

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет математики и информатики
Кафедра информационных и управляющих систем
Направление подготовки 09.04.04 – Программная инженерия
Направленность (профиль) образовательной программы Управление разработкой программного обеспечения

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой

_____ А.В. Бушманов
« _____ » _____ 2019 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему: Автоматизация процесса выбора технических средств реабилитации с
учетом степени ограничения жизнедеятельности человека

Исполнитель студент группы 7570м	_____	О.В. Крахмалева
	(подпись, дата)	
Руководитель доцент, канд. техн. наук	_____	О.В. Жилиндина
	(подпись, дата)	
Руководитель научного содержания программы магистратуры профессор, доктор техн. наук	_____	И. Е. Еремин
	(подпись, дата)	
Нормоконтроль инженер кафедры	_____	В.Н. Адаменко
	(подпись, дата)	
Рецензент доцент кафедры АППиЭ, канд. техн. наук	_____	А.Н. Рыбалев
	(подпись, дата)	
Рецензент Зам.директора по ИТ ГБУЗ АО АМИАЦ	_____	Д.С. Щербань
	(подпись, дата)	

Благовещенск 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет математики и информатики
Кафедра информационных и управляющих систем

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

_____ А.В. Бушманов
« _____ » _____ 2019 г.

З А Д А Н И Е

К выпускной квалификационной работе студента Крахмалевой Оксаны Витальевны

1. Тема выпускной квалификационной работы: Автоматизация процесса выбора технических средств реабилитации с учетом степени ограничения жизнедеятельности человека
(утверждена приказом от 26.04.2019 № 950-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы (проекта) _____

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: предметная область, нормативно – правовая документация, перечень литературы

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов):

- алгоритмическое обеспечение решения задачи;
- программное обеспечение решения задачи;
- подробное описание разработанной системы поддержки принятия решений.

5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.)

- Функциональная модель ФКУ «ГБ МСЭ по Амурской области» Минтруда России
- Функциональная модель СППВР «Помощник МСЭ»
- Документ «Техническое задание»
- Копии сертификатов и дипломов участника научных конференций

6. Дата выдачи задания _____

7. Руководитель выпускной квалификационной работы: Жилиндина О.В., доцент, канд. тех. наук

8. Задание принял к исполнению (дата): _____

(подпись студента)

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация содержит 92 с., 11 рисунков, 1 таблицу, 4 приложения, 40 источников.

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ВРАЧЕБНЫХ РЕШЕНИЙ, МЕДИКО – СОЦИАЛЬНАЯ ЭКСПЕРТИЗА, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА РЕАБИЛИТАЦИИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, БАЗА ЗНАНИЙ, ERWIN, VISUAL STUDIO, XML, РЕАБИЛИТАЦИЯ ИНВАЛИДОВ

Объектом исследования являются методы разработки системы поддержки принятия врачебных решений с целью повышения эффективности и сокращению числа ошибок при проведении процесса медико – социальной экспертизы в разделе индивидуальной программы реабилитации и абилитации в разделе обеспечения ТСР.

Цель работы: разработка системы поддержки принятия врачебных решений для автоматизации процесса выбора технических средств реабилитации инвалидов с учетом ограничений функций организма человека для использования врача – эксперта.

Данное исследование включает в себя несколько этапов. Первый этап предназначен для изучения предметной области, программного обеспечения и выявления требований к разрабатываемой системе. На втором этапе происходит программное и алгоритмическое обеспечение решения задачи. На третьем этапе описываются разработанный программный продукт, а так же, полученные результаты.

Доклады по теме магистерской диссертации были опубликованы в

журнале XIX регион. науч.-практ.конф. «Молодежь XXI века: шаг в будущее», XII международной научной конференции «Системный анализ в медицине 2018» и в научно – методическом журнале «Проблемы современной науки и образования 2019» №6 (139).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ	11
1.1 Применение информационных систем в медицине	16
1.2 Структура и функционирование СППР	30
1.3 Структура и функционирование систем поддержки принятия врачебных решений	36
1.3.1 Обзор существующих СППВР	39
1.4 Продукционная модель экспертных систем	41
1.5 Существующие методы решения задачи	43
1.6 Предварительная постановка задачи	45
2 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ	46
2.1 Обоснование выбора среды разработки программного продукта	46
2.2 Функциональное проектирование	48
2.3 Архитектурный проект	50
2.3.1 Диаграмма вариантов использования	51
2.3.2 Диаграмма состояний	52
2.3.3 Диаграмма активности	54
2.3.4 Диаграмма компонентов	56
2.4 Характеристика функциональных частей программного продукта	56
2.5 Генерация авторского способа решения рассматриваемой научной задачи	58
3 ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	61
3.1 Тестирование модулей программного обеспечения	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	67
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	69
ПРИЛОЖЕНИЕ А	74
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	79
ПРИЛОЖЕНИЕ В	81
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	91

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты и нормативные документы:

