метода класса, которые построчно сравниваются между собой. Совпадающие строки увеличивают счетчик `count`, отвечающий за подсчет отображенных униграмм. В конечном итоге, если этот счетчик равен 0, то и итоговое значение `Score` также равняется 0, в противном случае значение `Score` рассчитывается по уже известным формулам (7)-(11).

Данный алгоритм, блок-схема которого представлена на рисунке 21, является основополагающим в данной работе, поскольку вычисляет искомый коэффициент сравнения семантических сетей друг с другом. Активируется он нажатием на кнопку «Сравнить» после загрузки пользователем необходимых файлов, содержащих непосредственно семантические сети, и подтверждения программой успешной их загрузки. Также естественно, что перед этим

создаются необходимые экземпляры класса «Compare_Networks» по количеству загруженных файлов.

Алгоритм вызывается программой столько раз, сколько имеется описанных степеней тяжести заболевания. После расчета нужных коэффициентов происходит их сравнение между собой в поисках наибольшего варианта. Т.к. каждый коэффициент соответствует своей степени тяжести, то максимальный коэффициент и определяет нужную степень состояния пациента.

В результате на экран выводится все найденные коэффициенты, а также MessageBox, в котором и сообщается определенная в процессе работы программы степень тяжести заболевания рассматриваемого пациента.

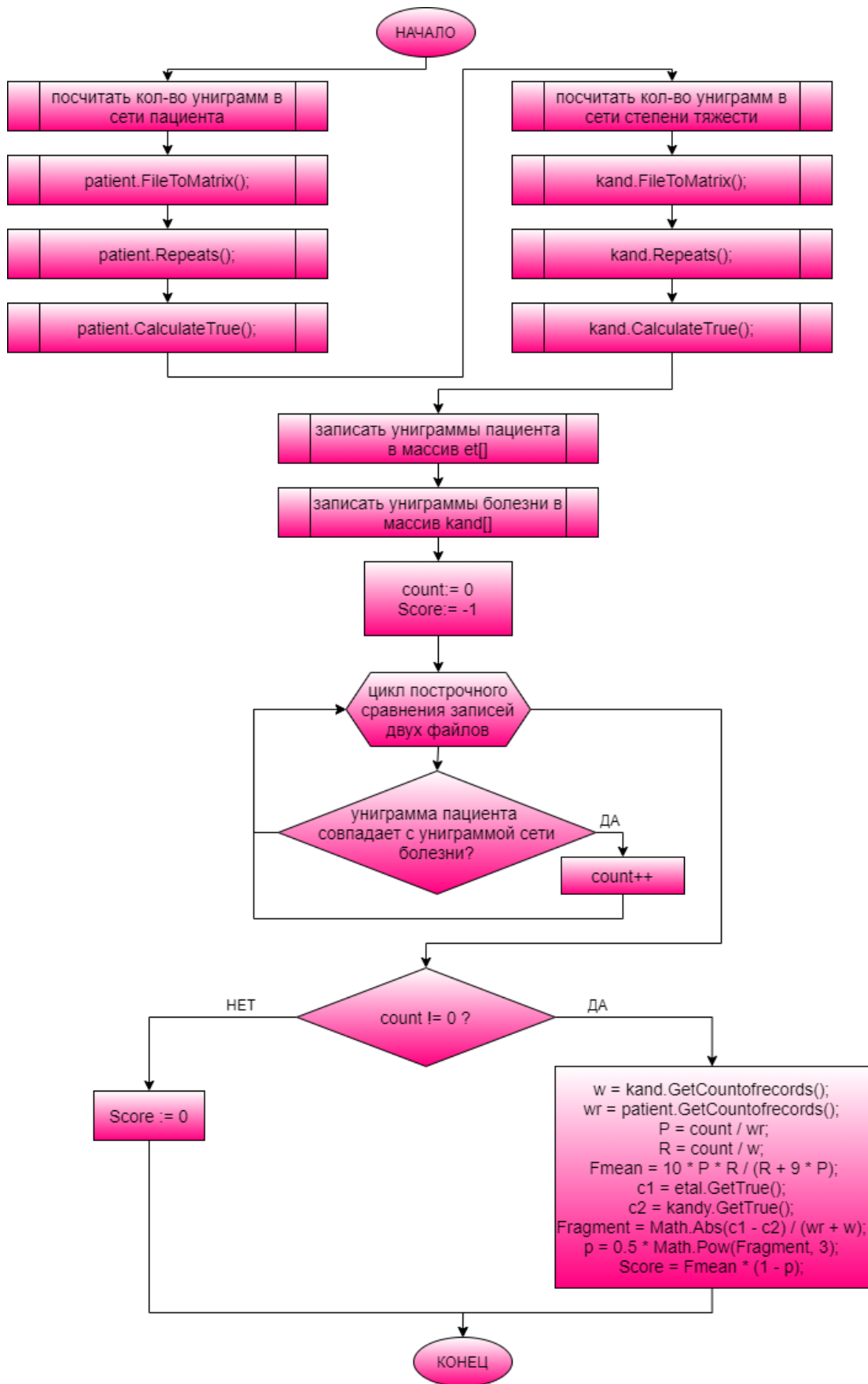


Рисунок 21 – Блок-схема функции calculate(Compare_Networks web1, Compare_Networks web2)

2.8 Выводы по главе

В данной главе был рассмотрен и подробно описан метода оценки состояния пациента с помощью семантических сетей.

Для его последующей программной реализации были разработаны и представлены диаграммы активности и состояния для более наглядного описания алгоритмов, а также диаграмма классов и блок-схемы основных функций.

В результате проведенного детального проектирования будет создан программный прототип, на основе которого будут проведены эксперименты, подтверждающие применимость данного метода.

3. Программная реализация предложенного метода оценки состояния тяжести пациентов

3.1 О программе

Для создания программного прототипа, реализующего описанный выше метод оценки состояния тяжести пациента с инфекционным заболеванием, была использована среда разработки Visual Studio 2019. Выбранным языком программирования стал C#, поскольку программный прототип является приложением Windows Form. В ходе реализации были использованы стандартные библиотеки, классы и функции, формирующиеся автоматически при работе в выбранной среде разработки.

Разрабатываемое приложение является одноформенным проектом, имеющим возможность загружать сторонние файлы определенного типа и формата из памяти используемого устройства или подключенных к нему внешних носителей информации. На рисунке 22 представлен скриншот стартового окна программы, который открывается пользователю при первичном запуске.

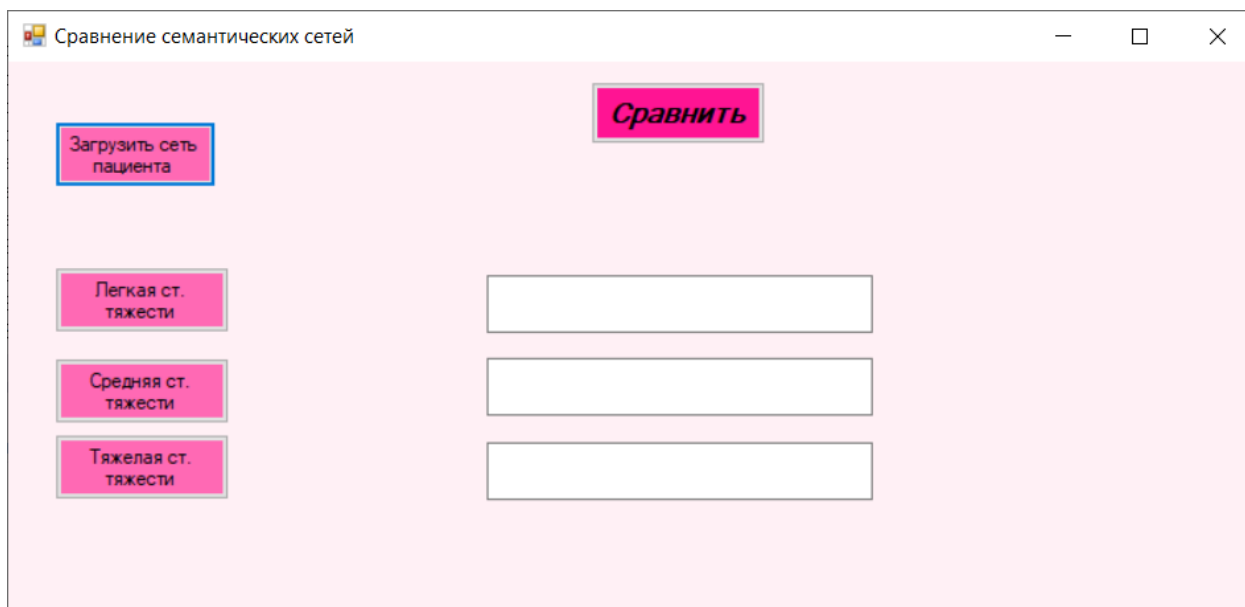


Рисунок 22 – Стартовое окно программы

Итак, на главном экране (рис. 22) видны несколько кнопок, 4 из которых отвечают за загрузку соответствующих файлов с семантическими сетями, а

центральная кнопка «Сравнить» запускает основной алгоритм определения степени тяжести пациента. Также на экране присутствуют 3 пустых TextBoxa, в которых будет выводиться рассчитанный коэффициент сравнения сети-пациента с каждой из сетей степени тяжести заболевания. Представленный интерфейс является удобным, интуитивным и достаточно практичным, т.к. не требует каких-либо дополнительных инструкций и справочной информации.

3.2 Описание структуры данных

При разработке программного прототипа был использован объектно-ориентированный подход программирования, включающий все его основные принципы, такие как инкапсуляция, полиморфизм, механизмы управления памятью и другие. Здесь же будут представлены основные функции программы, алгоритмы которых были описаны в предыдущем разделе.

Итак, основными единственным классом, как уже говорилось ранее, является класс Compare_Networks. В нем содержатся основные параметры и методы, необходимые для успешной обработки загружаемых файлов. Ниже представлено описание этого класса с поясняющими комментариями.

```
public class Compare_Networks
{
    string name; //имя файла
    int countOfRecords; //счетчик записей
    int countOfManyRecords; //счетчик записей, которых
    больше 1 (в доп массиве)
    int countTrue; // количество фрагментов
    string [,] matrix; //матрица где разбит файл по словам
    string [,] masOfRepeats; //дополнительный массив

    public Compare_Networks()
    {
        countOfManyRecords = 0;
        countOfRecords = 0;
        for (int i = 0; i < countOfManyRecords; i++)
        {
            masOfRepeats[i, 0] = "";
            masOfRepeats[i, 1] = "0";
        }
    }
    public int GetTrue()
    {
```



```

        return countTrue;
    }
    public int GetCountofrecords()
    {
        return countOfRecords;
    }
    public void SetFile(string s)
    {
        name = s;
    }

    public void SetCountOfRecords()//подсчёт количества
записей
    {
        ...
    }
    public void FileToMatrix()
    {
        ...
    }
    public void Repeats()//находит повторяющиеся термины
    {
        ...
    }
    public void CalculateTrue()
    {
        ...
    }
    public string[] GetStrings()
    {
        ...
    }

    public void Prepare()//заменяет слово «болезнь» на
«пациент»
    {
        ...
    }
}

```

В предоставленном листинге отсутствуют тела методов класса, они будут представлены в приложении.

Объектами класса являются загружаемые пользователем семантические сети: сеть-пациент и сети, описывающие степени тяжести заболевания. Объекты, как правило, создаются в момент загрузки файлов, т.е. после нажатия пользователем соответствующих кнопок, выбора нужных файлов и подтверждения их загрузки. Файлы, содержащие данные о семантических

сетях, подаются в формате txt и кодировкой символов Юникод. Пример такого файла также был представлен в предыдущем разделе (рис. 15).

3.3 Описание основных функций

3.3.1 Загрузка файлов

Для начала работы в программу необходимо загрузить файлы с семантическими сетями. На рисунке 23 показано стандартное диалоговое окно Windows для работы с файловой системой, которое появляется при нажатии на одну из следующих кнопок: «Загрузить сеть пациента», «Легкая ст тяжести», «Средняя ст тяжести» и «Тяжелая ст тяжести». Все кнопки работают аналогичным образом.

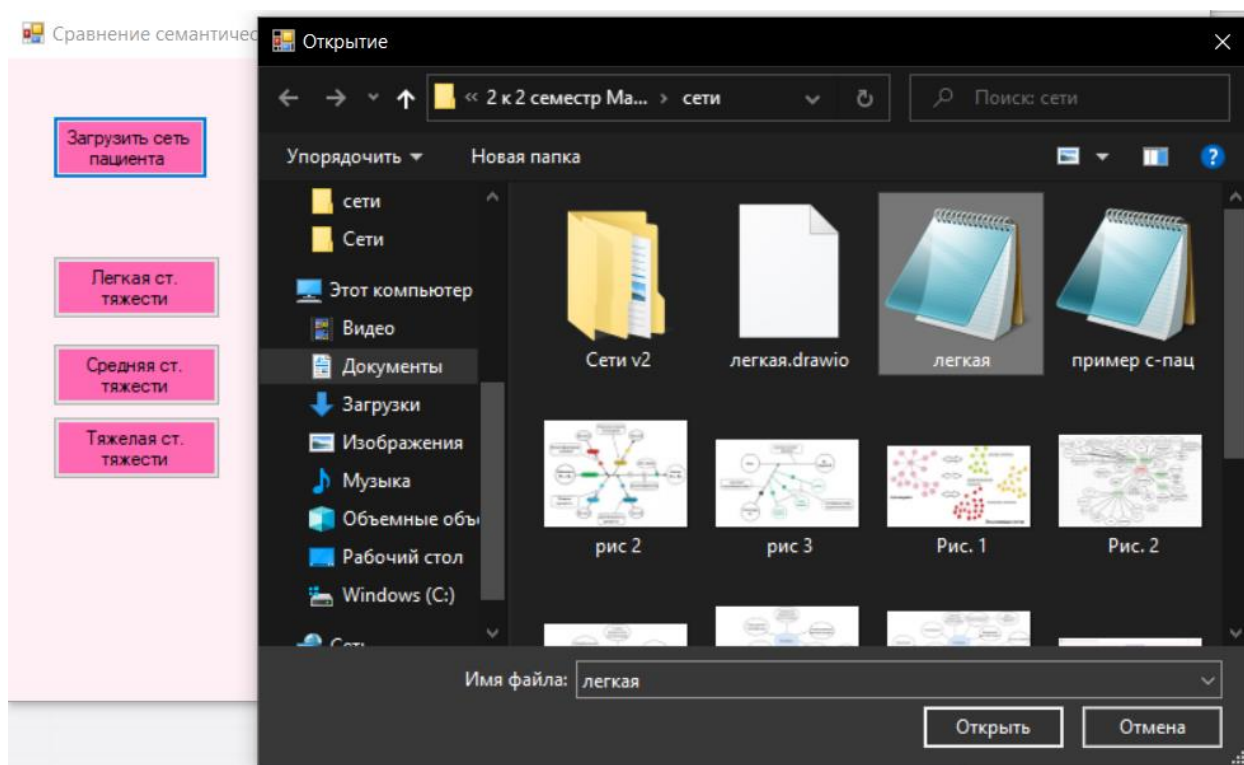


Рисунок 23 – Реакция программы на нажатие кнопок загрузки

После подтверждения выбора нужного файла и, естественно, при успешной его загрузке поверх главного окна программы на экран выводится MessageBox, сообщающий об этом, а кнопка загрузки меняет свой цвет. Иллюстрирует это рисунок 24. В противном случае MessageBox будет содержать сообщение с просьбой о повторной загрузке, как на рисунке 25.

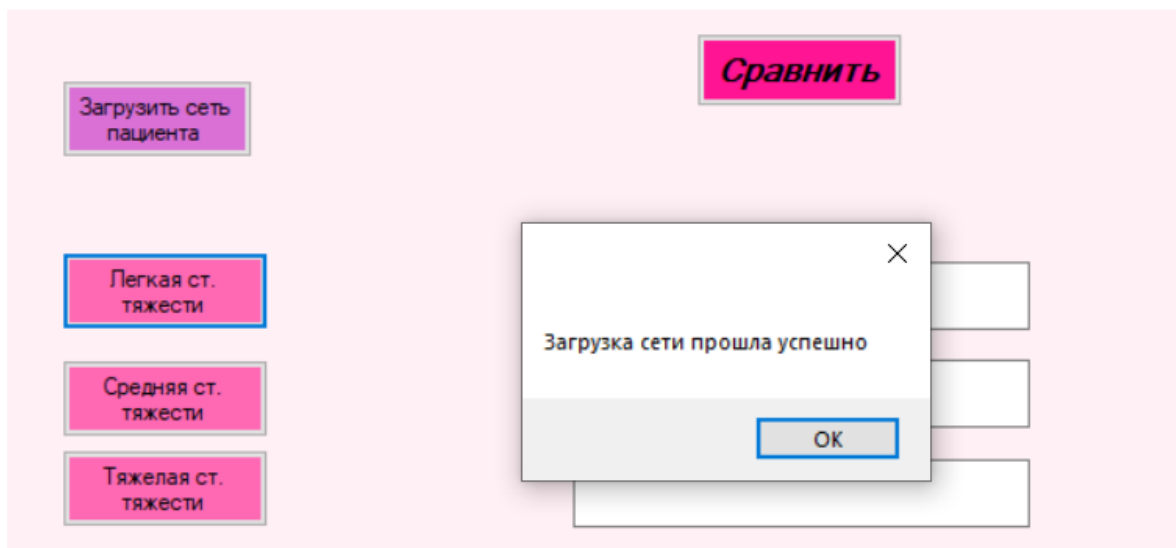


Рисунок 24 – Результат успешной загрузки файла

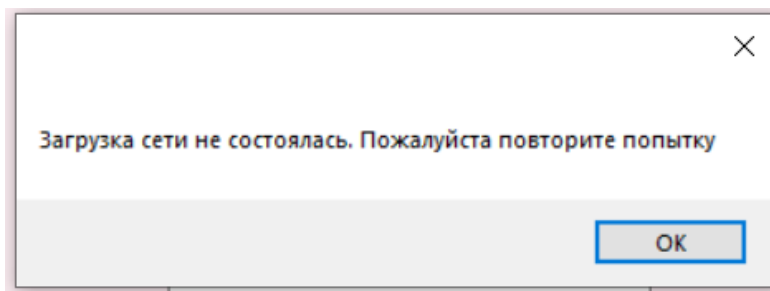


Рисунок 25 – Результат неудачной загрузки файла

Как уже говорилось ранее, система принимает только файлы определенного формата, остальные попытки будут считаться неудачными.