ГОСТ 2.104-68 ЕСПД Основные надписи

ГОСТ 2.105-95 ЕСПД Общие требования к текстовым документам

ГОСТ 2.106-96 ЕСПД Текстовые документы

ГОСТ 2.111-68 ЕСПД Нормоконтроль

ГОСТ 3.1103-83 ЕСПД Основные надписи

ГОСТ 3.1130-93 ЕСПД Основные требования к формам и бланкам документов

ГОСТ 19.101-77 ЕСПД Виды программ и программных документов

ГОСТ 19.106-78 ЕСПД Требования к программным документам выполненным печатным способом

ГОСТ 19.201-93 ЕСПД Техническое задание, требования к содержанию и оформлению

ГОСТ 19.401-78 ЕСПД Текст программы. Требования к содержанию и оформлению

ГОСТ 19.402-78 ЕСПД Описание программы

ГОСТ 19.504-79 ЕСПД Руководство программиста, требования к содержанию и оформлению

ГОСТ 34.602-89 КСАС Техническое задание на создание автоматизированной системы

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

БЗ – база знаний;

ЭС – экспертная система;

МСЭ – медико – социальная экспертиза;

ИНС – искусственные нейронные сети;

ИТ – информационные технологии;

ИПР – индивидуальная программа реабилитации;

ИПРА – индивидуальная программа реабилитации и абилитации;

НИИ – научный исследовательский институт;

МПКС – медицинские приборно-компьютерные системы;

ИСППР – интеллектуальные системы поддержки принятия решений;

ЭВМ – электронно – вычислительная машина;

ЕГИСЗ – единая государственная информационная система в сфере здравоохранения;

МИС МО – медицинские информационные системы медицинских организаций;

МИ – медицинское изделие;

МУ – медицинское устройство;

ПО – программное обеспечение;

ПП – программный продукт;

ЕАВИИАС МСЭ – единая автоматизированная вертикально-интегрированная информационно-аналитическая система по проведению медико-социальной экспертизы;

ФГБУ ФБ МСЭ Минтруда России – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральное бюро медико-социальной экспертизы» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации;

СУБД – система управления базами данных;

ФКУ «ГБ МСЭ по Амурской области» Минтруда России – Федеральное казенное учреждение «Главное бюро медико-социальной экспертизы по

Амурской области» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации;

ИП – интерфейс пользователя;

ФНО – функциональные нарушения организма;

СППР – система поддержки принятия решений.

СППВР – система поддержки принятия врачебных решений.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире информационные технологии (ИТ) применяются повсеместно. Не стало исключением в том числе и здравоохранение. Современные ИТ разработки оказывают огромное положительное влияние на развитие новых способов организации медицинской помощи населению. Большое количество стран уже давно активно используют инновационные технологии в сфере здравоохранения. Внедрение информационных технологий в медицину дает возможность проводить телеконсультации между пациентами и медиками, осуществлять обмен информацией о пациентах между учреждениями, дистанционно фиксировать физиологические параметры, а также наблюдать в реальном времени за проведением операций. Это выводит информатизацию здравоохранения на качественно новый уровень развития, положительно сказываясь на всех аспектах его деятельности.

Одним из главных направлений развития сферы социальной защиты населения является улучшение качества предоставления гражданам государственных услуг, в том числе услуги по проведению медико-социальной экспертизы и реабилитации инвалидов. Данный факт подразумевает необходимость улучшения деятельности государственных экспертных учреждений.

Таким улучшением может служить автоматизация процесса медико-социальной экспертизы (МСЭ). Внедрение прикладных средств автоматизации облегчит работу сотрудникам учреждения МСЭ. Применение информационных технологий в медико-социальной экспертизе способствует повышению эффективности и качества работы специалистов, стандартизации освидетельствования, повышению качества обслуживания населения.

Основной целью проводимого исследования является разработка системы поддержки принятия врачебных решений для автоматизации процесса выбора технических средств реабилитации инвалидов с учетом ограничений функций организма человека для использования врача – эксперта.

Актуальность создания данной информационной системы обусловлена необходимостью снижения вероятности ошибки в процессе проведения медико – социальной экспертизы, а также уменьшением времени на составление индивидуальной программы реабилитации и абилитации.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- построение модели предметной области;
- сбор знаний и накопление базы знаний;
- проектирование системы поддержки принятия врачебных решений;
- реализация программного продукта;
- подробное описание разработанного программного продукта.

1 АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Среди важнейших социальных проблем, стоящих перед нашим государством в настоящее время, одной из основных является реабилитация и социальная защита людей с ограниченными возможностями, которые позволили бы им стать полноправными членами общества в равной степени со здоровыми людьми и принимать активное участие в общественной жизни, во всем ее многообразии.

Определением, в установленном законом порядке, потребностей освидетельствуемого лица в мерах социальной защиты, включая реабилитацию и абилитацию, на основе оценки ограничений жизнедеятельности человека, вызванных стойким расстройством функций организма, занимаются бюро медико-социальной экспертизы.

Учреждения медико-социальной экспертизы в Российской Федерации находятся в ведении Министерства труда и социальной защиты, за исключением Главного бюро медико-социальной экспертизы Федерального медико-биологического агентства, которое подведомственно соответствующему агентству в структуре Министерства здравоохранения.