3.3.2 Результат работы программы

Центральная кнопка «Сравнить» является главной кнопкой, запускающей алгоритм определения степени тяжести заболевания. Именно эта кнопка запускает обработку загруженных в программу файлов, после чего в TextВохах для наглядности отображаются полученные значения по умолчанию в числовом формате (рис 25).

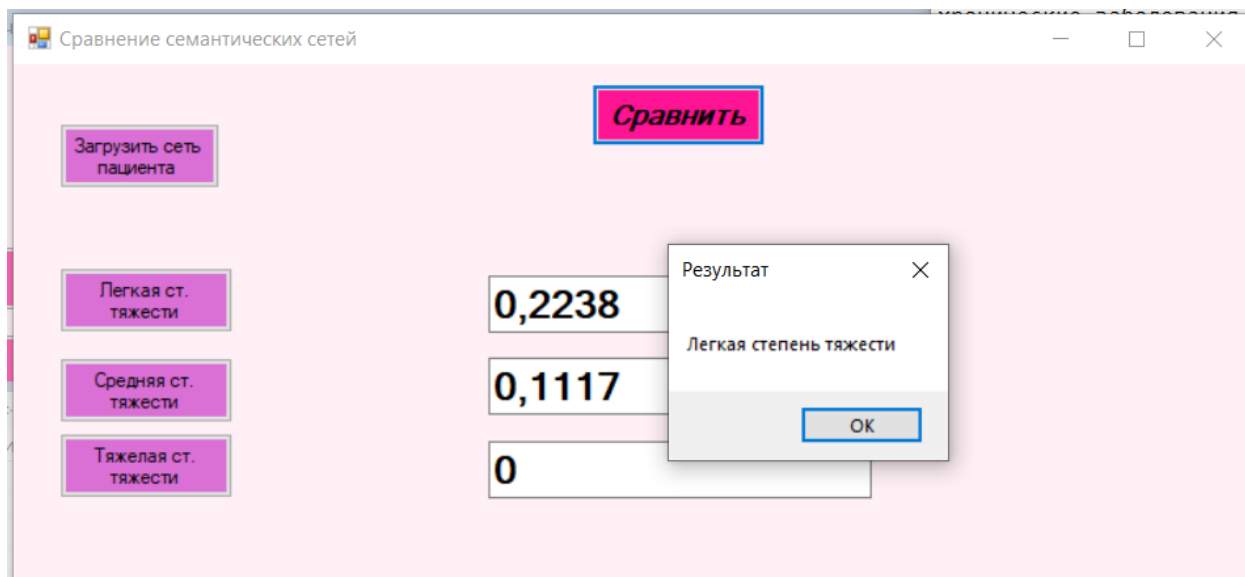


Рисунок 26 – Результат работы программы

Ожидаемым результатом работы программы должна быть определенная с помощью разработанного метода оценки состояния тяжести пациента. На рисунке 26 видно, что программа определила степень тяжести заболевания пациента. Об этом свидетельствует MessageBox с соответствующим текстовым сообщением. Ниже приведен листинг функции обработки нажатия на кнопку «Сравнить».

```
private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
{
    etalon.SetCountOfRecords(); //функция получения количества
    записей файла сети-пациента
    etalon.FileToMatrix(); //функция преобразования файла сети-
    пациента в матрицу
    etalon.Repeats(); //функция подсчета повторяющихся терминов
    сети-пациента
    etalon.CalculateTrue(); //функция подсчета фрагментов сети-
    пациента
    Score1 = calculate(kandidat, etalon); //сравнение с легкой ст
    Score2 = calculate(kand1, etalon); //сравнение со средней ст
    Score3 = calculate(kand2, etalon); //сравнение с тяжелой ст
    textBox1.Text = Math.Round(Score1, 4).ToString();
    textBox2.Text = Math.Round(Score2, 4).ToString();
    textBox3.Text = Math.Round(Score3, 4).ToString();
    //определение подходящей степени тяжести
    if (Score1 > Score2 && Score1 > Score3)
    {
        MessageBox.Show("Легкая степень тяжести", "Результат");
    }
    else

```

```

    {
        if (Score2 > Score1 && Score2 > Score3)
        {
            MessageBox.Show("Средняя степень тяжести",
"Результат");
        }
        else
        {
            MessageBox.Show("Тяжелая степень", "Результат");
        }
    }
}

```

Нажатие на кнопку запускает обработку файла, содержащего сеть пациента. После чего поочередно запускается алгоритм сравнения этой сети с сетями болезни. В конечном итоге из полученных значений выбирается наибольший и происходит оповещение пользователя. Вывод финального MessageBoxа базируется исключительно на полученных ранее сравнительных коэффициентах.

3.4 Выводы по главе

В данной главе приведено описание последовательной программной реализации разработанного ранее метода оценки состояния тяжести пациента. Программный прототип представляет собой приложение Windows Form, написанное на языке программирования C# в среде разработки Microsoft Visual Studio 2019.

Здесь были подробно описаны структура внутренних данных, основанная на UML-диаграммах предшествующего раздела, главные функции доступные пользователю, а также представлен оригинальный интерфейс. Стоит отметить, что полный листинг программы представлен в приложении Б.

4. Тестирование разработанного метода определения степени тяжести заболевания на базе историй болезни пациентов с рожистыми воспалениями

Для проведения тестирования как функционального, так и на корректность самого метода в качестве исследуемого инфекционного заболевания были приняты рожистые воспаления.

Итак, рожистые воспаления – это инфекционно-аллергическая болезнь, которая затрагивает кожу и подкожную клетчатку, вызванная размножением стрептококка. В зоне риска находятся люди с низким уровнем иммунитета, ослабленные болезнями, стрессами, лечением и другими факторами. В соответствии с современной клинической классификацией по степени тяжести клинических проявлений рожистые воспаления подразделяются на 3 категории: легкая, среднетяжелая и тяжелая.

Основными критериями тяжести рожи являются:

– Выраженность интоксикации (высокая температура, интенсивность болевых ощущений и слабости, рвота, показания артериального давления и т.д.);

– Распространенность местного процесса (количество пораженных анатомических областей). [23]

Как показывают наблюдения и исследования, легкая форма сопровождается незначительной интоксикацией, субфебрильной температурой, локализованным (эритематозным) местным процессом. [24]

Среднетяжелая форма характеризуется выраженной интоксикацией, (сильная слабость, выраженная головная боль, мышечные боли, тошнота вплоть до рвоты, повышение температуры тела до 38° - 40° С, тахикардия более 100 ударов в минуту и т.д.). Местный процесс носит локализованный характер. может быть и распространенным с поражением 2-х анатомических областей. [24]

К тяжелой форме относятся случаи болезни с более выраженной интоксикацией, характеризующейся интенсивной (мучительной) головной болью, отсутствием аппетита, снижением диуреза, гипертермией 40°C и выше, иногда с развитием явлений менингизма, нарушением сознания, судорогами и т.д. Наблюдается тахикардия более 120 ударов в минуту, пульс на периферических сосудах слабый (нитевидный), частая склонность к гипотензии, а у лиц пожилого и старческого возраста возможно развитие острой сердечно-сосудистой недостаточности. К тяжелой форме также относят распространенную буллезно-геморрагическую рожу с обширными пузырями. [24]

На основе представленного описания были построены следующие семантические сети, характеризующие три степени тяжести. На рисунках 27-29 представлены их визуализации.



Рисунок 27 – Визуализация семантической сети легкой степени тяжести

На рисунке 27 отношения (дуги) не имеют подписей, поэтому для обеспечения большей информативности ниже представлена эта же семантическая сеть в том формате, в котором она подается в программу.

болезнь иметь слабая_выраженная_интоксикация
болезнь иметь симптом
симптом есть головная_боль
симптом есть озноб

симптом есть боль

болезнь иметь субфебрильная_температура

болезнь иметь длительность_лихорадочного_периода

длительность_лихорадочного_периода равняться пара_дней

болезнь иметь локализованный_местный_процесс

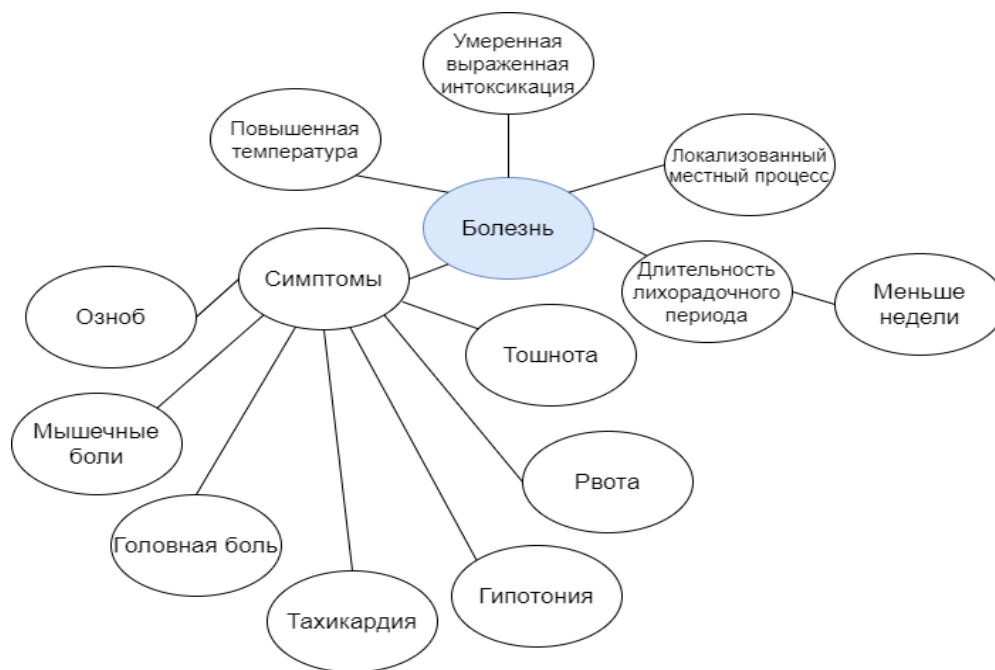


Рисунок 28 – Визуализация семантической сети среднетяжелой степени

Аналогично предшествующему рисунку предоставляем текстовый формат семантической сети среднетяжёлого состояния:

болезнь иметь повышенная_температура

болезнь иметь длительность_лихорадочного_периода

длительность_лихорадочного_периода равняться меньше_недели

болезнь иметь умеренная_выраженная_интоксикация

болезнь иметь симптом

симптом есть головная_боль

симптом есть озноб

симптом есть мышечные_боли

симптом есть тахикардия

симптом есть гипотония

симптом есть тошнота

симптом есть рвота

болезнь иметь локализованный_местный_процесс

болезнь иметь распространенный_местный_процесс

распространенный_местный_процесс иметь

пара_анатомических_областей

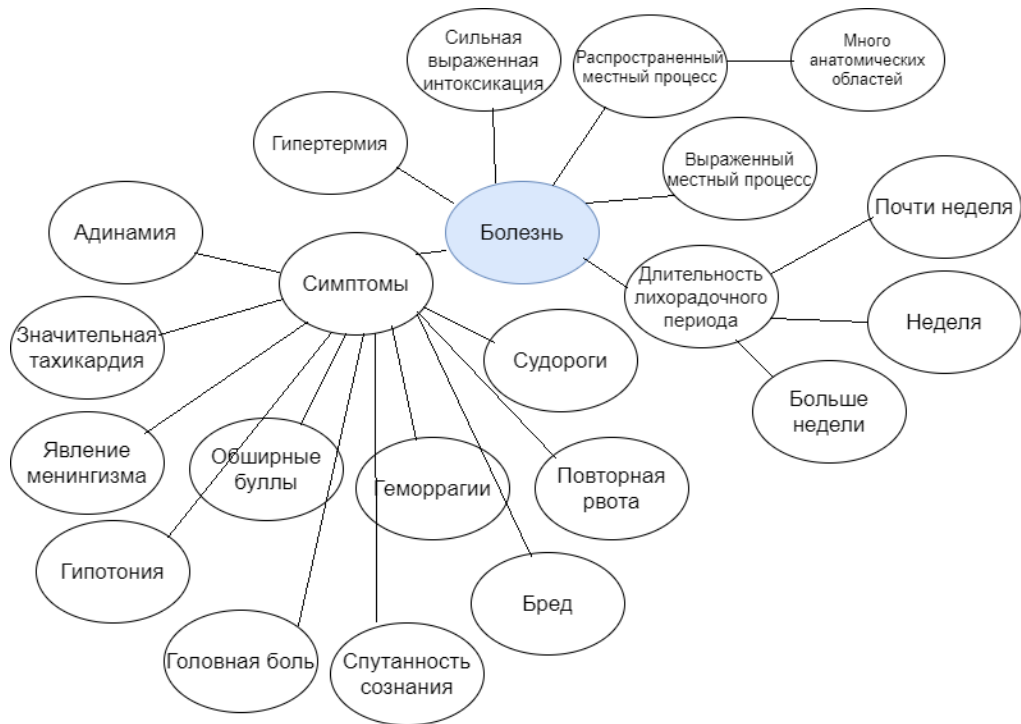


Рисунок 29 – Визуализация семантической сети тяжелой степени

Описание тяжелой степени в совместимой с программой формате:

болезнь иметь гипертермия
 болезнь иметь длительность_лихорадочного_периода
 длительность_лихорадочного_период равняться почти_неделя
 длительность_лихорадочного_период равняться неделя
 длительность_лихорадочного_период равняться больше_недели
 болезнь иметь сильная_выраженная_интоксикация
 болезнь иметь симптом
 симптом есть адинамия
 симптом есть головная боль
 симптом есть повторная_рвота
 симптом есть бред
 симптом есть спутанность_сознания
 симптом есть явление_менингизма
 симптом есть судороги
 симптом есть значительная_тахикардия
 симптом есть гипотония
 болезнь иметь выраженный_местный_процесс
 болезнь иметь распространенный_местный_процесс
 распространенный_местный_процесс иметь
 много_анатомических_областей
 симптом есть обширные_буллы
 симптом есть геморрагии

Семантические сети, созданные в результате загрузки описания клинических характеристик в программу автоматического построения семантических сетей, имеют высокое качество. Экспертная оценка данных сетей представлена в приложении В.

Созданные файлы болезней будут использоваться во время всех проводимых экспериментов, изменяться будут лишь тестовые данные пациентов.

4.1 Функциональное тестирование

Для тестирования программного прототипа на корректность были взяты данные случайного пациента, страдающего рожистым воспалением. На основе данных его первичного осмотра была построена семантическая сеть, в последующем упоминаемая как сеть-пациент. На рисунке 30 показана ее визуализация.

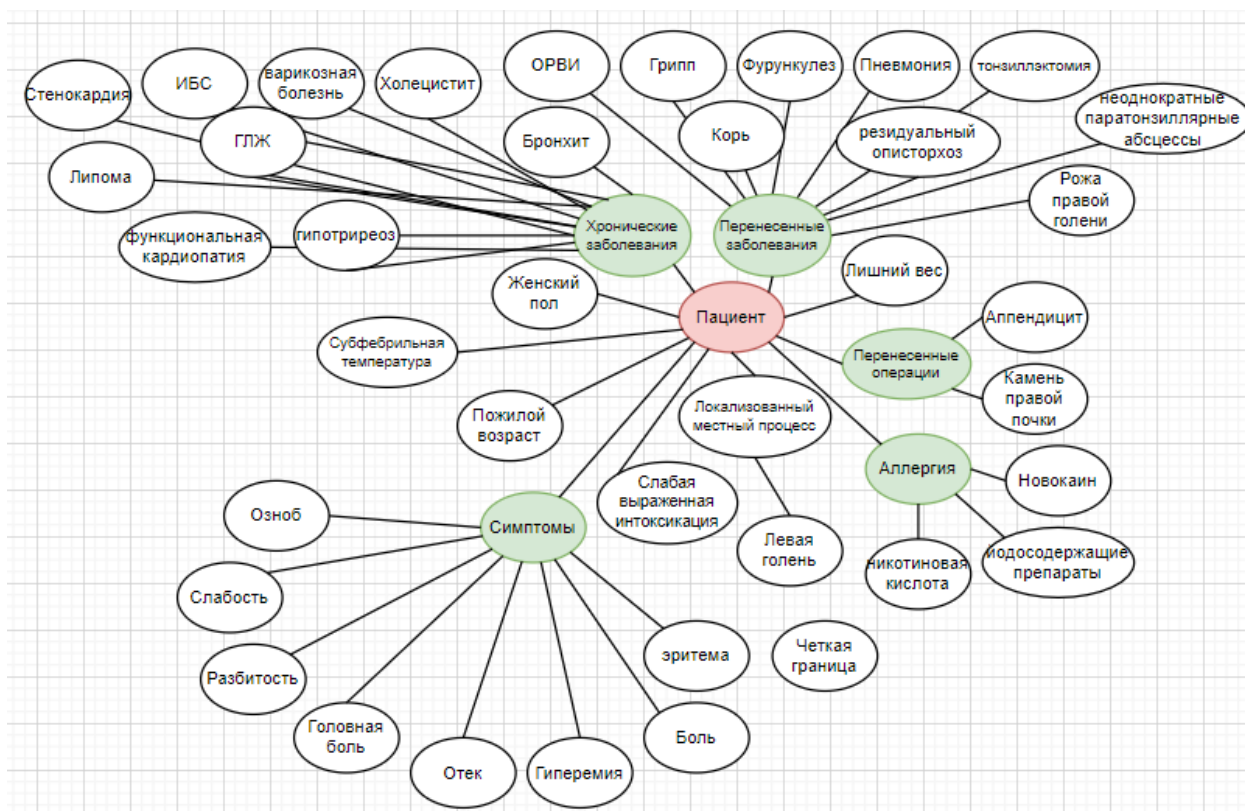


Рисунок 30 – Визуализация семантической сети пациента

Файл, описывающий рисунок 30, также представлен ниже:

пациент имеет женский пол

пациент иметь пожилой_возраст
пациент иметь лишний_вес
пациент иметь перенесенные_заболевания
перенесенные_заболевания есть
неоднократные_паратонзиллярные_абсцессы
перенесенные_заболевания есть тонзиллэктомия
перенесенные_заболевания есть пневмония
перенесенные_заболевания есть фурункулез
перенесенные_заболевания есть грипп
перенесенные_заболевания есть орви
перенесенные_заболевания есть корь
перенесенные_заболевания есть резидуальный_описторхоз
перенесенные_заболевания есть рожа_правой_голень
пациент иметь хронические_заболевания
хронические_заболевания есть бронхит
хронические_заболевания есть холецистит
хронические_заболевания есть варикозная_болезнь
хронические_заболевания есть ишемическая_болезнь_сердца
хронические_заболевания есть гипертрофия_левого_желудочка
хронические_заболевания есть стенокардия
хронические_заболевания есть функциональная_кардиопатия
хронические_заболевания есть липома
хронические_заболевания есть гипотиреоз
пациент иметь перенесенные_операции
перенесенные_операции есть аппендицит
перенесенные_операции есть камень_правой_почки
пациент иметь аллергия
новокаин вызывать аллергия
йодосодержащие_препараты вызывать аллергия
никотиновая_кислота вызывать аллергия
пациент иметь симптом
пациент иметь субфебрильная_температура
симптом есть озноб
симптом есть слабость
симптом есть разбитость
симптом есть головная_боль
пациент иметь локализованный_местный_процесс
локализованный_местный_процесс есть голень
симптом есть эритема
эритема иметь четкая_граница
симптом есть боль
симптом есть гиперемия
симптом есть отек
пациент иметь слабая_выраженная_интоксикация

Загружаем все вышеупомянутые файлы в тестируемую программу. Скриншот результата ее работы представлен на рисунке 31.

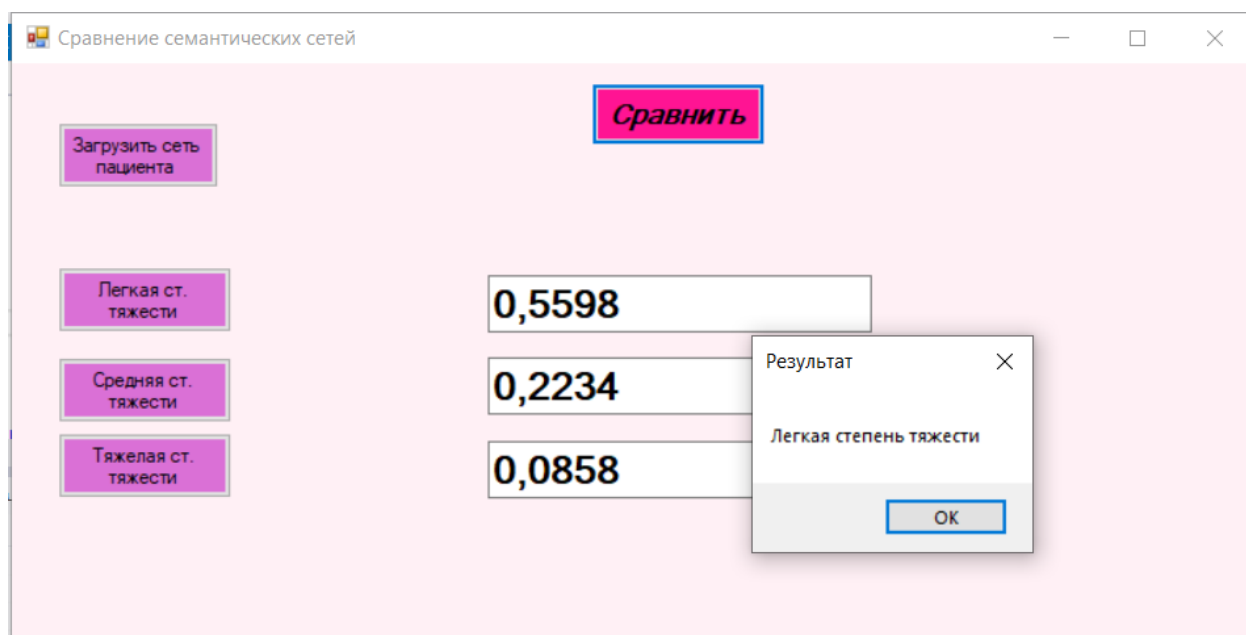


Рисунок 31 – Результат работы программы оценки состояния пациента

Программа определила степень тяжести как лёгкую. Для проверки вычислений необходимо продублировать их вручную. Также стоит отметить, что степень тяжести, определенная программным прототипом, совпадает с поставленным лечащим врачом.

Сеть пациента имеет в своем составе 45 терминов, 8 фрагментов (c_1) и 44 униграммы (w_t). Сеть, описывающая легкую степень тяжести рожистых воспалений, содержит 11 терминов – это 3 фрагмента (c_2) или 9 униграмм (w_r). Сравнив сети вручную, выясним, что количество отображенных униграмм равняется 7 (m). Напоминаем, что сеть пациента в методе отображенных униграмм принимаем за сеть-кандидат, а сеть болезни за сеть-эталон. Теперь подставим эти данные в формулы (7)-(11).

Рассчитаем точность (отношение униграмм в сети-пациент, P_1), отклик (отношение униграмм в сети болезни, R_2) и их среднее гармоническое значение (F_{mean1}). Расчёты представлены формулами (12)-(15).

$$P_1 = \frac{m}{w_t} = \frac{7}{44} = 0,159 \quad (12)$$

$$R_1 = \frac{m}{w_r} = \frac{7}{9} = 0,78 \quad (13)$$

$$F_{mean1} = \frac{10PR}{R + 9P} = \frac{10 * 0,159 * 0,78}{0,78 + 9 * 0,159} = \frac{1,2402}{2,211} = 0,56 \quad (14)$$

Далее подсчитаем штраф (p_1) и, наконец, итоговое значение ($Score_1$) для легкой степени тяжести (15)-(16).

$$p_1 = 0,5 \left(\frac{|c_1 - c_2|}{w_r + w_t} \right)^3 = 0,5 \left(\frac{8 - 3}{44 + 9} \right)^3 = 0,5 * (0,094)^3 = 0,000415 \quad (15)$$

$$Score_1 = F_{mean}(1 - p) = 0,56 * (1 - 0,000415) = 0,5598 \quad (16)$$

Повторяем те же вычисления для других степеней тяжести (17)-(26): средней ($Score_2$) и тяжелой ($Score_3$). Количество общих униграмм для среднетяжелой степени (m_2) равняется 4, а для тяжелой степени (m_3) 2.

$$P_2 = \frac{m_2}{w_t} = \frac{4}{44} = 0,09 \quad (17)$$

$$R_2 = \frac{m_2}{w_r} = \frac{4}{15} = 0,27 \quad (18)$$

$$F_{mean2} = \frac{10PR}{R + 9P} = \frac{10 * 0,09 * 0,27}{0,27 + 9 * 0,09} = \frac{0,243}{1,08} = 0,223 \quad (19)$$

$$p_2 = 0,5 \left(\frac{|c_1 - c_2|}{w_r + w_t} \right)^3 = 0,5 \left(\frac{4}{59} \right)^3 = 0,0001558 \quad (20)$$

$$Score_2 = F_{mean}(1 - p) = 0,223 * 0,99984 = 0,2234 \quad (21)$$

$$P_3 = \frac{m_3}{w_t} = \frac{2}{44} = 0,045 \quad (22)$$

$$R_3 = \frac{m_3}{w_r} = \frac{2}{21} = 0,095 \quad (23)$$

$$F_{mean3} = \frac{10PR}{R + 9P} = \frac{10 * 0,045 * 0,095}{0,095 + 9 * 0,045} = \frac{0,04275}{0,5} = 0,0855 \quad (24)$$

$$p_3 = 0,5 \left(\frac{|c_1 - c_2|}{w_r + w_t} \right)^3 = 0,5 \left(\frac{4}{65} \right)^3 = 0,000116 \quad (25)$$

$$Score_3 = F_{mean}(1 - p) = 0,0855 * 0,99988 = 0,0858 \quad (26)$$

После несложных вычислений выделяем три сравнительных коэффициента $Score_1$, $Score_2$, $Score_3$. Сравниваем их с показателями на рисунке 30 и приходим к выводу, что программа проводит вычисления корректно.

Далее среди трех найденных коэффициентов находим наибольший.

$$Score_1 > Score_2 > Score_3 \quad (27)$$

Т.к. первый коэффициент соответствует легкой степени тяжести, следовательно, искомая степень состояния тяжести пациента найдена. Программа также определила состояние как легкое. Таким образом, результаты работы программы идентичны расчетам, проведенным вручную. Также степень, определенная лечащим врачом, также соответствует программному ответу. Исходя из этого, тестирование на корректность программы прошло успешно.

4.2 Тестирование программного прототипа на корректность оценки состояния пациента

Для проведения тестирования на корректность оценки состояния пациента была сделана выборка медицинских карт пациентов с рожистыми воспалениями. Всего было обработано и проанализировано 50 пациентов, имеющими разную возрастную категорию и степень тяжести в поставленном диагнозе. Для наглядности на рисунках 32-34 представлены круговые диаграммы, характеризующие выборку как по половозрастному признаку, так и по кратности возникновения заболевания в процентном соотношении.

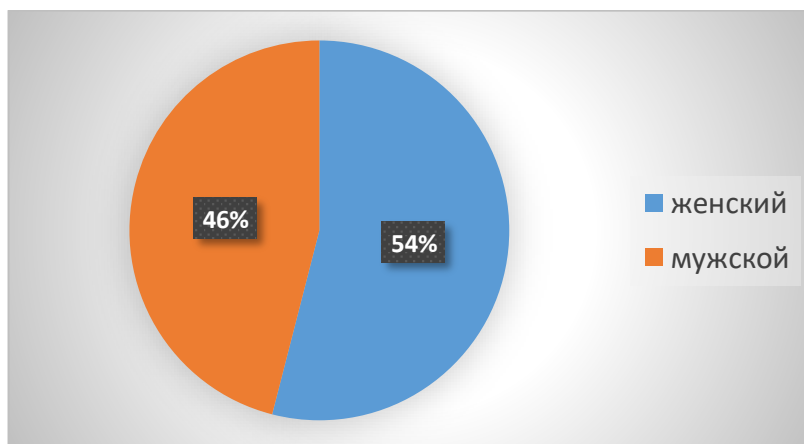


Рисунок 32 – Распределение по половому признаку

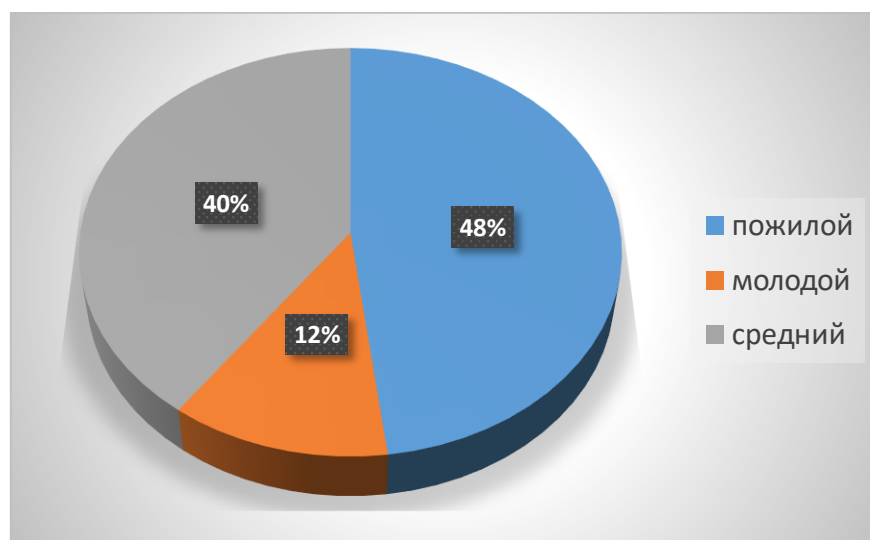


Рисунок 33 – Распределение по возрастному признаку

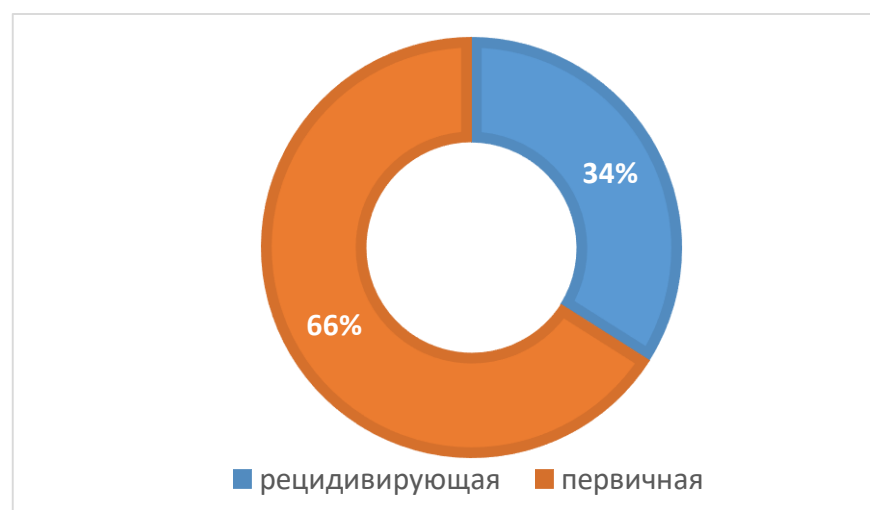


Рисунок 34 – Распределение по кратности возникновения заболевания

Итак, из 50 участников исследования, 27 человек из которых являются женщинами и 23 мужчинами соответственно. Из 27 человек женского пола 14 – старше 60 лет, 12 – среднего возраста и 1 – моложе 30. Из 23 представителей мужского пола 10 человек пожилого возраста, 8 среднего и 5 молодого. Дети в выборку не включались. Также было проведено распределение по кратности возникновения заболевания, которое показало, что рецидивирующий характер рожи имеют 17 человек, остальные 33 заболели впервые. Относительно степени тяжести из 50 рассмотренных случаев 38 человек имеют среднетяжелую степень тяжести, 6 человек – легкую и столько же тяжелую. Крайнетяжелая степень тяжести не встречалась. На рисунке 35 можно увидеть

диаграмму распределения по степени тяжести согласно диагнозу, поставленному лечащим врачом.



Рисунок 35 – Распределение по степени тяжести

В процессе проведения эксперимента необходимо определить процент совпадения степеней тяжести, выявленной врачом и программой. Для этого составленные семантические сети пациентов были поочередно загружены в программу способом, описанным в предыдущем пункте текущего раздела, после чего результаты были записаны в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты сравнительного эксперимента

№	Ст. тяжести по мед.карте	Ст. тяжести по программе	Решение
1	легкая	легкая	Совпадает
2	легкая	легкая	Совпадает
3	легкая	легкая	Совпадает
4	легкая	легкая	Совпадает
5	легкая	легкая	Совпадает
6	легкая	легкая	Совпадает
7	средняя	средняя	Совпадает
8	средняя	легкая	НЕ совпадает
9	средняя	средняя	Совпадает
10	средняя	легкая	НЕ совпадает
11	средняя	средняя	Совпадает

№	Ст. тяжести по мед.карте	Ст. тяжести по программе	Решение
12	средняя	средняя	Совпадает
13	средняя	легкая	НЕ совпадает
14	средняя	легкая	НЕ совпадает
15	средняя	средняя	Совпадает
16	средняя	средняя	Совпадает
17	средняя	средняя	Совпадает
18	средняя	средняя	Совпадает
19	средняя	средняя	Совпадает
20	средняя	легкая	НЕ совпадает
21	средняя	легкая	НЕ совпадает
22	средняя	легкая	НЕ совпадает
23	средняя	средняя	Совпадает
24	средняя	средняя	Совпадает
25	средняя	средняя	Совпадает
26	средняя	средняя	Совпадает
27	средняя	легкая	НЕ совпадает
28	средняя	легкая	НЕ совпадает
29	средняя	средняя	Совпадает
30	средняя	средняя	Совпадает
31	средняя	средняя	Совпадает
32	средняя	средняя	Совпадает
33	средняя	средняя	Совпадает
34	средняя	легкая	НЕ совпадает
35	средняя	легкая	НЕ совпадает
36	средняя	средняя	Совпадает
37	средняя	средняя	Совпадает
38	средняя	средняя	Совпадает
39	средняя	легкая	НЕ совпадает
40	средняя	средняя	Совпадает
41	средняя	средняя	Совпадает
42	средняя	средняя	Совпадает

№	Ст. тяжести по мед.карте	Ст. тяжести по программе	Решение
43	средняя	средняя	Совпадает
44	средняя	средняя	Совпадает
45	средняя	средняя	Совпадает
46	тяжелая	средняя	НЕ совпадает
47	тяжелая	тяжелая	Совпадает
47	тяжелая	тяжелая	Совпадает
48	тяжелая	тяжелая	Совпадает
49	тяжелая	тяжелая	Совпадает
50	тяжелая	тяжелая	Совпадает

Исходя из приведенных в таблице 4 данных, была построена диаграмма (рис. 36), отображающая в более наглядном формате результаты проведенного эксперимента и матрица ошибок для получения метрики качества (табл. 5).