Порядок организации и деятельности учреждений медико-социальной экспертизы регулируется Приказом Минтруда России от 11.10.2012 № 310н «Об утверждении Порядка организации и деятельности федеральных государственных учреждений медико-социальной экспертизы».

Основные функции бюро медико-социальной экспертизы:

- установление фактов наличия инвалидности у освидетельствуемых граждан, группы, причины, сроков и времени наступления инвалидности;
- определение степени утраты профессиональной трудоспособности (в процентах);
- разработка и коррекция индивидуальной программы реабилитации инвалида (ИПР), в том числе определение видов, форм, сроков и объёмов

реабилитационных мероприятий (которые включают медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию);

- определение нуждаемости пострадавших в результате несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в медицинской, социальной и профессиональной реабилитации;

- разработка и коррекция программ реабилитации инвалидов и пострадавших в результате несчастных случаев на производстве и вследствие профессиональных заболеваний;

- определение причины смерти инвалидов в случаях, когда законодательством Российской Федерации предусматривается предоставление семье умершего мер социальной поддержки;

- учет граждан, проживающих на обслуживаемой территории, прошедших медико-социальную экспертизу; государственное статистическое наблюдение за демографическим составом инвалидов, проживающих на обслуживаемой территории;

- разработка программ профилактики инвалидности и социальной защиты инвалидов;

- разъяснение гражданам, проходящим освидетельствование, вопросов, возникающих в связи с медико-социальной экспертизой.

Одним из разделов программ реабилитации инвалидов является обеспечение их техническими средствами реабилитации. В настоящее время вопросы обеспечения людей с ограниченными возможностями техническими средствами реабилитации отражены во многих разделах Федерального закона от 24 ноября 1995 г. N 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями, установленными Федеральным законом от 22 августа 2004 г. N 122-ФЗ). Технические средства реабилитации назначаются в рамках индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА) инвалида.

Индивидуальная программа реабилитации и абилитации – это разрабо-

танный на основе нормативно-правовых актов медико-социальной экспертизы документ, который включает в себя комплекс оптимальных для человека с инвалидностью реабилитационных мероприятий. В их числе – отдельные виды, формы, объемы, сроки и порядок реализации медицинских, профессиональных и других реабилитационных мер, направленных на восстановление, компенсацию нарушенных или утраченных функций организма, восстановление, компенсацию способностей человека с инвалидностью к выполнению определенных видов деятельности.

Медико-социальная экспертиза гражданина проводится путем комплексной оценки ограничений жизнедеятельности, реабилитационного потенциала на основе анализа его клинико-функциональных, социально-бытовых, профессионально-трудовых и психологических данных и утверждается руководителем или уполномоченным заместителем руководителя бюро (главного, либо Федерального), проводимого экспертизу. Это означает, что в ИПРА должны быть включены все мероприятия, а также технические и иные средства реабилитации и услуги, необходимые человеку с инвалидностью для ведения полноценной независимой жизни в обществе.

Карта индивидуальной программы реабилитации и абилитации подразделяется на несколько частей. Начинается она с основных персональных данных о человеке с инвалидностью. Этот раздел помимо анкетных данных включает в себя сведения: об образовательном уровне (общем и профессиональном); о его профессиях и специальностях, так же квалификации человека и выполняемой к моменту освидетельствования работе (если таковая есть или была); о группе инвалидности и степени ограничения способности к трудовой деятельности и жизнедеятельности в принципе. Также добавлены пункты для дополнительной информации, рассчитанной на не граждан и лиц без гражданства, инвалида, выехавшего на постоянное жительство за пределы Российской Федерации, а также лиц без определенного места жительства и информация о законном (уполномоченном) представителе

инвалида. Также указывается срок, на который оформлена индивидуальная программа реабилитации и абилитации. На основании объективных данных делается экспертное заключение и формируется реабилитационная программа. Карта ИПРА включает следующие разделы:

- Мероприятия по проведению медицинской реабилитации или абилитации;
- Мероприятия по проведению профессиональной реабилитации или абилитации;
- Мероприятия по проведению социальной реабилитации или абилитации;
- Технические средства реабилитации и абилитации, а также услуги по реабилитации (ТСР).

К техническим средствам реабилитации инвалидов (ТСР) относятся устройства (статья 11.1 Федерального закона), содержащие технические решения, в том числе специализированные, используемые для компенсации или устранения стойких ограничений жизнедеятельности человека. К видам ТСР относятся: специальные средства для передвижения и самообслуживания, специальные средства для ухода, специальные средства для ориентирования в пространстве, включая собак-проводников с комплектом снаряжения, общения и обмена информацией, специальные средства для обучения, образования, включая литературу для слепых и занятий трудовой деятельностью, протезные изделия, включая протезно-ортопедические изделия, ортопедическую обувь и специальную одежду, глазные протезы и слуховые аппараты, специальное тренажерное и спортивное оборудование, спортивный инвентарь.

Согласно рассматриваемой статье решение об обеспечении людей с ограниченными возможностями техническими средствами реабилитации и абилитации принимается при установлении медицинских показаний и противопоказаний [34].