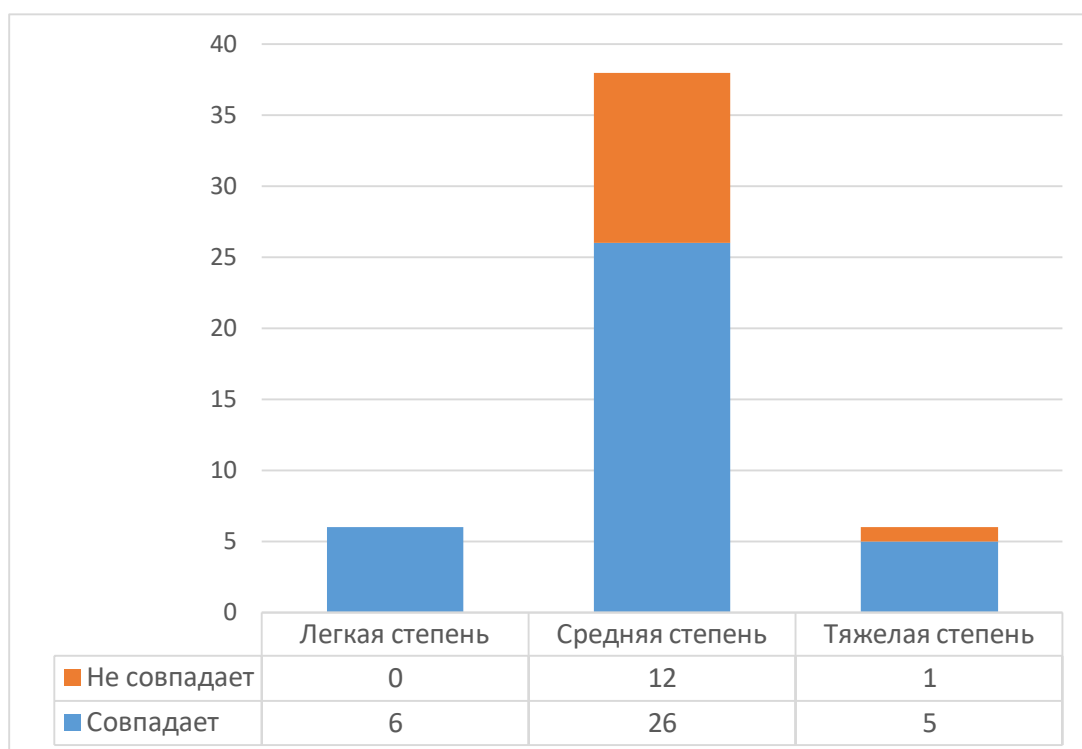


Рисунок 36 – Результаты эксперимента

Таблица 5 – Матрица ошибок

	Предсказанный программой			
		I Легкая	II Средняя	III Тяжелая
Истинный по мед. карте	I	6	0	0
	II	12	26	0
	III	0	1	5

Итак, в 50 рассмотренных случаях заявленная степень тяжести в 13 оказалась ошибочно определенной. Программа определила, что из 38 случаев, имеющих среднюю степень 12 больше подходят под критерии легкой степени тяжести, а 1 случай, заявленный как тяжелый, по рассчитанной оценке, имеет среднюю степень. Легкая степень тяжести во всех случаях была определена безошибочно. Таким образом, чувствительность для легкой степени тяжести (I) составила 100%, а специфичность 72,7%; для среднетяжелой степени (II) чувствительность равна 68,4%, специфичность – 84,6%; для тяжелой степени чувствительность есть 83,3%, специфичность – 100%. Другими словами, больные с легкой степенью всегда будут идентифицированы правильно, как и не больные тяжелой. В остальных случаях процент варьируется, но остается в достаточно высоком диапазоне.

Однако, такой процент ошибочного определения обуславливается следующим:

- учитывая все риски, сопряженные с постановкой диагноза, лечащие врачи намеренно завышают степень тяжести, что позволяет пациенту подвергаться более тщательному лечению и защищает самого врача от случайной ошибки. В подтверждение этому можно привести тот факт, что все случаи ошибочно определенных программой состояний имеют степень тяжести ниже, чем определенные врачом;

- еще одним фактором является то, что некоторые пациенты находятся в пограничных стадиях между легкой и средней степенью тяжести. Доказательством этого можно считать то, что в некоторых рассмотренных

случаях сравнительные коэффициенты легкой и средней степеней отличаются на несколько тысячных долей, и при объективном осмотре лечащим врачом принимается решение о постановке более серьезной степени.

Принимая во внимание вышеупомянутые факторы, можно сделать вывод, что процент ошибок незначителен, а значит тестирование метода на корректность оценки состояния тяжести заболевания пациента можно считать успешным.

4.3 Выводы по главе

В качестве тестируемого заболевания было выбрано такое инфекционное заболевание, как рожистые воспаления. Было составлено 3 эталонных семантических сети, описывающую легкую, среднетяжелую и тяжелую степень этого заболевания. Качество построенных семантических сетей было подтверждено специалистами.

В этой главе было проведено функциональное тестирование программного прототипа, которое показало корректность его работы в целом: верный расчет промежуточных и финального показателей, верное считывание данных их файлов, а также вывод решения на экран.

Помимо этого, было произведено и качественное тестирование самого метода оценки состояния тяжести пациента на реальных данных. Всего выборка содержала 50 случаев заболевания разной степени тяжести. Тестирование показало, что легкая степень тяжести в 100% случаях определяется верно, средняя степень тяжести в 70% определяется правильно, в остальных как легкая, и наконец, тяжелая степень в 85% определяется верно, в остальных как среднетяжелая. Это подтверждают и метрики качества, рассчитанные для каждой рассмотренной степени тяжести.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов проекта. Необходимо оценить полные денежные затраты на проект и дать приближенную экономическую оценку результатов его внедрения, что в свою очередь позволит оценить экономическую целесообразность выполненной работы, используя традиционные показатели эффективности инвестиций.

Для достижения данной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- провести предпроектный анализ;
- спланировать продолжительность этапов работ и график выполнения этих работ в рамках проекта;
- рассчитать смету затрат на выполнение проекта;
- определить стоимость разработки проекта;
- оценить экономическую эффективность проекта.

5.1 Предпроектный анализ

Основной целью данной работы можно считать повышение эффективности работы врача-инфекциониста путем создания метода, позволяющего точно производить оценку состояния тяжести определенного заболевания с помощью семантических технологий по данным врачебных осмотров.

Потенциальными потребителями результатов научно-исследовательского проекта помимо медицинского персонала можно считать также представителей научного сообщества, заинтересованных в продолжении исследования или в использовании его технических результатов.

Для формирования стратегии позиционирования продукта (в нашем случае, метода автоматической оценки состояния пациента) необходимо учитывать следующие данные ситуационного анализа – SWOT-анализ. Предварительно вникнув в сильные и слабые стороны организации, была составлена матрица SWOT для проекта представленная на рисунке 37.



Рисунок 37 – матрица SWOT

Рассмотрим все возможные сочетания сильных сторон с возможностями и угрозами, а также слабых сторон с возможностями и угрозами. Оценим по пятибалльной шкале степень взаимодействия слабых и сильных сторон, возможностей и угроз. На пересечении строки и столбца укажем балльную оценку значимости. Балльная оценка позволяет более точно понять значимость отдельных факторов. Результаты балльной оценки сильных и слабых сторон внутренней среды, а также угроз и возможностей внешней среды представлены в таблице 6.

Также в таблице 6, в строке и столбце «Итого» приведена совокупная балльная оценка сильных и слабых сторон внутренней среды предприятия, а также возможностей и угроз внешней среды.

Таблица 6 – Оценка взаимодействия сторон с возможностями и угрозами

Факторы		Сильные стороны:					Слабые стороны:		Итого:
		Точная и быстрая оценка ст. тяж.	Высокий спрос	Простота и понятность метода	Эталоны основаны на реальных онтологиях	Легко внедрить в любую МИС	Сложный метод построения СС	Нет БД описаний степеней тяжести болезней	
Возможности	Упрощение работы мед персонала	5	4	4	3	5	5	5	31
	Прозрачность работы страховых мед организаций	5	5	4	2,5	2,5	2,5	2,5	24
	Повышение качества работы сектора здравоохранения	5	5	5	5	5	4	5	33
Угрозы	Устаревание оборудования	5	4	3	4	3	5	4	28
	Изменение структуры мед. документов	5	3	5	5	3	5	2,5	28,5
	Разработка продвинутого ИИ	3	5	3	5	5	5	3	29
Итого:		28	26	24	24,5	25,5	26,5	22	

По результатам анализа данных, представленных в таблице, можно сделать вывод, что в проекте более выражены сильные стороны. Наибольшее значение среди сильных сторон имеет точная и быстрая оценка степени тяжести заболевания, позволяющая постоянно следить за состоянием пациента, а также возможность внедрения в медицинские информационные системы. Среди слабых сторон следует обратить наибольшее внимание на метод построения семантических сетей.

Лидирующую позицию в возможностях занимает повышение качества работы сектора здравоохранения в целом. Отсутствие базы данных описаний степени тяжести в скором времени скорее всего появится в медицинских системах. Максимальную угрозу представляет разработка продвинутого ИИ, который может заменить саму профессию врача-инфекциониста, поскольку

данный фактор оказывает значительное влияние не только на всю экономику, но и на профессию врачей в целом.

Таким образом, проведенный SWOT-анализ показал, что реализация рассматриваемого проекта будет способствовать повышению эффективности сектора здравоохранения и вполне рентабельно.

5.2 Организация и планирование работ

При организации процесса был определен полный перечень необходимых работ, а также их исполнители и рациональная продолжительность. В таблице 7 представлен полный перечень производимых работ, данные в котором хронологически упорядочены.

Таблица 7 – 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%
Подбор и изучение литературы и аналогов по тематике	НР, И	НР – 30% И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
Анализ исследуемой области	И	И – 100%
Разработка метода определения степени тяжести	НР, И	НР – 10% И – 100%
Проектирование программной системы	И	И – 100%
Разработка программной системы	И	И – 100%
Тестирование программной системы	И	И – 100%
Тестирование метода на реальных данных	НР, И	НР – 30% И – 100%
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100%
Подготовка к защите ВКР	НР, И	НР – 30% И – 100%
<i>Примечание: НР – научный руководитель, И – инженер</i>		

5.2.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ проведен опытно-статическим методом с помощью экспертного способа. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ применена следующая формула (27):

$$t_{ож} = \frac{3 * t_{min} + 2 * t_{max}}{5}, \quad (27)$$

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

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Для построения линейного графика также была рассчитана длительность этапов в рабочих днях, а после и в календарных. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) проводился по формуле (28):

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} * K_{Д}, \quad (28)$$

где $K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных. Пусть $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ. Пусть $K_{Д} = 1,1$.

Формула расчета продолжительности этапа в календарных днях (29) представлена ниже:

$$T_{КД} = T_{РД} * T_{К}, \quad (29)$$

где $T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый следующим образом для шестидневной недели (30):

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} = \frac{365}{365 - 52 - 15} = 1,22, \quad (30)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни, дн.;

$T_{ВД}$ – выходные дни, дн.;

$T_{ПД}$ – праздничные дни, дн.

Полученные результаты трудозатрат на выполнение проекта отображены в таблице 8, а линейный график работ на рисунке 38.

Таблица 8 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительно работ, дн.			Трудоёмкость работ по исполнителям, чел-дн.			
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	Трд		Ткд	
					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
Подбор и изучение литературы и аналогов по тематике	НР, И	3	10	5,8	1,9	6,38	2,33	7,78
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
Разработка метода определения степени тяжести	НР, И	2	5	3,2	0,35	3,52	0,43	4,3
Проектирование программной системы	И	7	14	9,8	–	10,8	–	13,1
Разработка программной системы	И	12	18	14,4	–	15,8	–	19,3
Тестирование программной системы	И	5	10	5	–	5,5	–	6,71
Тестирование метода на реальных данных	НР, И	6	12	8,4	2,77	9,24	3,38	11,3
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	12	18	14,4	–	15,8	–	19,3
Подготовка к защите ВКР	НР, И	2	7	4	1,32	4,4	1,6	5,38
Итого:				73,6	14,7	73,2	17,94	89,4

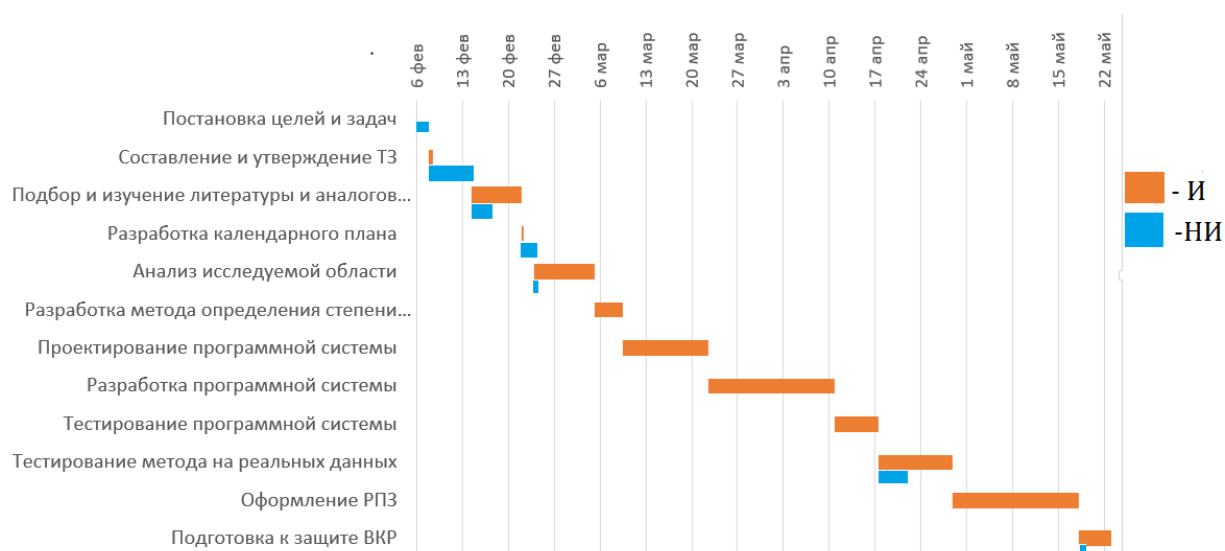


Рисунок 38 – Линейный график работ

5.3 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 производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- прочие (накладные расходы) расходы.

5.3.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно.

Расчет затрат конкретно данного проекта приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	240	1 уп.	240
Картридж для принтера Samsung SCX-3400	1 300	1 шт.	1 300
Лицензия Microsoft Visual Studio Professional	4 987	1 шт.	4 987
Итого:			6 527

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 1540 * 1,05 = 6\,853,35$ руб.

5.3.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и исполнитель проекта, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Среднедневная тарифная заработная плата была рассчитана по формуле (31):

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \frac{МО}{25}, \quad (31)$$

где МО – месячный оклад сотрудника.

Учитывая, что в году 300 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе, в каждом месяце имеется около 25 рабочих дней. Для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка сотрудника, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку необходимо умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}}$, который равен 1,699 при шестидневной рабочей неделе. Расчет затрат на полную заработную плату приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Расчет затрат на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.дн.	Затраты времени, раб.дн.	Фонд ЗП, руб.
НИ	33 664	1 346,56	15	20 198,40
И	17 018	680,72	74	49 011,84
			Итого:	69 210,24

5.3.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту. Соответственно, для текущего проекта затраты на социальный налог равны (32):

$$C_{\text{соц}} = 69\,210,24 * 0,302 = 20\,901,50 \quad (32)$$

5.3.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле (33):

$$C_{\text{эл.об}} = P_{\text{об}} * t_{\text{об}} * C_{\text{э}} \quad , \quad (33)$$

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

$C_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час (для ТПУ $C_{\text{э}} = 6,59$ руб./кВт·час (с НДС));

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

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 7 для инженера ($T_{\text{РД}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{РД}} * K_t \quad , \quad (34)$$

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

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{НОМ}} * K_c \quad , \quad (35)$$

где $P_{\text{НОМ}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_c \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности.

Определим время работы персонального компьютера (36), принимая коэффициент использования равным 1, так как все работы выполняются за ним:

$$t_{об} = (74 * 8) * 1 = 592 \text{ ,} \quad (36)$$

Расчет затрат на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет затрат на электроэнергию

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт.	Затраты $C_{эл.об}$, руб.
Ноутбук	592	0,44	1 716, 56
Принтер	4	0,31	8,17
Итого:			1 724,73

5.3.5 Расчет амортизационных расходов

В данной статье представлен расчёт амортизации используемого оборудования за время выполнения проекта по следующей формуле:

$$C_{AM} = \frac{H_A * t_{об} * C_{об} * n}{F_d} \text{ ,} \quad (37)$$

где H_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{об}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР;

F_d – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году ($F_d = 300 * 8 = 2400$ ч);

$t_{об}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Расчет для ноутбука следующий:

$$C_{AM} = \frac{0,4 * 592 * 25\,700 * 1}{2\,400} = 2\,713,33 \text{ руб. ,} \quad (38)$$

Расчет для принтера:

$$C_{AM} = \frac{0,5 * 4 * 4690 * 1}{300} = 31,26 \text{ руб. ,} \quad (39)$$

Итого начислено амортизации **2 744,59** руб.

5.3.6 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях. Их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов (40):

$$C_{\text{проч}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об}} + C_{\text{ам}}) * 0,1 \quad , \quad (40)$$

Таким образом, прочие расходы на реализацию настоящего проекта составили:

$$\begin{aligned} C_{\text{проч}} &= (6853,35 + 69210,24 + 20901,50 + 1724,73 + 2744,59) * 0,1 \\ &= 10\,143,44 \text{ руб} \end{aligned}$$

5.3.7 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта «Разработка метода оценки состояния тяжести пациента с использованием инструментария семантических сетей» (табл. 12).

Таблица 12 – Расчет себестоимости разработки проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	6853,35
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	69 210,24
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	20 901,50
Расходы на электричество	$C_{\text{эл.}}$	1 724,73
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	2 744,59
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	10 143,44
Итого:		111 577,85

5.3.8 Расчет прибыли

Так как получить данные для применения методов для расчета прибыли не представляется возможным, поэтому прибыль была принята в размере 20 % от полной себестоимости проекта и составила:

$$C_{\text{приб}} = 111\,577,85 * 0,2 = 22\,315,57 \text{ руб} \quad (42)$$

5.3.9 Расчет НДС

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

$$C_{\text{НДС}} = (22\,315,57 + 111\,577,85) * 0,2 = 26\,778,68 \text{ руб} \quad (43)$$

5.3.10 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС:

$$C_{\text{НИР}} = 111\,577,85 + 22\,315,57 + 26\,778,68 = 160\,672,10 \text{ руб} \quad (44)$$

5.4 Оценка экономической эффективности проекта

Предметом реализованного проекта является метод оценки состояния тяжести пациента в купе с его программной реализацией. На данный момент существует ряд медицинских информационных систем, доступных на разнообразных Интернет и прочих площадках. Однако ни один из исследованных в рамках настоящего проекта не предоставляет функцию определения степени тяжести инфекционных заболеваний с помощью семантических сетей.

Потенциальная косвенная экономическая эффективность реализованного проекта заключается в снижении нагрузки на медицинские учреждения, медицинский персонал в частности и страховые медицинские организации. Ожидается, что врач-инфекционист, получив результаты оценивания состояния тяжести будет способен без рисков назначить или спрогнозировать лечение, а страховщик будет уверен в сумме выплачиваемой компенсации. Однако разработанное ПО является лишь программным прототип и не может быть на данном этапе внедрено, поэтому оценить изменение в деятельности как врача так и организаций не представляется возможным.

Данное ПО возможно коммерциализировать, установив тариф на типы функций, осуществляемых ПО. Однако в рамках выполненной работы не была осуществлена экспертная оценка эксплуатационных издержек на реализованный проект, поэтому оценка данного экономического результата невозможна.

5.5 Риски научно-исследовательского проекта

При разработке научно-исследовательского проекта следует понимать и учитывать возможные риски. Представленная таблица 13 содержит результаты анализа возможных рисков.

Таблица 13 – Реестр рисков

Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
Кадровый риск	Отсутствие заинтересованных исполнителей проекта	1	5	существенный	Повышение мотивации исполнителей проекта	Потеря интереса исполнителей к деятельности проекта
Технический риск	Потеря файлов проекта	3	5	существенный	Регулярное создание резервных копий файлов проекта	Отказ используемого оборудования
Доступ к данным	Отсутствие данных для работы системы	2	5	существенный	Заключение официального договора на доступ к данным	Отсутствие доступа к данным историй болезни

Из анализа реестра рисков можно заключить, что первым и вторым типами рисков обладает практически каждый проект. Риск же потери доступа к данным во время выполнения данного научно-исследовательского проекта существенен для реализации, однако маловероятен.

Выводы по разделу

Подсчитанные затраты и преимущества от выполнения проекта позволяют доказать экономическую целесообразность проекта при благополучном исходе.

В рамках работы были подсчитаны приблизительные затраты на выполнение проекта, которые в сумме составили 160 672,10 рублей. Однако, точный расчет экономического эффекта от использования разработанного ПО и метода в целом невозможен ввиду отсутствия достоверных данных касательно результатов внедрения реализованного проекта, а также отсутствия прямой экономической выгоды для целевой аудитории.

6 Социальная ответственность

Представление понятия «Социальная ответственность» сформулировано в международном стандарте (МС) IC CSR-08260008000: 2011 «Социальная ответственность организации» [27].

В соответствии с МС социальная ответственность – это ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое:

- содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества;
- учитывает ожидания заинтересованных сторон;
- соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность);
- интегрировано в деятельность всей организации и применяется во всех ее взаимоотношениях (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность).

Введение

Выполняемая работа заключается в разработке метода определения степени тяжести пациента с помощью семантических сетей и его последующей программной реализации для проведения необходимых экспериментов, таким образом, работу можно классифицировать как работу разработчика программного обеспечения.

В разделе будут рассмотрены опасные и вредные факторы, оказывающие влияние на производственную деятельность технологического персонала, работающего с автоматизированной системой управления технологическим процессом, рассмотрены воздействия разрабатываемой системы на окружающую среду, правовые и организационные вопросы, а также мероприятия в чрезвычайных ситуациях.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Правовое регулирование трудовых отношений между работодателем, работником и государством регулируется Трудовым кодексом Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ. В ТК РФ в соответствии с Конституцией РФ, признаются свобода труда, выбор и согласие на него, а также выбор профессии и деятельности [28].

В соответствии со ст. 91 ТК РФ, Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

В соответствии со ст. 111 ТК РФ Всем работникам предоставляются выходные дни (еженедельный непрерывный отдых). При пятидневной рабочей неделе работникам предоставляются два выходных дня в неделю, при шестидневной рабочей неделе - один выходной день.

В соответствии со ст. 142 ТК РФ, в случае задержки выплаты заработной платы на срок более 15 дней работник имеет право, известив работодателя в письменной форме, приостановить работу на весь период до выплаты задержанной суммы, кроме ряда перечисленных случаев.

В соответствии со ст. 212 ТК РФ, работодатель обязан обеспечить безопасные условия труда, а также обязательное социальное страхование 64 работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Для комфортного времяпрепровождения на территории рабочего места, организации необходимо соблюдать ряд правил для офисного помещения и персональных компьютеров, изложенных в трудовом праве российской федерации.

6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Ниже будут перечислены предъявляемые требования к расположению и компоновке рабочего места.

Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах (680-800) мм, при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм [28].

Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПК, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм [28].

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм [28].

Конструкция рабочего стула должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах (400 550) мм и углам наклона вперед до 15 град, и назад до 5 град.;
- высоту опорной поверхности спинки (300 ± 20) мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости –400 мм;
- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах ± 30 градусов;
- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах (260 400) мм;
- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250мм и шириной – (50 70) мм;
- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах (230 ± 30) мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах (350 500) мм [28].

При выборе компьютеров для сотрудников важным является возможность монитора компьютера изменять положение в различных плоскостях (горизонтальные или вертикальные), с возможной устойчивой фиксацией в положении, которая удобна пользователю. Экран монитора должен содержать регулировку яркости и контрастности, что каждый работник мог установить нужный режим, которые будет соответствовать чувствительности глаз.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк [28].

Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева [28].

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейноплечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ [28].

Контролируемыми гигиеническими параметрами персональных цифровых ЭВМ (в т.ч. портативных) являются: уровни электромагнитных полей (ЭМП), акустического шума, концентрация вредных веществ в воздухе, визуальные показатели ВДТ, мягкое рентгеновское излучение[28].

Помещение должно быть оборудовано системами вентиляции, кондиционирования и отопления.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение как для

облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

6.2 Производственная безопасность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке или эксплуатации проектируемого решения.

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

Согласно номенклатуре, опасные и вредные факторы по ГОСТ 12.0.003-74 [29] делятся на следующие группы:

- физические;
- химические;
- психофизиологические;
- биологические.

Перечень опасных и вредных факторов, влияющих на персонал в заданных условиях деятельности, представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень опасных и вредных факторов технологии производства

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работа с ПЭВМ; Система отопления; Система вентиляции; Источник освещения.	Температура и влажность воздуха; Напряженность зрения; Напряженность труда в течение смены; Естественное и искусственное освещение;	Электрический ток.	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений СанПиН 2.2.4-548-96 [30]; Нормы естественного и искусственного освещения предприятий, СНиП 23-05-95 [31]; Допустимые уровни шумов в Производственных помещениях. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ [32];

	<p>Электромагнитные излучения;</p> <p>Повышенная или пониженная влажность воздуха;</p> <p>Повышенный уровень шума.</p>		<p>Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [33];</p> <p>Защитное заземление, зануление, ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ [34].</p>
--	--	--	--

Данные факторы могут влиять на состояние здоровья или привести к травмоопасной или аварийной ситуации, поэтому следует установить эффективный контроль за соблюдением норм и требований, предъявленных к их параметрам.

6.2.2 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов (техника безопасности и производственная санитария)

6.2.2.1 Требования к помещениям для работы с ПЭВМ

В соответствии с основными требованиями к помещениям для эксплуатации ПЭВМ (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [33]) эти помещения должны иметь естественное и искусственное освещение. Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с ВДТ на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не менее 6 м² и с ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) 4,5 м².

Для внутренней отделки интерьера помещений с ПЭВМ должны использоваться диффузионно-отражающие материалы с коэффициентом отражения от потолка – 0,7 - 0,8; для стен – 0,5 - 0,6; для пола – 0,3 - 0,5.

6.2.2.2 Освещение

Освещение рабочего места специалиста складывается из естественного и искусственного освещения. Естественное освещение достигается установкой оконных проемов с коэффициентом естественного освещения

(КЕО) не ниже 1,2% в зонах с устойчивым снежным покровом и не ниже 1,5% на остальной территории [35].

Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СанПиНом 2.2.1/2.1.1.1278-03 указаны в таблице 15 [36].

Таблица 15 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СанПиНом 2.2.1/2.1.1.1278-03

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
		КЕО, %		КЕО, %		Освещенность, лк				
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При комбинированном освещении		При общем освещении	Показатель диска форта, М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более
Всего	От общего									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы	Г – 0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300	40	15
Помещение для работы с дисплеями и видеотерминалами, залы ЭВМ	Г – 0,8 Экран монитора: В – 1,2	3,5 -	1,2 -	2,1 -	0,7 -	500 -	300	400 200	15 -	10

Для искусственного освещения помещений с персональными компьютерами следует применять светильники типа ЛПО36. Допускается применять светильники прямого света, преимущественно отраженного света типа ЛПО13, ЛПО5, ЛСО4, ЛПО34, ЛПО31 с люминесцентными лампами типа ЛБ.

В утреннее и вечернее время вводится общее искусственное освещение. Основными источниками искусственного освещения являются лампы белого света ЛБ-20. Для обеспечения нормируемых значений освещенности по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [36] в помещениях для работы за ПК следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

Расчет системы искусственного освещения проводится для прямоугольного помещения, размерами: длина $A = 5$ м, ширина $B = 7$ м, высота $H = 4$ м, количество ламп $N = 12$ шт.

Вычисления будут, производится по методу светового потока, предназначенного для расчета освещенности общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей. Согласно отраслевым нормам освещенности уровень рабочей поверхности над полом составляет 0,8 м и установлена минимальная норма освещенности $E = 300$ Лк.

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

$$\Phi = \frac{E_H * S * K_3 * Z * 100}{n * \eta} , \quad (44)$$

где E_H – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, (Лк);

S – площадь освещаемого помещения, м²;

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение источника света, стен, прочих отражающих поверхностей, наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения. Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным $Z = 1,1$;

n – число светильников;

η – коэффициент использования светового потока, %;

Φ – световой поток, излучаемый светильником.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен (ρ_{cm}) и потолка (ρ_n). Индекс помещения определяется по формуле (45).

$$i = \frac{S}{h * (A + B)} , \quad (45)$$

Коэффициенты отражения оцениваются субъективно.

Произведем расчет:

$$h = H - 0,8 = 4 - 0,8 = 3,2 \text{ м} \quad , \quad (46)$$

где h – расчетная высота подвеса светильников над рабочей поверхностью.

Экономичность осветительной установки зависит от отношения, представленного в формуле:

$$l = \frac{L}{h} \quad , \quad (47)$$

где L – расстояние между рядами светильников, м.

Рекомендуется размещать люминесцентные лампы параллельными рядами, принимая $l = 1,4$, отсюда расстояние между рядами светильников (48):

$$L = l * h = 1,4 * 3,2 = 4,48 \text{ м} \quad (48)$$

Два ряда светильников будут расположены вдоль длинной стены помещения. Расстояние между двумя рядами светильников и стенами вычисляется по формуле:

$$Л = \frac{B - L}{4} = \frac{7 - 4,48}{4} = 0,63 \text{ м} \quad (49)$$

Определим индекс помещения вычисляя по формуле (45) получаем:

$$i = \frac{35}{3,2 * 12} = 0,91 \quad (50)$$

Найдем коэффициенты отражения поверхностей стен, пола и потолка. Так как поверхность стен недавно побелена и окрашена в серый цвет, а помещение с окнами без штор, то коэффициент отражения поверхности стен $P_{ст} = 50\%$. Поверхность потолка тоже светлая, поэтому коэффициент отражения поверхности потолка $P_n = 30\%$. Учитывая коэффициенты отражения поверхностей стен, потолка и индекс помещения i , определяем значение коэффициента $\eta = 41\%$.

Подставив все значения в формулу (44), по которой рассчитывается световой поток одного источника света, получаем:

$$\Phi = \frac{300 * 35 * 1,5 * 1,1}{12 * 0,41} = 3521 \text{ Лм} \quad (51)$$

По полученному световому потоку подбираем лампу, наиболее подходящей является лампа LUNA250 со световым потоком 3520 Лм (F).

Выразим E :

$$E = \frac{F * N * \eta}{k} = \frac{3520 * 12 * 0,41}{1,5 * 35 * 1,1} = 299,5 \text{ Лм} \quad (52)$$

Как видно из расчета, минимальная освещенность в пределах нормы. Для того чтобы доказать, что использование люминесцентной лампы LUNA250 является наиболее рациональным, рассчитаем необходимое количество светильников по формуле:

$$N = \frac{E * k * S * Z}{n * \eta * F}, \quad (53)$$

где E – норма освещенности $E = 300$ Лк;

k – коэффициент запаса учитывающий старение ламп и загрязнение светильников, $k = 1,5$;

S – площадь помещения;

Z – коэффициент неравномерности освещения, $Z = 1,1$;

n – число рядов светильников, $n = 4$;

η – коэффициент использования светового потока, $\eta = 0,41$;

F – световой поток, излучаемый светильником, $F=3520$ для LUNA250.

Подставим численные значения в формулу (53), получим количество светильников в одном ряду:

$$N = \frac{300 * 1,5 * 35 * 1,1}{4 * 0,41 * 3520} = 3 \text{ шт} \quad (54)$$

Длина одного светильника равна 0,5 м, в одном светильнике 4 лампы LUNA250.

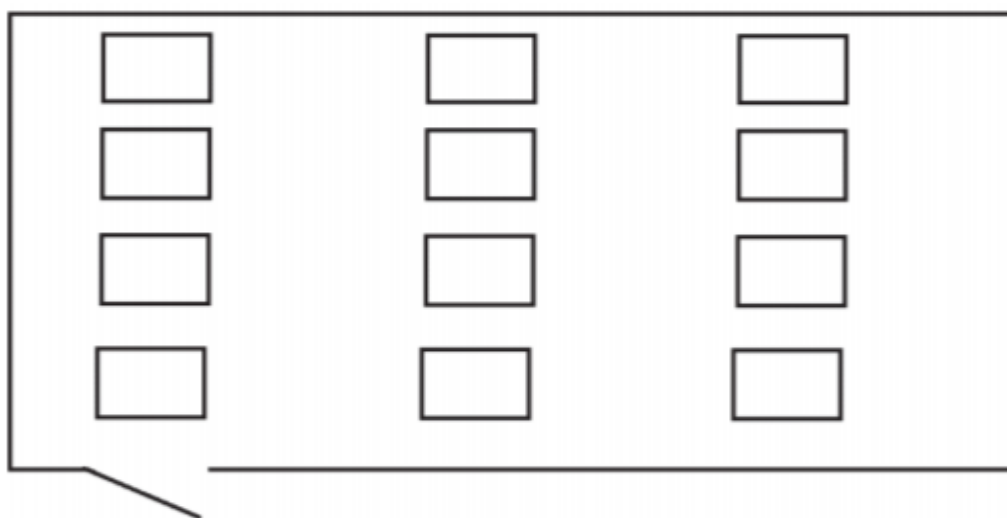


Рисунок 39 – Схема расположения ламп в аудитории КЦ НИ ТПУ

Так как в рассматриваемом помещении количество ламп 12 (шт), по три светильника в четырех рядах, следовательно, нормы безопасности по искусственному освещению в данном случае соблюдены.

6.2.2.3 Микроклимат

Значимым физическим фактором является микроклимат рабочей зоны (температура, влажность и скорость движения воздуха). Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха влияют на теплообмен и необходимо учитывать их комплексное воздействие. Нарушение теплообмена вызывает тепловую гипертермию, или перегрев.

Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха производственных помещений для работ, производимых сидя и не требующих систематического физического напряжения (категория Ia), приведены в таблице 16 согласно с СанПиНом 2.2.2/2.4.1340-03 [33] и СанПиНом 2.2.4.548-96 [30].

Таблица 16 – Нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха

Период года	Категория работы	Температура, С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более м/с
Холодный	Ia	22-24	40-60	0,1
Теплый	Ia	23-25	40-60	0,1

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Категория работы	Температура, С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более м/с
Холодный	Ia	20-25	15-75	0,1
Теплый	Ia	21-28	15-75	0,1-0,2

В рабочем помещении для выполнения данного научно-исследовательского проекта температурные замеры в холодный период года – февраль 2021 – колебались от 20 до 23 градусов, температура в теплое время года – апрель 2021 – от 23 до 25.

Для обеспечения установленных норм микроклиматических параметров и чистоты воздуха на рабочих местах и в помещениях применяют вентиляцию. Общеобменная вентиляция используется для обеспечения в помещениях соответствующего микроклимата. Периодически должен вестись контроль влажности воздуха. В летнее время при высокой уличной температуре должны использоваться системы кондиционирования.

В холодное время года предусматривается система отопления. Для отопления помещений используются водяные системы центрального отопления. При недостаточной эффективности центрального отопления должны быть использованы масляные электрические нагреватели.

Радиаторы должны устанавливаться в нишах, прикрытых деревянными или металлическими решетками. Применение таких решеток способствует также повышению электробезопасности в помещениях. При этом температура

на поверхности нагревательных приборов не должна превышать 95°С, чтобы исключить пригорание пыли.