Медицинские показания и противопоказания устанавливаются на основе экспертной оценки стойких расстройств функций организма, обусловленных заболеваниями, последствиями травм и дефектами [20]. По медицинским показаниям устанавливается необходимость предоставления инвалиду технических средств реабилитации, обеспечивающих компенсацию или устранение стойких ограничений жизнедеятельности человека с ограниченными возможностями [21].

Перечень технических средств реабилитации и показаний для обеспечения ими инвалидов, а также порядок обеспечения инвалидов ТСР определяются Правительством Российской Федерации (Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 декабря 2017 г. № 888н “Об утверждении перечня показаний и противопоказаний для обеспечения инвалидов техническими средствами реабилитации”) [26].

Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года рассматривает реабилитацию и социальную интеграцию людей с ограниченными возможностями как одно из направлений долгосрочной социальной поддержки населения. Она предусматривает организационное и институциональное совершенствование систем МСЭ и реабилитации инвалидов, создание и усовершенствование инфраструктуры реабилитационных центров, обеспечивающих комплексную реабилитацию инвалидов и их возвращение к полноценной жизни в обществе, формирование индустрии по выпуску современных ТСР, а также укрепление материально-технической базы учреждений медико-социальной экспертизы, реабилитационных учреждений и протезно-ортопедических предприятий (раздел 8 «Развитие социальных институтов и социальная политика») [34]. Близкие по содержанию цели в области реабилитации инвалидов сформулированы в «Основных направлениях деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2018 года (новая редакция)», предусматривающих внедрение современных технологий МСЭ и

реабилитации людей с ограниченными возможностями, основанных на принципах ранней помощи, а также пересмотр нормативов и номенклатуры ТСР. Цели в области реабилитации инвалидов определены также в федеральных целевых программах «Социальная поддержка инвалидов», реализованных в России в 2000 –2010 годах, и в государственной программе Российской Федерации «Доступная среда» на 2011 – 2020 годы [25].

1.1 Применение информационных систем в медицине

Современный период развития общества характеризуется огромным влиянием компьютерных технологий, проникающих во все сферы деятельности человека, они обеспечивают распространение информационных потоков в обществе, образуя глобальное информационное пространство. Они очень быстро превратились в жизненно важный стимул развития не только мировой экономики, но и других сфер человеческой деятельности. В наше время трудно найти сферу, в которой бы не использовались информационные технологии. Лидирующие области по внедрению компьютерных технологий занимают архитектура, машиностроение, образование, банковская структура и конечно же медицина. Во многих медицинских исследованиях невозможно обойтись без компьютера и специализированного программного обеспечения к нему [15]. Умение использовать информационные технологии становится одним из важнейших профессиональных навыков медика. Можно сказать, что без применения компьютеров диагностировать и вылечить многие болезни невозможно. Известно, что в медицине самые большие капиталовложения приходится на создание новых лекарств, а второе место занимают информационные технологии. Системы здравоохранения даже самых богатых и развитых стран сталкиваются с экономическими и производственными трудностями поддерживать качество медицинской помощи перед лицом растущих требований стареющего населения и возросших возможностей в лечебном деле. Пытаясь разрешить эти проблемы, здравоохранение все больше обращается к информационным технологиям, которые способны

привнести множество возможностей. Например, возможность управления ресурсами, уменьшения очередей, исключения врачебных ошибок и обеспечения современного уровня лечения для жителей отдаленных населенных пунктов. Информационные технологии стали неотъемлемой составляющей здравоохранения. Они применяются на всех уровнях управления и оказания медицинской помощи. В настоящее время осуществляется переход к комплексной автоматизации отдельных направлений медицины, лечебно-профилактических учреждений и территориального здравоохранения.

Ключевым звеном в информатизации здравоохранения является информационная система. Классификация медицинских информационных систем основана на иерархическом принципе и соответствует многоуровневой структуре здравоохранения.

Различают:

а) 1-й уровень: медицинские информационные системы базового уровня. Их основная цель – это компьютерная поддержка работы врачей разных специальностей. Они позволяют повысить качество профилактической и лабораторно-диагностической работы, особенно в условиях массового обслуживания при дефиците времени квалифицированных специалистов.

По решаемым задачам выделяют:

1) информационно-справочные системы, предназначенные для поиска и выдачи медицинской информации по запросу пользователя;

2) консультативно-диагностические системы, предназначенные для диагностики патологических состояний, в том числе прогноз и выработку рекомендаций по способам лечения, при заболеваниях различного профиля;

3) приборно-компьютерные системы, предназначенные для информационной поддержки и автоматизации диагностического и лечебного процесса, который осуществляется при непосредственном контакте с организмом больного;

4) автоматизированные рабочие места специалистов, предназначенные для автоматизации всего технологического процесса врача соответствующей специальности и обеспечивающая информационную поддержку при принятии диагностических и тактических врачебных решений;

б) 2-й уровень: медицинские информационные системы уровня лечебно-профилактических учреждений. Представлены следующими основными группами:

1) информационными системами консультативных центров, которые предназначены для обеспечения функционирования соответствующих подразделений и информационной поддержки врачей при консультировании, диагностике и принятии решений при неотложных состояниях;