6.2.2.4 Шум

Превышение уровня шума является распространенным вредным фактором на рабочем месте. Его нарушение влечет за собой негативное воздействие не только на органы слуха, но и на весь организм человека в целом, через центральную нервную систему.

При выполнении работ специалист может оказаться под шумовым воздействием со стороны оборудования, находящегося в рабочем помещении: персональные компьютеры, осветительные приборы дневного света, а также шумы, проникающие извне.

Выполняемые работы оцениваются как научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, следовательно, согласно СН2.2.4/2.1.8.562-96 [37] эквивалентный уровень шума в рабочем помещении не должен превышать 50дБА.

Снижению уровня шума способствует установка звукопоглощающих материалов (плиты, панели), подвесных акустических потолков, а также установка малозумного оборудования.

6.2.2.5 Электромагнитные излучения

Электромагнитным излучением называется излучение, прямо или косвенно вызывающее ионизацию среды. Контакт с электромагнитными излучениями представляет серьезную опасность для человека, по сравнению с другими вредными производственными факторами (повышенное зрительное напряжение, психологическая перегрузка, сохранение длительное время неизменной рабочей позы).

Когда все устройства персонального компьютера включены, в районе рабочего места программиста, формируется сложное по структуре электромагнитное поле. Реальную угрозу для пользователя компьютера представляют электромагнитные поля. Влияние их на организм человека не обходится без последствий. Исследования показали, что в организме человека

под влиянием электромагнитного излучения монитора происходят значительные изменения гормонального состояния, специфические изменения биотоков головного мозга, изменение обмена веществ. Пыль, притягиваемая электростатическим полем монитора, иногда становится причиной дерматитов лица, обострения астматических симптомов, раздражения слизистых оболочек.

Для снижения воздействия электромагнитного излучения следует применять мониторы с пониженным уровнем излучения, также устанавливать защитные экраны, придерживаться регламентированного режима труда и отдыха, а также проводить регулярную гигиеническую уборку помещения.

Нормы электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ приведены в таблицах 18-19 в соответствии с СанПиНом 2.2.2/2.4.1340-03 [33].

Таблица 18 – Временные допустимые ЭМП, создаваемых ПЭВМ

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

Таблица 19 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

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
Напряженность электростатического поля		23 В/м

Для оценки соблюдения уровней необходим производственный контроль (измерения). В случае превышения уровней необходимы организационно-технические мероприятия (защита временем, расстоянием, экранирование источника, либо рабочей зоны, замена оборудования, использование СИЗ).

6.2.2.6 Психофизиологические факторы

Наиболее эффективные средства предупреждения утомления при работе на производстве – это средства, нормализующие активную трудовую деятельность человека. На фоне нормального протекания производственных процессов одним из важных физиологических мероприятий против утомления является правильный режим труда и отдыха (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [33]).

Существуют следующие меры по снижению влияния монотонности:

- необходимо применять оптимальные режимы труда и отдыха в течение рабочего дня;
- соблюдать эстетичность производства.

Для уменьшения физических нагрузок организма во время работы рекомендуется использовать специальную мебель с возможностью регулировки под конкретные антропометрические данные, например, эргономичное кресло.

6.2.2.7 Электрический ток

Среди распространенных опасностей в рабочей зоне находится и поражение электрическим током. Опасность поражения определяется величиной тока проходящего через тело человека I или напряжением прикосновения U . Напряжение считается безопасным при напряжении прикосновения $U < 42$ В.

При получении человеком разряда электрического тока могут быть получены электротравмы, электрические удары и даже летальный исход (согласно ГОСТ 12.1.009-2009 [38]). Для защиты от поражения электрическим током следует выполнить следующие пункты:

- обеспечить недоступность токоведущих частей от случайных прикосновений;
- электрическое разделение цепей;
- устранить опасность поражения при появлении напряжения на разных частях.

Токи статического электричества, наведенные в процессе работы компьютера на корпусах монитора, системного блока и клавиатуры, могут приводить к разрядам при прикосновении к этим элементам. Такие разряды опасности для человека не представляют, но могут привести к выходу из строя оборудования.

На рабочем месте пользователя размещены дисплей, клавиатура и системный блок. Перед началом работы следует убедиться в отсутствии свешивающихся со стола или висящих под столом проводов электропитания, в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых повреждений аппаратуры и рабочей мебели, в отсутствии повреждений и наличии заземления приэкранного фильтра.

Методы защиты от воздействия статического электричества:

- влажная уборка, чтобы уменьшить количество пылинок в воздухе и на предметах офиса;
- использование увлажнителей воздуха;
- защитное заземление;
- применение средств индивидуальной защиты, таких как антистатические спреи и браслеты.

6.3 Экологическая безопасность

Рассмотрим загрязнения литосферы в результате исследовательской деятельности бытовым мусором, на примере люминесцентных ламп. Их эксплуатация требует осторожности и четкого выполнения инструкции по обращению с данным отходом (код отхода 35330100 13 01 1, класс опасности – 1 [39]). В данной лампе содержится опасное вещество ртуть в газообразном состоянии. При не правильной утилизации, лампа может разбиться и пары ртути могут попасть в окружающую среду. Вдыхание паров ртути может привести к тяжелому повреждению здоровья.

При перегорании ртутьсодержащей лампы её замену осуществляет лицо, ответственное за сбор и хранение ламп (обученное по электробезопасности и

правилам обращения с отходом). Отработанные люминесцентные лампы сдаются только на полигон токсичных отходов для захоронения. Запрещается сваливать отработанные люминесцентные лампы с мусором [39].

Бытовой мусор помещений организаций несортированный, образованный в результате деятельности работников предприятия (код отхода 91200400 01 00 4). Агрегатное состояние отхода твердое; основные компоненты: бумага и древесина, металлы, пластмассы и др [39]. Для сбора мусора рабочее место оснащается урной. При заполнении урны, мусор выносится в контейнер бытовых отходов. Предприятие заключает договор с коммунальным хозяйством по вывозу и размещению мусора на организованных свалках.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Перечень возможных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте, достаточно широк. Ограничиваясь местоположением объекта и условиями его эксплуатации, его можно представить следующим ориентировочным вариантом:

- обрушение здания;
- эпидемии;
- наводнение;
- удар молнии;
- пожар на объекте;
- взрыв.

В этом разделе наиболее актуальным будет рассмотрение такого вида ЧС как пожар, определение категории помещения, где ведется научно-исследовательская работа, на пожаровзрывобезопасность (аудитория КЦ НИ ТПУ) и регламентирование мер противопожарной безопасности.

Рабочее место разработчика ПО должно соответствовать требованиям Ф3 Технический регламент по ПБ и норм пожарной безопасности (НПБ 105-03) и удовлетворять требованиям по предотвращению и тушению пожара по ГОСТ 12.1.004-91 [40] и СНиП 21-01-97 [41]. По пожарной, взрывной, взрывопожарной опасности помещение относится к категории Д, т.е. к помещению, в котором находятся негорючие вещества и материалы в холодном состоянии. Основным поражающим фактором пожара для помещений данной категории является наличие открытого огня и отравление ядовитыми продуктами сгорания оборудования.

Пожар в помещении, где работает рассматриваемый тип сотрудника (программист), может возникнуть вследствие причин неэлектрического и электрического характера.

К причинам неэлектрического характера относятся халатное и неосторожное обращение с огнем (курение, оставление без присмотра нагревательных приборов).

К причинам электрического характера относятся:

- короткое замыкание;
- перегрузка проводов;
- большое переходное сопротивление;
- искрение;
- статическое электричество.

Режим короткого замыкания – появление в результате резкого возрастания силы тока, электрических искр, частиц расплавленного металла, электрической дуги, открытого огня, воспламенившейся изоляции.

Причины возникновения короткого замыкания:

- ошибки при проектировании;
- старение изоляции;
- увлажнение изоляции;
- механические перегрузки.

Пожарная опасность при перегрузках – чрезмерное нагревание отдельных элементов, которое может происходить при ошибках проектирования в случае длительного прохождения тока, превышающего номинальное значение. Пожарная опасность переходных сопротивлений – возможность воспламенения изоляции или других близлежащих горючих материалов от тепла, возникающего в месте аварийного сопротивления (в переходных клеммах, переключателях и др.).

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

Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Пожарная защита должна обеспечиваться применением средств пожаротушения, а также применением автоматических установок пожарной сигнализации.

Должны быть приняты следующие меры противопожарной безопасности:

- обеспечение эффективного удаления дыма, т.к. в помещениях, имеющих оргтехнику, содержится большое количество пластиковых веществ, выделяющих при горении летучие ядовитые вещества и едкий дым;
- обеспечение правильных путей эвакуации;
- наличие огнетушителей и пожарной сигнализации;
- соблюдение всех противопожарных требований к системам отопления и кондиционирования воздуха.

Для тушения пожаров на участке производства необходимо применять углекислотные (ОУ-5 или ОУ-10) и порошковые огнетушители (например, типа ОП-10), которые обладают высокой скоростью тушения, большим временем действия, возможностью тушения электроустановок, высокой эффективностью борьбы с огнем.

Помещение КЦ НИИ ТПУ оборудовано пожарными извещателями, которые позволяют оповестить дежурный персонал о пожаре. В качестве пожарных извещателей в помещении устанавливаются дымовые фотоэлектрические извещатели типа ИДФ-1 или ДИП-1.

Выведение людей из зоны пожара должно производиться по плану эвакуации. План эвакуации представляет собой заранее разработанный план (схему), в которой указаны пути эвакуации, эвакуационные и аварийные выходы, установлены правила поведения людей, порядок и последовательность действий в условиях чрезвычайной ситуации по п. 3.14 ГОСТ Р 12.2.143-2002 [42].

Согласно Правилам пожарной безопасности, в Российской Федерации ППБ 01-2003 (п. 16) в зданиях и сооружениях (кроме жилых домов) при одновременном нахождении на этаже более 10 человек должны быть разработаны и на видных местах вывешены планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара. План эвакуации людей при пожаре из помещения, где расположена аудитория КЦ НИ ТПУ, представлен на рисунке 40.

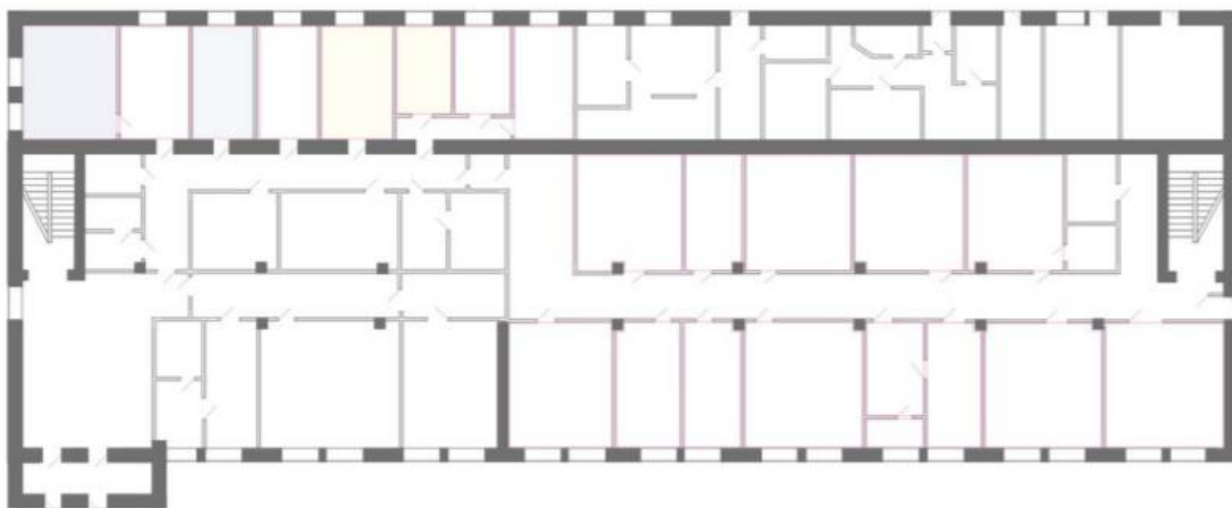


Рисунок 40 – План эвакуации при пожаре

Ответственность за нарушение Правил пожарной безопасности, согласно действующему федеральному законодательству, несет руководитель объекта.

Выводы по разделу

В ходе выполнения раздела были оценены различные вопросы безопасности (правовая, производственная, экологическая, безопасность ЧС) проведен анализ опасных и вредных производственных факторов, в частности расчет освещенности на рабочем месте. Выявлено, что основные показатели соответствуют стандартам.

Заключение

Основные результаты, полученные в процессе выполнения работы:

1. Выполнен анализ существующих способов и методов применения семантических сетей в сфере здравоохранения. Признано, что модификация метода оценки качества семантических сетей применима для определения степени тяжести состояния пациента.

2. Разработан и описан метод определения степени тяжести инфекционного заболевания пациента, также было сформулировано формализованное представление входных данных и приведено описание использованных алгоритмов.

3. Реализован программный прототип на языке C# в среде разработки MS Visual Studio 2019, реализующий метод определения степени тяжести пациента.

4. Проведено тестирование программного прототипа и, соответственно, самого разработанного метода на реальных данных пациентов с рожистыми воспалениями на предмет верной оценки состояния тяжести. Всего в выборке содержалось 50 случаев рассматриваемого заболевания разной степени тяжести. Тестирование показало, что легкая степень тяжести определяется безошибочно в 100% случаях, средняя степень в 70%, а тяжелая в 85%. Неверно определенные случаи имеют более низкую степень тяжести, чем заявлено в медицинской карте пациента.

Стоит отметить, что созданный программный прототип нуждается в дальнейшей модификации и дополнениях для полноценного введения в эксплуатацию, а разработанный метод может быть использован в другой медицинской информационной системе.

Рекомендации:

– метод определения степени тяжести заболеваний можно рекомендовать для определения степени тяжести заболеваний различных нозологий, необязательно для инфекционных;

– программу определения степени тяжести заболевания можно рекомендовать для внедрения в большие медицинские информационные системы.

Также в рамках данной работы были разработаны разделы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», «Социальная ответственность», а также раздел на иностранном языке (английский) – «Overview of Semantic Modeling Technologies in Healthcare», размещенный в Приложении А.

Публикации:

1. Кушеева М.Н. Исследование метода выделения терминов текста / М.Н. Кушеева, А.А. Аюшеева // научно-практический журнал «Аспирант» . г. Ростов-на-Дону. – 2018. – №4. – с.18-20
2. Кушеева М.Н. Метод оценки качества семантической сети текста / М.Н. Кушеева, А.А. Аюшеева, Т.Н. Гомбожапова Т.Н // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – №11. – с. 77-81
3. Кушеева М.Н. О применении метода анализа семантических сетей в медицинской статистике / М.Н. Кушеева // Материалы ВНКСФ-26. – 2020. – с. 383-384
4. Кушеева М.Н. О применении метода анализа семантических сетей в определении степени тяжести заболевания / М.Н. Кушеева // Сборник научных трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодёжь и современные информационные технологии». – 2021.

Список использованных источников

1. Шелманов А.О. Исследование методов автоматического анализа текстов и разработка интегрированной системы семантико-синтаксического анализа / А.О. Шелманов – М.: Изд-во ИСА РАН, 2015. – 210 с.
2. Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С., Смирнов И.В. и др. Технологии комплексного интеллектуального анализа клинических данных // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2016. – с. 160-171
3. Усталов Д.А. Семантические сети и обработка естественного языка / Д.А. Усталов // Открытые системы. СУБД. – 2017. – N 02. – с. 51-53
4. Peirce Ch. S. The Logic of Relatives // The Monist. –1897. – N 07. – p.161-217.
5. Peirce Ch. S. Symbolic Logic or Algebra of Logic // James Mark Baldwin (ed.). Dictionary of Philosophy and Psychology. Vol. 2. New York; London, 1902. P. 640-651.
6. Quillian, M. R. Semantic memory. Semantic information processing, 1968. P. 227-270.
7. Лекционный материал для студентов: Семантические сети. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studopedia.su/10_9061_semanticheskie-seti.html - (Дата обращения: 13.03.2021)
8. Понятие и назначение семантических сетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://libtime.ru/expertsystems/ponyatie-i-naznachenie-semanticheskikh-setey.html> - (Дата обращения: 12.03.2021)
9. Найханова Л.В. Технология создания методов автоматического построения онтологий с применением генетического и автоматного программирования/ Л.В. Найханова. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2008. –243 с.
10. Официальный сайт УМКВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.umkb.com> - (Дата обращения: 15.03.2021)

11. Грибова В.В. Онтология медицинской диагностики для интеллектуальных систем поддержки принятия решений / В.В. Грибова, М.В. Петряева, Д.Б. Окунь, Е.А. Шалфеева // *Ontology of Designing*, v.8. – 2018. – N 1. – с.58-73

12. Петряева М.В. Медицинские ресурсы IASRAAS для дифференциальной диагностики заболеваний желчного пузыря / М.В. Петряева, А.Я. Лифшиц, Е.А. Шалфеева // *Информатика и системы управления*. – 2018. – N 3(57). – с. 81-92

13. Ying Shen. An ontology-driven clinical decision support system (IDDAP) for infectious disease diagnosis and antibiotic prescription / Ying Shen, Kaiq Yuan, Daoyuan Chen, Joël Colloc, Min Yang, Yaliang Li, Kai Lei // *Artificial Intelligence in Medicine*. – 2018. – N 86. – P.20-32

14. Молодченков А. И. Классификация степени тяжести заболевания на основе искусственных нейронных сетей / А.И. Молодченков, В. П. Фраленко, В. М. Хачумов // *Вестник РУДН. Серия Математика. Информатика. Физика*. – 2014. – N 2. – с.150-156

15. Travis R. Goodwin. Automatic recognition of symptom severity from psychiatric evaluation records / Travis R. Goodwin, Ramon Maldonado, Sanda M. Harabagiu // *Journal of Biomedical Informatics*. – 2017. – N 75. – с.71-84

16. Satanjeev Banerjee, Alon Lavie. METEOR: An Automatic Metric for MT Evaluation with Improved Correlation with Human Judgments. // *Proceedings of the ACL Workshop on Intrinsic and Extrinsic Evaluation Measures for Machine Translation and/or Summarization*, June, 2005. – p.65-72 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cs.cmu.edu/~alavie/papers/BanerjeeLavie2005-final.pdf> - (Дата обращения: 20.04.2021)

17. Sexton Alan P. Designing a Semantic Ground Truth for Mathematical Formulas / Alan P. Sexton, Volker Sorge, Masakazu Suzuki. // *Towards a Digital Mathematics Library*, July, 2010. – p.37-42 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fi.muni.cz/~sojka/dml-2010-sexton-sorge-suzuki.pdf> - (Дата обращения: 20.03.2021)

18. Аюшеева Н.Н. Разработка методов построения семантической сети текста. Монография. / Н.Н. Аюшеева, Т.Н. Гомбожапова. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2016. – 124 с.
19. Аюшеева Н.Н. Технология построения семантической сети научного текста на основе анализа онтологии предметной области / Н.Н. Аюшеева, А.Ю. Диких // Материалы Всероссийской конференции с международным участием "Знания-Онтологии-Теории". – 2017.– N1.– с.38-46
20. Аюшеева Н.Н. Модель построения семантической сети научного текста/ Н.Н. Аюшеева, А.Ю. Диких // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – N 6. – с.9-13
21. Панченко А.И. Построение семантической сети из разнородных данных. – М.: МГТУ им. Баумана, 2010. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://it-claim.ru/Persons/Panchenko/presentation2010_sept_final.pdf - (Дата обращения: 12.03.2019)
22. Лапаев М.В. Система обработки текстовых медицинских данных // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2016. – № 9. – с. 11-15
23. Методические рекомендации «Особенности клиники и диагностики рожи» / Под.ред д.м.н. профессора Н.Ф. Плавунова. – М.: Департамент здравоохранения города Москвы, 2017. – 33 с.
24. Черкасов В.Л. Рожа: клиника, диагностика, лечение. / В.Л. Черкасов, А.А. Еровиченков // РМЖ. – 2001. – N 8. – с. 4-10
25. Инфекционные болезни: национальное руководство / Под ред. Н.Д.Ющука, Ю.Я. Венгерова.– М. : ГЭОТАР - Медиа, 2010. – 1056 с.
26. Марапов Д. Критерий корреляции Пирсона. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medstatistic.ru/theory/pirson.html> - (Дата обращения: 7.05.2021)
27. IS CSR-08260008000:2011 Социальная ответственность организации
28. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020).

29. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
30. СанПиН 2.2.4-548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
31. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
32. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
33. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно–эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронновычислительным машинам и организации работы».
34. ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.
35. Безопасность жизнедеятельности. Учебник. Под ред. Э.А. Арустамова / 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во «Дашков и К°», 2006. – 476 с.
36. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий»
37. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки
38. ГОСТ 12.1.009-2009. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность.
39. .Федеральный классификационный каталог отходов [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.ecoguild.ru/faq/fedwastecatalog.htm>, свободный. - (Дата обращения: 25.05.2021)
40. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
41. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
42. ГОСТ Р 12.2.143-2002 ССБТ. Системы фотолюминесцентные эвакуационные. Элементы систем. Классификация. Общие технические требования. Методы контроля.

Приложение А

(справочное)

Overview of Semantic Modeling Technologies in Healthcare

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ9М	Кушеева Мария Николаевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Аксёнов Сергей Владимирович	к.т.н.		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Степура Светлана Николаевна	к.ф.н.		

Currently, almost a third of textual information is medical data. This data requires serious specialized processing, for example, anamnesis, results of examinations and checkups. The data is stored in an unstructured form. The works of a huge number of researchers (Baranov A.A., Smirnov I.V., Devyatkin D.A., Shelmanov A.O.) are devoted to the problems of creating natural language processing systems. Such systems are engaged in the processing of information presented in text format. An analysis of their work has shown that semantic networks can be applied quite effectively in the field of medicine and have enormous potential for use.

Semantic Networks are a great tool for analyzing text data. Semantic networks can visualize and easily explain the connections between objects, phenomena and actors. Such technologies can be used very effectively to describe the condition of a patient with various nosologies.

Establishing the severity of the disease in order to simplify the work of medical personnel, maintain a medical history and for the clarity of the work of insurance medical organizations is a rather urgent problem. Determination of the severity of the disease is necessary for the attending physician to track the course of the disease, treatment tactics and prognosis of the patient's condition. The severity of the illness determines the amount of compensation paid by the insurers. This allows insurance companies to conduct their business effectively.

Thus, the object of research is semantic networks. The subject of this research is the method of using semantic networks to determine the severity of infectious diseases.

The main goal of this thesis is to improve the efficiency of the infectious disease doctor. We need to create an original method. It will accurately assess the severity of a particular disease using semantic technologies and use data from medical examinations.

We must solve these tasks to achieve the set goal.

1) We need to analyze the ways of applying semantic networks in medicine and methods of comparing and evaluating them. We also need to study existing methods for automatically determining the severity of diseases;

2) We need to develop an original approach to the use of semantic networks for automatic assessment of the patient's severity, using data from medical examinations;

3) We need to design, develop and implement a software prototype that implements the developed method;

4) We need to conduct appropriate testing for the correctness and efficiency of the method.

In this work, the initial data is a method for constructing a semantic network based on the processed text and data from medical examinations of patients with a diagnosis of erysipelas.

The main result of the thesis will be a prototype of a software system for determining the severity of a patient's condition.

Semantic networks as a data representation model

The structuring and subsequent processing of data has always been the main reason for the creation of computer systems. Various ways of representing knowledge were put into their foundation. Existential graphs have become one of these methods. They were designed in 1909 by Charles Peirce. Existential graphs, after many years of improvement, have become semantic networks and are used in engineering, social and other fields.

For the first time, semantic networks were used for research in the field of artificial intelligence. They were used as a way of describing human memory by the American psychologist Ross Quillian in 1968. Quillian used semantic networks to analyze the meanings of words in sentences. Currently, semantic networks are successfully used to solve many problems. For example, they are used to solve natural language processing problems, build an inventory of word meanings, link language resources, and semantic search.

In this work, the semantic network is an information model in the medical domain. It will be presented as a directed graph. Abstract or concrete objects will be located at the vertices of the graph, and the arcs will define the relationship between them.

The Semantic Web is a knowledge model. In most cases, it is used to represent a collection of statements. These statements describe a piece of the domain. In knowledge engineering, such networks look like a graph. But a mathematical (formal) description is always implied when it comes to a graphic image. We are now using mathematical logic. The semantic network can be defined as follows (1).

$$H = \langle I, C, G \rangle, \quad (1)$$

where I – a set of information units;;

C – many types of links between information items;

G – mapping or specific relations from the available types of C between the elements of I .

Any concepts of the knowledge base are objects of the semantic network. Her concepts of objects, states, events form many elements. Then they are placed on the network nodes.

Relationships in the Semantic Web are a description of the relationships between elements of the domain. They are represented using syntax, semantics, and pragmatics. They have their own classification, types and categories. We list the most common types:

- whole - part;
- genus - species;
- functional;
- attributive;
- logical;
- temporary, etc.

Currently, semantic networks take place in medicine. They form biomedical ontologies. Considerable attention is being paid to this now. Many research scientists

are engaged in the development of such ontologies, because various knowledge bases, decision support systems and technologies for modeling medical knowledge are created on their basis. Next, we will consider the most famous and promising technologies.

Semantic networks in medicine

The United Medical Knowledge Base

The United Medical Knowledge Base (UMKB) and accompanying technologies were developed by Sotsmedica. This company is a resident of the information technology cluster of the Skolkovo Foundation.

UMKB contains 7 million concepts and 72 million links between them. Technologies for linguistic analysis of medical texts and a special expert community with a unique technology for modeling medical knowledge support its relevance.

The main distinguishing characteristic of the UMKB is the medical knowledge representation model. This model is capable of describing any area of medicine. Special ontologies have been developed to store knowledge about the subject area and more accurately describe the phenomena in it.

In total, there are two groups of ontologies in the UMKB system:

1) Ontologies for the formation of medical signs from elementary terms (rules for the formation of structural, functional, parametric, pathological and other biomedical signs).

2) Ontologies for describing pathological processes and other medical phenomena (rules for modeling risk factors, prevalence, etiology, pathogenesis, clinical picture, diagnosis, differential diagnosis, treatment, prevention, outcome of pathological processes, drug-drug interactions, restrictions on use, etc.)

Also in this system there is a module "Ontology Constructor". This module is responsible for creating the necessary ontologies for the formalization of knowledge in any field of medicine and biology. This module is necessary for filling and refining the knowledge base.

We can model risk factors, etiology, pathogenesis of the disease, methods of treatment and prevention as accurately as possible using the knowledge representation model. In the formation of pathological and compensatory mechanisms, the concept provides an opportunity to clarify many conditions that affect this mechanism.

The technology of modeling medical knowledge of UMKD is very important and relevant for today's personalized medicine, because it provides tremendous support for expert systems and uses a hybrid technology with the principles of crowdsourcing and machine analysis of texts.

Ontology of medical diagnostics for intelligent decision support systems

The ontology of medical diagnostics is designed to represent knowledge about the diagnosis of diseases and syndromes. It is implemented on the IACPaaS cloud platform and is actively used by specialists to create knowledge bases in various fields of medicine.

This ontology compares the cause-and-effect relationships of the elements of symptom complexes with diseases and allows one to present knowledge about the diagnosis of a wide range of diseases and syndromes. Next, we will talk about the formal description. We can describe the semantic web underlying such an ontology:

$$\langle ds_j, \{simp_{kj}\}, [nec_j] \rangle; \quad (2)$$

$$\langle simp_k, \{atr_j, rg_{kj} val_j\} \rangle; \quad (3)$$

$$\langle simp_k, \{atr_j, \{per_i, durp_i, rg_{ij} val_j \in per_i\} \rangle. \quad (4)$$

где ds – diagnosis,

$simp$ – a symptom complex with characteristics: sign (atr) and range (rg) of the sign value (val),

nec – a necessary condition,

per – a period,

$durp$ – the duration of this period.

A symptom complex is a set of signs with ranges of their values. A feature is a vector. The vector description includes the period, its duration and the range of the characteristic value in this period.

So, in the developed system, the disease is a multitude. This set includes alternative symptom complexes, the necessary conditions for the occurrence of a specific disease and the details of the corresponding diagnosis. The symptom complex of the disease is a set of complaints, various kinds of studies (objective, laboratory, instrumental, etc.) and various conditions. The use of symptom complexes can combine valuable in a diagnostic sense signs in the body of one specific condition.

The ontology of medical diagnostics sets the structure for describing groups of diseases, the diseases themselves, groups of syndromes and syndromes. Formally, it looks like this:

$$\langle grd_m, \{(ds_k | grd_k)\} \rangle \quad (5)$$

где ds – diagnosis,

grd – groups of diagnosis.

The term "Sign" is needed to describe the development of a disease. Its values are distributed according to the periods of its development or the development of the disease. Each variant of the characteristic values has its own characteristics.

The information resource "Knowledge base on the diagnosis of diseases and syndromes" for the sections of medicine "Gastroenterology", "Infectious Diseases" and "Urology" was formed on the basis of this ontology.

Ontology driven clinical decision support system for infectious disease diagnosis and antibiotic prescription

The Ontology Driven Clinical Decision Support System for Infectious Disease Diagnosis and Antibiotic Prescription (IDDAP) identifies a potential infectious disease based on the patient's self-described morbidity, and then searches for and proposes the appropriate antibiotic therapy specifically tailored to the patient.

Ontology compilation requires a large number of data sources. With the exception of medical records provided by physicians, many infectious disease ontology resources have been used to build an infectious disease diagnostic

ontology. The hierarchical conceptual scheme of the ontology is built on the basis of the acquisition of knowledge related to infectious diseases and antibiotic prescriptions. The diagram covers nine dimensions: disease, site of infection, bacteria, animal, symptom, type of symptom, situation, complication, antibiotic.

The clinical decision model is based on this ontology. The ontology information helps IDDAP analyze user input and identify the names of infectious diseases and pathogenic bacteria that may be causing the disease.

This decision support system describes the objects and relationships between data and knowledge needed to diagnose an infectious disease.

Using this combined biomedical ontology, the IDDAP system describes disease as a set of diseases, including syndromes and clinical signs associated with pathology. For example, infectious microbes exist within a 'reservoir', which can be another person, animal, or object (such as blood, water, or drink), and are transmitted (person to person) through an exit portal (for example, upper respiratory tract, gastrointestinal tract or blood vessel), through a host (animals such as fleas, lice, and flies), or through objects (such as contaminated equipment, needles, and bandages) to the patient through an entry portal (which is similar to an exit portal). Instances of classes in the ontology of diagnosis define the clinical picture and the context of the onset of the disease. This will then determine how the drugs are prescribed.

Review of methods for automatic determination of the severity of diseases

Classification of the severity of the disease based on artificial neural networks

One of the existing approaches to automatically determine the severity of the disease is associated with the use of production rules, which are quite effective in the construction of diagnostic systems. They provide more opportunities for the presentation of knowledge in clinical medicine. Artificial neural networks (ANNs) were used as an effective tool for solving the classification problem. They allow diagnosing various phenomena of varying complexity through training.

It considers the possibility of using neural networks to classify the degree of diseases of the musculoskeletal system (exacerbation of protrusion of the intervertebral disc) and the human respiratory system (bronchial asthma).

The recognition problem in this method is to make a decision about the belonging of an arbitrary object (ω_i) to a certain class (Ω_k) based on comparing the distances between the object and classes by combining various methods (discriminant analysis methods, information approach, potential function method, decision trees, Bayesian classifier and etc.).

Information about the entry of an object ω into a class is represented as an information vector ($I_1(\omega), I_2(\omega), \dots, I_m(\omega)$), where $I_k(\omega)$ carries information about the belonging of an object ω to a class Ω_k :

$$I_k(\omega) = \begin{cases} 1, & \text{if } \omega \in \Omega_k \\ 0, & \text{if } \omega \notin \Omega_k \\ \Delta, & \text{if it is unknown whether } \omega \text{ belongs to } \Omega_k \end{cases} \quad (6)$$

The neural network had more layers when it determined the severity of the exacerbation of bronchial asthma. Sigmoidal activation function was used in neurons. For customization, numerical characteristics have been replaced with logical characteristics. As a result, all use cases were also correctly classified.

The main result of the study was that neural networks can be successfully used to solve problems of recognizing the severity of the disease, even with a limited sample. The solution of real problems on their basis requires a large amount of computation and restructuring of the structure of the system of rules when the conditions of the problem change.

Automatic recognition of the severity of symptoms from psychiatric records

This automatic symptom severity method using natural language processing of psychiatric assessment records for feature extraction uses machine learning techniques to assign a severity score to each record.

Natural language processing techniques focus on discriminating discourse information, defining medical concepts, and considering the role of denial. Machine learning methods are based on the assumption that the severity of a patient's positive valence symptoms exists on a latent continuous spectrum. All of the patient's answers and stories are documented in the psychological assessment records. These assumptions were embedded in a two-step machine learning framework to automatically recognize the psychological severity of symptoms.

The first step is to derive a latent continuous severity score from each record. In the second step, the severity score is compared to one of four discrete severity levels. Three methods for determining latent severity have been evaluated:

- 1) point regression of the ridge;
- 2) classification based on pairwise comparison;
- 3) a hybrid approach.

The second step was implemented using a cascading support vector machine (SVM) classifier tree. Although the official evaluation results show that all three methods are promising, the hybrid approach not only outperformed the pairwise and point methods, but also gave the second best performance among all the representations for the CEGS / N-GRID problem.

So, the system implements the three approaches described above to automatically recognize the severity of symptoms. First, text pre-processing was applied to each psychiatric examination record. Then natural language processing was performed on the preprocessed records, which finally allowed us to extract the desired features.

The obtained results of the assessment made it possible to notice that the consideration of pairwise information can give more accurate estimates of severity than point regression. Moreover, the analysis showed that the use of the SVM cascading tree outperforms traditional SVM classification methods to determine discrete severity levels.

Recognition, profiling and treatment of mental disorders benefit from the RDoC framework. The decision about whether a patient requires medical attention

or hospitalization depends on the severity of his or her symptoms. Symptoms of mental illness can vary depending on the disorder, circumstances, and other factors.

Thus, the new method is characterized by a high degree of complexity and cannot be applied to other types of diseases, because it is hostage to individual assessment criteria. The official results of this task and the post hoc analysis performed demonstrate the importance of including comparative information for recognizing the severity of symptoms.

Method for assessing the quality of semantic networks

Currently, there is a method for assessing the quality of semantic networks. Its essence lies in the derivation of the coefficient of coincidence of one semantic network (reference) with another network (candidate).

For a clearer explanation, we will introduce several definitions. So, the main basis of the method is unigrams. A unigram is an element of the semantic network (term-relation-term). The displayed unigrams are the same unigrams in the compared networks. A fragment is a piece of the semantic web, where 1 term has 2 or more relationships.

The final coefficient is calculated below.

First, let us find the ratio of the number of displayed unigrams to the total number of unigrams in the candidate network (precision) (7) and in the reference network (recall) (8).

$$P = \frac{m}{w_t}, \quad (7)$$

where m – the number of displayed unigrams;

w_t – the total number of unigrams in the candidate network.

$$R = \frac{m}{w_r}, \quad (8)$$

где m – the number of displayed unigrams;

w_r – the total number of unigrams in the reference network.

Next, we calculate the harmonic mean combining these two found coefficients (9).

$$F_{mean} = \frac{10PR}{R + 9P} \quad (9)$$

The penalty will be charged when the number of network fragments differs from each other.

$$p = 0.5 \left(\frac{|c_1 - c_2|}{w_r + w_t} \right)^3, \quad (10)$$

where w_t – the total number of unigrams in the candidate network;

w_r – the total number of unigrams in the reference network;

c_1 – the number of fragments in the reference network;

c_2 – the number of fragments in the candidate network.