2) банками информации медицинских служб. Они содержат сводные данные о качественном и количественном составе работников учреждения, прикрепленного населения, основные статистические сведения, характеристики районов обслуживания и другие необходимые сведения;

3) персонифицированными регистрами, которые содержат информацию на прикрепленный или наблюдаемый контингент на основе формализованной истории болезни или амбулаторной карты;

4) скрининговыми системами, созданными для проведения доврачебного профилактического осмотра населения, а также для выявления групп риска и больных, нуждающихся в помощи специалиста;

5) информационными системами лечебно-профилактического учреждения, основанными на объединении всех информационных потоков в единую систему и обеспечивают автоматизацию различных видов деятельности учреждения;

6) информационными системами НИИ и медицинских вузов, решающие три основные задачи: информатизацию технологического процесса обучения, научно-исследовательской работы и управленческой деятельности

НИИ и вузов);

в) 3-й уровень: медицинские информационные системы территориального уровня. Представлены:

1) информационные системы территориального органа здравоохранения;

2) информационные системы для решения медико-технологических задач, которые обеспечивают деятельность работников специализированных медицинских служб информационной поддержкой;

3) компьютерные телекоммуникационные медицинские сети обеспечивают создание единого информационного пространства на уровне региона;

г) 4-й уровень: государственный уровень. Предназначены для информационной поддержки государственного уровня системы здравоохранения.

Важной разновидностью специализированных медицинских информационных систем являются медицинские приборно-компьютерные системы (МПКС).

В настоящее время одним из направлений информатизации медицины является компьютеризация медицинской аппаратуры. Использование ПЭВМ в сочетании с измерительной и управляющей техникой в медицинской практике позволило создать новые эффективные средства для того, чтобы обеспечить автоматизированный сбор информации о состоянии пациента, ее обработки в реальном времени и управление ее состоянием. Этот процесс привел к созданию МПКС, которые обеспечили подъем на качественно новый уровень инструментальные методы исследования и интенсивную терапию. МПКС относятся к медицинским информационным системам базового уровня. Основное отличие систем этого класса – это способность работать в условиях непосредственного контакта с объектом исследования и в режиме реального времени. Они представляют собой сложные программно-аппаратные

комплексы. Для работы МПКС помимо вычислительной техники, необходимы специализированные медицинские приборы, оборудование, телетехника, а также средства связи.

Типичными представителями МПКС являются медицинские системы мониторинга за состоянием больных, например, в процессе проведения сложных операций; системы компьютерного анализа данных томографии, ультразвуковой диагностики, радиографии; системы автоматизированного анализа данных микробиологических и вирусологических исследований, анализа клеток и тканей человека.

В МПКС можно выделить три основные составляющие: это медицинское, аппаратное и программное обеспечение.

Применительно к МПКС медицинское обеспечение включает в себя способы реализации определенного круга медицинских задач, решаемых в соответствии с возможностями аппаратных и программных компонентов системы. К медицинскому обеспечению относятся наборы используемых методик, измеряемых физиологических параметров и методов их измерения, определение способов воздействия системы на пациента и их допустимых границ.

Под аппаратным обеспечением понимают способы реализации технической части системы, которые включают в себя средства сбора медико-биологической информации, средства осуществления лечебных воздействий и средства вычислительной техники.

К программному обеспечению относят математические методы обработки медико-биологической информации, алгоритмы и собственно программы, которые реализуют функционирование системы в целом.

Системы для проведения мониторинга.

Задача оперативной оценки состояния пациента возникает в ряде очень важных практических направлений в медицине, таких как непрерывное наблюдение за больным в палатах интенсивной терапии, операционных и

послеоперационных отделениях.

В таких случаях требуется на основании длительного и непрерывного анализа довольно большого объема данных, которые характеризуют состояние физиологических систем организма обеспечить не только оперативную диагностику осложнений при лечении, но и возможность прогнозирования состояния пациента, а также определить оптимальную коррекцию возникающих нарушений. Для решения такой задачи предназначены мониторные МПКС. К числу наиболее часто используемых при мониторинге параметров относятся: электрокардиограмма, давление крови в различных точках, частота дыхания, температурная кривая, содержание различных газов в крови, минутный объем кровообращения, содержание газов в выдыхаемом воздухе.

Аппаратное обеспечение мониторных систем и аналогичных систем для функциональной диагностики принципиально практически не отличается. Важная особенность мониторных систем – наличие средств экспресс-анализа и визуализации результатов в режиме реального времени. Что позволяет отображать на экране монитора динамику различных производных от контролируемых величин. Все это осуществляется в различных временных масштабах. И соответственно, чем выше качество системы, тем больше возможностей наблюдения динамики контролируемых и связанных с ними показателей она способна предоставить. Чаще всего мониторные системы используются для одновременного слежения за состоянием от одного до 6 больных, причем у каждого из них может изучаться до 16 основных физиологических параметров.

К системам управления процессами лечения и реабилитации относятся автоматизированные системы интенсивной терапии, биологической обратной связи, а также протезы и искусственные органы, которые создаются на основе микропроцессорной технологии.