The final quality score is calculated using the formula below:

$$Score = F_{mean}(1 - p) \quad (11)$$

The *Score* value is an estimate of the strength of the correlation between two semantic networks and belongs to the interval [0,1].

Chapter Conclusions

Semantic networks provide a means for describing and linking medical data and knowledge. They allow you to create open medical ontologies for the automation of intellectual activity based on expert systems in this area.

The task of automatically determining the severity of diseases is relevant, because its solution will greatly facilitate the work of medical personnel when analyzing large amounts of data and speed up the work of the health sector.

The existing methods of automatic determination of the severity of the disease are very difficult to perceive, reproduce and use. They are based on neural networks and have a narrow focus. But now there are a huge number of medical reference books and ontologies based precisely on semantic networks.

Thus, in our thesis, we need to develop a prototype of a software system for determining the severity of a disease using semantic network tools to determine the effectiveness of using semantic networks in the field of medicine. The software

prototype should be based on a method for assessing the quality of semantic networks, including the existence of biomedical ontologies.

References

1. Ying Shen. An ontology-driven clinical decision support system (IDDAP) for infectious disease diagnosis and antibiotic prescription / Ying Shen, Kaiq Yuan, Daoyuan Chen, Joël Colloc, Min Yang, Yaliang Li, Kai Lei // *Artificial Intelligence in Medicine*. – 2018. – N 86. – P.20-32
2. Travis R. Goodwin. Automatic recognition of symptom severity from psychiatric evaluation records / Travis R. Goodwin, Ramon Maldonado, Sanda M. Harabagiu // *Journal of Biomedical Informatics*. – 2017. – N 75. – c.71-84
3. Guan Wang. Automatic Image-Based Plant Disease Severity Estimation Using Deep Learning / Guan Wang, Yu Sun, Jianxin Wang // *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2017. – P.8-16
4. Satanjeev Banerjee, Alon Lavie. METEOR: An Automatic Metric for MT Evaluation with Improved Correlation with Human Judgments. // *Proceedings of the ACL Workshop on Intrinsic and Extrinsic Evaluation Measures for Machine Translation and/or Summarization*, June, 2005. – p.65-72

Приложение Б

Листинг программного прототипа

Файл «Compare_Networks.cs»

```
public class Compare_Networks
{
    string name; //имя файла
    int countOfRecords; //счетчик записей
    int countOfManyRecords; //счетчик записей, которых больше 1 (в доп массиве)
    int countTrue; // количество повторяющихся терминов (фрагментов)
    string [,] matrix; //матрица где разбит файл по словам
    string [,] masOfRepeats; //слово-количество повторений

    public Compare_Networks()
    {
        countOfManyRecords = 0;
        countOfRecords = 0;
        for (int i = 0; i < countOfManyRecords; i++)
        {
            masOfRepeats[i, 0] = "";
            masOfRepeats[i, 1] = "0";
        }
    }
    public int GetTrue()
    {
        return countTrue;
    }
    public int GetCountofrecords()
    {
        return countOfRecords;
    }
    public void SetFile(string s)
    {
        name = s;
    }

    public void SetCountOfRecords()//посчитать количество записей
    {
        StreamReader read = new StreamReader(name); //подключаем файл
        while (!read.EndOfStream)
        {
            string s = read.ReadLine();
            countOfRecords++;
        }
    }

    public void FileToMatrix()
    {
        StreamReader reader = new StreamReader(name, Encoding.GetEncoding(1251));
        matrix = new string[countOfRecords, 3];
        string s = "";
        for (int i = 0; i < countOfRecords; i++)
        {
            s=reader.ReadLine();
            s += ' ';
            int k = 0;
            int lenght = s.Length;
        }
    }
}
```

```

        for (int j = 0; j < 3; j++)
        {
            while ((k+1 < lenght) && (s[k] != ' '))
            {
                matrix[i, j] += s[k];
                k++;
            }
            k++;
        }
    }
}

public void Repeats()//находит повторяющиеся термины
{
    masOfRepeats = new string[countOfRecords*2, 2];
    int k = 0;
    for (int i = 0; i < countOfRecords; i++)
    {
        string s = matrix[i, 0];
        int coutn = 1;
        bool check = true;
        for (int l = 0; l < countOfRecords; l++)
            if (s == masOfRepeats[l, 0])
                check=false;
        if (check)
        {
            for (int j = 0; j < countOfRecords; j++)
                if (s == matrix[j, 0] && i != j)
                {
                    coutn++;
                }
            for (int j = 0; j < countOfRecords; j++)
                if (s == matrix[j, 2])
                {
                    coutn++;
                }
            masOfRepeats[k, 0] = s;
            masOfRepeats[k, 1] = coutn.ToString();
            k++;
        }
    }
    for (int i = 0; i < countOfRecords; i++)
    {
        string s = matrix[i, 2];
        int coutn = 1;
        bool check = true;
        for (int l = 0; l < countOfRecords; l++)
            if (s == masOfRepeats[l, 0])
                check = false;
        if (check)
        {
            for (int j = 0; j < countOfRecords; j++)
                if (s == matrix[j, 2] && i != j)
                {
                    coutn++;
                }
            masOfRepeats[k, 0] = s;
            masOfRepeats[k, 1] = coutn.ToString();
            k++;
        }
    }
}

```

```

    }
    public void CalculateTrue()
    {
        for (int i = 0; i < countOfRecords; i++)
        {
            if (Convert.ToInt32(masOfRepeats[i, 1]) > 1)
                countTrue++;
        }
    }
    public string[] GetStrings()
    {
        string[] lines = File.ReadAllLines(name);
        return lines;
    }

    public void Prepare()
    {
        for (int i = 0; i < countOfRecords; i++)
            for (int j = 0; j < 3; j++)
            {
                if (matrix[i,j].Equals("болезнь"))
                {
                    matrix[i, j] = "пациент";
                }
            }
    }
}
}
}

```

Файл «Form1.cs»

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.IO;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;

namespace Сети
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        Compare_Networks kandidat, kand1, kand2;
        Compare_Networks etalon;
        double Score1=-1, Score2=-1, Score3=-1;
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
            etalon = new Compare_Networks();
            kandidat = new Compare_Networks();
            kand1 = new Compare_Networks();
            kand2 = new Compare_Networks();
        }

        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {

```

```

OpenFileDialog OPF = new OpenFileDialog();
if (OPF.ShowDialog() == DialogResult.OK)
{
    string s = OPF.FileName;
    etalon.SetFile(s);
    MessageBox.Show("Загрузка пациента прошла успешно");
    button1.BackColor = Color.Orchid;
    //et.Close();
}
}

private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    OpenFileDialog OPF = new OpenFileDialog();
    if (OPF.ShowDialog() == DialogResult.OK)
    {
        string s = OPF.FileName;
        kandidat.SetFile(s);
        MessageBox.Show("Загрузка сети прошла успешно");
        button2.BackColor = Color.Orchid;
    }
}

public double calculate(Compare_Networks kandy, Compare_Networks etal)
{
    double sc;

    kandy.SetCountOfRecords();
    kandy.FileToMatrix();
    kandy.Repeats();
    kandy.CalculateTrue();

    string[] et = etal.GetStrings();
    string[] kand = kandy.GetStrings();
    int q1, q2;
    q1 = kandy.GetCountofrecords();
    q2 = etal.GetCountofrecords();

    int count = 0; //счетчик отображенных униграмм
    for (int i = 0; i < etal.GetCountofrecords(); i++)
        for (int j = 0; j < kandy.GetCountofrecords(); j++)
        {
            kand[j] = kand[j].Replace("болезнь", "пациент");
            if (String.Compare(et[i], kand[j]) == 0)
                ++count;
        }
    if (count != 0)
    {
        double w = kandy.GetCountofrecords();
        double wr = etal.GetCountofrecords();
        double P = count / wr;
        double R = count / w;
        double Fmean = 10 * P * R / (R + 9 * P);
        double c1 = etal.GetTrue();
        double c2 = kandy.GetTrue();
        double Fragment = Math.Abs(c1 - c2) / (wr + w);
        double p = 0.5 * Math.Pow(Fragment, 3);
        sc = Fmean * (1 - p);
    }
}

```

```

        else sc = 0;

        return sc;
    }
    private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        etalon.SetCountOfRecords();
        etalon.FileToMatrix();
        etalon.Repeats();
        etalon.CalculateTrue();
        Score1 = calculate(kandidat, etalon);
        Score2 = calculate(kand1, etalon);
        Score3 = calculate(kand2, etalon);
        textBox1.Text = Math.Round(Score1, 4).ToString();
        textBox2.Text = Math.Round(Score2, 4).ToString();
        textBox3.Text = Math.Round(Score3, 4).ToString();
        if (Score1 > Score2 && Score1 > Score3)
        {
            MessageBox.Show("Легкая степень тяжести", "Результат");
        }
        else
        {
            if (Score2 > Score1 && Score2 > Score3)
            {
                MessageBox.Show("Средняя степень тяжести", "Результат");
            }
            else
            {
                MessageBox.Show("Тяжелая степень", "Результат");
            }
        }
    }

    private void button5_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        OpenFileDialog OPF = new OpenFileDialog();
        if (OPF.ShowDialog() == DialogResult.OK)
        {
            string s = OPF.FileName;
            kand2.SetFile(s);
            MessageBox.Show("Загрузка сети прошла успешно");
            button5.BackColor = Color.Orchid;
        }
    }

    private void button4_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        OpenFileDialog OPF = new OpenFileDialog();
        if (OPF.ShowDialog() == DialogResult.OK)
        {
            string s = OPF.FileName;
            kand1.SetFile(s);
            MessageBox.Show("Загрузка сети прошла успешно");
            button4.BackColor = Color.Orchid;
        }
    }
}
}
}

```


Приложение В

Экспертная оценка

Вычислим уровень согласованности экспертов на примере семантической сети легкой степени тяжести.

Этап 1. Создание экспертной комиссии.

Число факторов $n = 3$, Число экспертов $m = 3$

Этап 2. Сбор мнений специалистов путем анкетного опроса. Оценку степени значимости параметров эксперты производят путем присвоения им рангового номера. Фактору, которому эксперт дает наивысшую оценку, присваивается ранг 1. Если эксперт признает несколько факторов равнозначными, то им присваивается одинаковый ранговый номер. На основе данных анкетного опроса составляется сводная матрица рангов.

Этап 3. Составление сводной матрицы рангов.

Таблица 1 – Сводная матрица рангов

№ п.п. / Эксперты	1	2	3
1	13	12	14
2	4	4	4
3	12	11	12

Таблица 2 – Матрица рангов

Факторы / Эксперты	1	2	3	Сумма рангов	d	d ²
x ₁	3	3	3	9	3	9
x ₂	1	1	1	3	-3	9
x ₃	2	2	2	6	0	0
Σ	6	6	6	18		18

где

$$d = \sum x_{ij} - \frac{\sum \sum x_{ij}}{n} = \sum x_{ij} - 6$$

Проверка правильности составления матрицы на основе исчисления контрольной суммы:

$$\sum x_{ij} = \frac{(1+n)n}{2} = \frac{(1+3)3}{2} = 6$$

Сумма по столбцам матрицы равны между собой и контрольной суммы, значит, матрица составлена правильно.

Этап 4. Анализ значимости исследуемых факторов.

В данном примере факторы по значимости распределились следующим образом:

Таблица 3 – Расположение факторов по значимости

Факторы	Сумма рангов
x ₂	3
x ₃	6
x ₁	9

Этап 5. Оценка средней степени согласованности мнений всех экспертов.

Коэффициент конкордации

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}$$

где $S = 18$, $n = 3$, $m = 3$

$$W = \frac{12 * 18}{3^2(3^3 - 3)} = 1$$

$W = 1$ говорит о *наличии высокой степени согласованности мнений экспертов.*

Этап 6. Оценка значимости коэффициента конкордации.

Для этой цели исчислим критерий согласования Пирсона:

$$\chi^2 = \frac{12S}{mn(n+1)} = n(m-1)W$$

$$\chi^2 = 3(3-1)1 = 6$$

Вычисленный χ^2 сравним с табличным значением для числа степеней свободы $K = n-1 = 3-1 = 2$ и при заданном уровне значимости $\alpha = 0.05$. Так как χ^2 расчетный $6 \geq$ табличного (5.99146), то $W = 1$ - величина не случайная, а потому *полученные результаты имеют смысл и могут использоваться в дальнейших исследованиях.*

Этап 7. Подготовка решения экспертной комиссии.

На основе получения суммы рангов (табл.) можно вычислить показатели весомости рассмотренных параметров. Матрицу опроса преобразуем в матрицу преобразованных рангов по формуле $S_{ij} = x_{max} - x_{ij}$, где $x_{max} = 71$

Таблица 4 – Матрица преобразованных рангов

№ п.п. / Эксперты	1	2	3	Σ	Вес λ
1	1	2	0	3	0.075
2	10	10	10	30	0.75
3	2	3	2	7	0.175
Итого				40	1

Таблица 5 – Результат экспертной оценки для легкой степени тяжести

Факторы	Обозначение	Эксперты			Средние значения	Постр.СС
		1	2	3		
Множество понятий	x_1	13	12	14	13	12
Множество типов семантических отношений	x_2	4	4	4	4	4
Множество семантических отношений между понятиями	x_3	12	11	12	11	11

Вывод: Построенная семантическая сеть, описывающая лёгкую степень тяжести, качественная.

Таблица 6 – Результат экспертной оценки для среднетяжёлой степени тяжести

Факторы	Обозначение	Эксперты			Средние значения	Постр.СС
		1	2	3		
Множество понятий	x_1	21	18	19	19	19
Множество типов семантических отношений	x_2	4	4	4	4	4
Множество семантических отношений между понятиями	x_3	19	17	16	18	18

Вывод: Построенная семантическая сеть, описывающая среднетяжёлую степень тяжести, качественная.

Таблица 7 – Результат экспертной оценки для тяжелой степени тяжести

Факторы	Обозначение	Эксперты			Средние значения	Постр.СС
		1	2	3		
Множество понятий	x_1	23	26	21	24	24
Множество типов семантических отношений	x_2	4	4	4	4	4
Множество семантических отношений между понятиями	x_3	21	25	19	23	23

Вывод: Построенная семантическая сеть, описывающая тяжёлую степень тяжести, качественная.

Приложение Г

Пример документа «Первичный осмотр в стационаре лечащим врачом»

ФИО пациента: _____

Дата: _____

Жалобы: Повышение температуры до 38,1 (субфебрильная температура), озноб, слабая выраженная интоксикация (слабость, разбитость), распирающая боль в области обеих особенно в области недолеченного фурункула, гиперемия, жар и отёк в этой области.

Анамнез болезни: Больным себя считает с _____ (пара дней). С раннего утра остро почувствовал недомогание, озноб, повышение температуры до ломоты во всём теле, головная боль, общая слабость. К вечеру появилась эритема на левой голени, боль, жар, нарастающий отек мягких тканей, затруднение при ходьбе. За две недели _____ в области левой голени образовался фурункул, лечился самостоятельно компрессами с листьями алоэ, к врачу не обращался. Фурункулёзом болел неоднократно. На фоне местного лечения признаки воспаления уменьшились, а _____ вновь резкое повышение температуры и появление эритемы. Обратился в инфекционную клинику СибГМУ, госпитализирован с диагнозом: рожа ягодичной области, эритематозная, первичная, средней степени тяжести.

Анамнез жизни: Пациент – женщина, возраст – пожилой. В детстве перенёс ветряную оспу, ОРВИ, грипп, фурункулёз, операций и травм не было. Аллергический анамнез не отягощен. Вредные привычки отрицает. Туберкулёз отрицает, наследственность благоприятная, бытовые условия хорошие, замужем, есть дочь.

Анамнез ВТЭ: На момент поступления в стационар: не нуждается с _____.

Объективный статус: вес-90 кг, рост-175см, температура-38,1 С (субфебрильная). Сознание полное. Кожные покровы и слизистые физиологической окраски.

Status localis: эритема с чёткими границами в виде языков пламени в области левой голени, яркая, горячая на ощупь, болезненность преобладает по периферии, особенно выражена в месте локализации фурункула, отёк "плотноватой" консистенции. Региональные паховые лимфоузлы увеличены и болезненны. Яркая гиперемия лица, гиперемия зева, зернистость дужек. Периферические лимфатические узлы не увеличены, подвижны, безболезненны при пальпации. Подкожно-жировой слой развит удовлетворительно. Мышцы хорошо развиты, тонус обычный, сила 6 баллов с обеих сторон. Кости и суставы без видимых деформаций, движения в полном объёме, безболезненны. Язык влажный, обложен белым налётом у корня. Щитовидная железа не увеличена. Грудная клетка цилиндрической формы, пальпация безболезненна. Перкуторный звук легочный с обеих сторон, голосовое дрожание равномерное. При аускультации дыхание везикулярное, хрипов нет, Чд-15 в мин. Границы сердца в норме, тоны приглушены, ритм правильный, АД 130/80 мм рт.ст. ЧСС-90 в мин. Живот обычной формы равномерно участвует в дыхании, при поверхностной пальпации мягкий, печень у края реберной дуги. Селезёнка не увеличена. Кишечник спокоен, эластичен, безболезнен, стул регулярный. Симптом поколачивания с обеих сторон. Диурез в норме. Менингеальных знаков нет.

Диагноз при поступлении: А46 Рожа

Обоснование диагноза: Диагноз поставлен на основании острого начала, повышения температуры до 38,1, интоксикации выраженной, предшествовал характерным местным явлениям (см. Status localis). Заболеванию предшествовало появление фурункула в области левой голени, лечение проводил местное, самостоятельно, что способствовало в дальнейшем развитию рожи.

Диагноз: А46 рожа левой голени, эритематозная, первичная, средней степени тяжести.

План обследования: Обследование: ОАК, ОАМ, Б/х (АСТ, АЛТ, билирубин, амилаза, глюкоза), коагулограмма, РМП, ЭКГ.