В системах управления лечебным процессом на первое место выходят

задачи точного дозирования количественных параметров работы, стабильного удержания их заданных значений в условиях постоянно меняющихся физиологических характеристик организма больного.

Под автоматизированными системами интенсивной терапии понимают системы, которые предназначены для управления состоянием организма человека в лечебных целях, а также для его нормализации, восстановления естественных функционирования органов и физиологических систем больного человека, поддержания их в пределах нормы. По реализуемой в них структурной конфигурации системы интенсивной терапии разделяют на два класса – это системы программного управления и замкнутые управляющие системы.

К системам программного управления относят системы для осуществления лечебных воздействий. Например, различная физиотерапевтическая аппаратура, которая оснащена средствами вычислительной техники, также устройства для введения лекарственных препаратов, аппаратура для искусственной вентиляции легких и ингаляционного наркоза и аппараты искусственного кровообращения.

Замкнутые системы интенсивной терапии структурно являются более сложными МПКС, так как они объединяют в себе задачи мониторинга, оценки состояния пациента и выработки управляющих лечебных воздействий. Поэтому на практике замкнутые системы интенсивной терапии создаются только для частных, строго фиксированных задач.

Системы биологической обратной связи предназначены для предоставления пациенту текущей информации о функционировании его внутренних органов и систем, что позволяет путем сознательного волевого воздействия пациента достичь терапевтического эффекта при определенном виде патологий.

Телемедицина.

XXI век должен стать «веком коммуникаций», что подразумевает

повсеместное использование глобальных информационных систем. Использование таких систем в медицине позволяет открыть новые возможности. Например:

- возможность обеспечить взаимодействия региональных медицинских учреждений с крупными медицинскими центрами;
- возможность оперативного получения результатов научных исследований;
- возможность подготовки и переподготовка кадрового состава.

Перечисленные возможности можно охарактеризовать одним общим понятием – телемедицина.

Телемедицина – это комплекс современных лечебно-диагностических методик, которое предусматривает дистанционное управление медицинской информацией.

Возникновение телемедицины чаще всего связывают с врачебным контролем во время космических полетов. Начало было положено при измерении и контроле показателей жизнедеятельности у животных на космических аппаратах, затем у космонавтов.

Причиной прорыва телемедицины в практику послужило бурное развитие телекоммуникационных сетей, а также методов работы с информацией, позволивших обеспечить многосторонний обмен видео- и аудиоинформацией, и любой необходимой сопроводительной документацией.

Самым простым примером реализации возможностей телемедицины является быстрый доступ врача к необходимой справочной информации.

Основным приложением телемедицины является обслуживание тех групп населения, которые живут вдали от медицинских центров или имеют ограниченный доступ к медицинским службам.

Другим важным объектом телемедицины является система диагностических учреждений регионов, когда необходима оперативная связь

между лечащим врачом и врачом-диагностом, которые оказываются в разных лечебных учреждениях, часто разнесенных на большие расстояния.

Еще одним важным направлением телемедицины является скоропомощная ситуация и сложные случаи, когда необходима срочная консультация специалистов из центральных медучреждений для спасения жизни больного или определения тактики лечения.

Следующим направлением является дистанционное медицинское образование. Наиболее перспективные тенденции в создании современных информационных систем можно объединить понятием «архитектура, обусловленная моделированием». Суть этого подхода заключается в том, что в сложной системе невозможно предусмотреть все возможные сценарии, будущее развитие системы и т.д. Поэтому целесообразно разрабатывать некоторую общую для всех участников объектную модель и определять принципы ее наращивания и интеграции в систему. «Архитектура, обусловленная моделированием» решает эти вопросы посредством разделения задач проектирования и реализации. Это позволяет быстро разрабатывать и внедрять новые спецификации взаимодействия, используя новые технологии, которые базируются на проверенных моделях. Процесс создания таких систем представляет собой типичный сложившийся цикл разработки любого сложного информационного проекта: фаза составления требований – фаза анализа – фаза реализации. В рамках каждой из фаз прорабатываются специфические для нее вопросы соответствия требованиям, согласованности и функциональности. Современные информационные системы, как правило, разворачиваются в глобальных сетях типа сети Интернет. Системы телемедицины не исключение. Время автономных, локальных приложений уходит в прошлое. Их место занимают информационные системы, которые характеризуются многообразием архитектур, кроссплатформенностью, разнообразием форматов, обрабатываемых данных и протоколов.

Медицинская диагностика. Экспертные системы.

Экспертная система (ЭС) — компьютерная программа, способная заменить специалиста-эксперта в решении некоторых задач. ЭС начали разрабатываться в рамках исследования искусственного интеллекта в 1970-х годах, а в 1980-х получили коммерческое подкрепление [12].

Экспертные системы представляют собой компьютерные программы, которые могут проводить анализ на основе определённых исходных данных. Они способны заменить специалистов узкого профиля в проблемных ситуациях. Сами системы рассматриваются как модели поведения экспертов, и в своей работе используют знания. Для ЭС "знания" представлены в виде баз знаний, т.е. формализованных совокупностей фактов и правил логического вывода в конкретных областях, их можно изменять и дополнять.

Поиск решений может осуществляться по-разному, например:

- с помощью логических методов, которые направлены на создание экспертных систем с логическими моделями баз знаний;
- с помощью математических методов, то есть имитационным и аналитическим;
- с помощью эвристических методов, которые не имеют строгого обоснования. Медицинские экспертные системы - специализированное программное обеспечение, созданное для предоставления помощи врачам в принятии решений, позволяющие врачу проверять собственные диагностические предположения и обращаться к системе за консультацией в трудных диагностических случаях [5].

Область исследований, посвященная формализации способов представления знаний и построению экспертных систем (ЭС), называют «инженерией знаний». Этот термин введен Е. Фейгенбаумом и в его трактовке означает «привнесение принципов и средств из области искусственного интеллекта в решение трудных прикладных проблем, требующих знаний экспертов».

Большое значение имеет то, что работа с экспертными системами может вестись удалённо. ЭС позволяют решать задачи диагностики, дифференциальной диагностики, прогнозирования, выбора стратегии и тактики лечения и др.

Наиболее важные области применения экспертных систем:

- диагностика неотложных и угрожающих жизни состояний в условиях дефицита времени;
- ограниченные возможности обследования;
- скудная клиническая симптоматика;
- быстрые темпы ухудшения состояния пациента.

Общий принцип, положенный в основу формирования медицинских экспертных систем - это включение в базу знаний синдромов, которые будут отражать состояние всех основных систем организма.

В создании экспертных систем участвуют, как правило, врач-эксперт, математик и программист. Основная роль в разработке данной системы принадлежит эксперту-врачу, ведь именно на основании его личного опыта и знаний формируется база знаний.

ЭС позволяют не только производить раннюю доклиническую диагностику, но и оценивать сопротивляемость организма и выявлять его предрасположенность к заболеваниям, в том числе онкологическим.

Самообучающиеся интеллектуальные системы.

Среди экспертных медицинских систем особое место занимают так называемые самообучающиеся интеллектуальные системы. Они основаны на методах автоматической классификации ситуаций из реальной практики или на методах обучения на примерах. Наиболее яркий пример самообучающихся интеллектуальных систем — искусственные нейронные сети.

Искусственные нейронные сети (ИНС) — это структура для обработки когнитивной информации, основанная на моделировании функций мозга. Основу каждой ИНС содержат относительно простые, в большей степени

однотипные элементы или ячейки, создающие имитацию работы нейронов мозга. Каждый нейрон характеризуется своим текущим состоянием по примеру с нервными клетками головного мозга, которые могут быть возбуждены или заторможены. Искусственный нейрон обладает группой синапсов, то есть однонаправленных входных связей, соединенных с выходами других нейронов, а также имеет аксон, то есть выходную связь данного нейрона, с которой сигнал возбуждения или торможения поступает на синапсы следующих нейронов [11].

Для ИНС характерен принцип параллельной обработки сигналов, что достигается путем объединения большого числа нейронов в так называемые слои и соединения нейронов различных слоев. Теоретически количество слоев и количество нейронов в каждом слое может быть произвольным, однако по факту оно ограничено ресурсами вычислительной техники. В общем случае, чем сложнее ИНС, тем масштабнее задачи, которые она может решить.

Наиболее важным отличием ИНС от остальных методов прогнозирования является возможность создания экспертных систем самим врачом - специалистом, который может передать нейронной сети свой индивидуальный опыт и опыт своих коллег или обучать сеть на реальных данных, полученных путем наблюдений и в процессе работы. Нейронные сети могут принимать решения, основываясь на выявляемых ими скрытых закономерностях в многомерных данных. Положительное отличительное свойство ИНС состоит в том, что они не программируются, т.е. не используют никаких правил вывода для постановки диагноза, а учатся делать это на примерах. В ряде случаев ИНС могут показывать удивительные свойства, присущие только мозгу человека, в том числе отыскивать закономерности в запутанных данных. Нейронные сети нашли применение во многих областях техники, где они используются для решения многочисленных прикладных задач: в космонавтике, автомобилестроении, банковском и военном деле, страховании, робототехнике, при передаче данных и др. Другое, не менее

важное, свойство нейронной сети состоит в способности к обучению и обобщению полученных знаний. Сеть обладает чертами так называемого искусственного интеллекта. Натренированная на ограниченном множестве обучающих выборок, она обобщает накопленную информацию и вырабатывает ожидаемую реакцию применительно к данным, не затронутым в процессе обучения.

Примеры использования экспертных систем в медицине:

В области хирургии P.L. Liew et al. на основе ИНС создали систему прогнозирования риска развития желчнокаменной болезни у людей с избыточной массой тела. Авторы ретроспективно изучили антропоморфометрические, анамнестические, клинические и лабораторные данные 117 прооперированных пациентов с ожирением. Была построена интеллектуальная нейронная сеть, обученная алгоритмом обратного распространения. Использовались 30 входных переменных, включая клинические данные (пол, возраст, индекс массы тела, сопутствующие заболевания), лабораторные показатели и результаты гистологического исследования. Прогнозирующую ценность интеллектуальной нейронной сети сравнивали с моделью логистической регрессии, обученной на той же базе данных. ИНС продемонстрировала лучшую прогнозирующую ценность и более низкий показатель ошибки, чем модель логистической регрессии. Наиболее важные факторы риска желчнокаменной болезни, по данным обеих методик, - это повышенное диастолическое артериальное давление, преморбидный фон, нарушение метаболизма глюкозы и повышение уровня холестерина крови.

В эндоскопии A. Das et al. использовали нейросетевые технологии для сортировки больных с неварикозными кровотечениями из верхних отделов желудочно-кишечного тракта. Была исследована эффективность ИНС, обученной по клиническим и лабораторным данным 387 пациентов с изучаемой патологией, верификация - по данным двухсот пациентов с

проведением ROC-анализа. На выходе сети имелись две результирующие переменные: наличие или отсутствие признаков продолжающегося кровотечения и потребность в лечебной эндоскопии.

В онкоурологии P. Bassi et al. прогнозировали 5-летнюю выживаемость пациентов, перенесших радикальную цистэктомию по поводу рака мочевого пузыря. Для этого были разработаны и сравнены интеллектуальная нейронная сеть и модель логистической регрессии. Выявлено, что единственными статистически достоверными предсказателями 5-летней выживаемости оказались стадия опухоли и наличие или отсутствие прорастания в соседние органы

C. Stephan et al. применили интеллектуальную нейронную сеть для автоматизированного анализа биоптата предстательной железы. Методика основывалась на выявлении общего простатспецифического антигена и определении процента свободного ПСА.

F. K. Chun et al. использовали ИНС для выявления группы риска рака предстательной железы.

В трансплантологии G. Santori et al. применили нейросетевые технологии в прогнозировании отсроченного снижения креатинина сыворотки крови у детей после трансплантации почки. Для выявления корреляции между входными переменными и искомым результатом у пациентов, подлежащих трансплантации почки, была создана искусственная нейронная сеть, обученная на 107 клинических примерах. Были отобраны наиболее важные переменные, коррелирующие с результатом: креатинин сыворотки крови в день пересадки, диурез за первые 24 часа, эффективность гемодиализа, пол реципиента, пол донора, масса тела в первый день после пересадки, возраст.

В медицинской радиологии F. Dohler et al. использовали нейронную сеть для классификации изображений МРТ с целью автоматизированного обнаружения гиппокампаального склероза. ИНС была обучена на 144

примерах изображений и позволяла классифицировать изменения в ткани головного мозга относительно наличия склеротических изменений. E.E. Gassman et al. создали ИНС для автоматизированной идентификации костных структур и оценили надежность этой методики по сравнению с традиционными. Кроме того, сегментацию структур кости ИНС выполнила в 10 раз быстрее.

В неврологии A.T. Tzallas et al. применили нейросеть для прогнозирования эпилептических приступов на основе анализа электроэнцефалограмм. Прогностическая точность метода составила 98 – 100 %.

Современные технические возможности позволяют выйти на качественно новый уровень представления течения заболевания, а именно на основе экспертных автоматизированных технологий смоделировать типовое развитие патологического процесса. Экспертные компьютерные медицинские системы позволяют врачу не только проверить собственные диагностические предположения, но и обратиться к компьютеру за консультацией в трудных диагностических случаях.

Цель исследования – разработать систему поддержки принятия решений для автоматизации процесса выбора технических средств реабилитации с учетом степени ограничения жизнедеятельности человека, для использования врача – эксперта.

1.2 Структура и функционирование СППР

Система поддержки принятия решений (СППР) - компьютерная автоматизированная система, целью которой является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности. СППР возникли в результате слияния управленческих информационных систем и систем управления базами данных.

Для анализа и выработок предложений в СППР используются разные

методы. Это могут быть: информационный поиск, интеллектуальный анализ данных, поиск знаний в базах данных, рассуждение на основе прецедентов, имитационное моделирование, эволюционные вычисления и генетические алгоритмы, нейронные сети, ситуационный анализ, когнитивное моделирование и др. Некоторые из этих методов были разработаны в рамках искусственного интеллекта [22]. Если в основе работы СППР лежат методы искусственного интеллекта, то говорят об интеллектуализированной СППР или ИСППР. Близкие к СППР классы систем — это экспертные системы и автоматизированные системы управления.

Потребность в создании системы поддержки принятия решений возникает в следующих случаях:

- когда для формирования управленческого (в том числе конкретного экономического) решения в приемлемые сроки необходима обработка значительных объемов информации, возможная лишь при автоматизации этого процесса с использованием ЭВМ;
- когда информация, необходимая для принятия решения, не отвечает какому-либо из требований актуальности, объективности, достоверности, точности и полноты или содержит противоречивые сведения, и поэтому требуются ее переработка, анализ, фильтрация и обобщение до уровня, приемлемого для лица, принимающего решения;
- когда необходимо проанализировать результаты воздействия на управляемую систему многочисленных внешних событий и факторов, а также ранее принятых управленческих и экономических решений;
- при необходимости оперативного рассмотрения большого числа возможных исходов и сценариев развития ситуации из-за постоянного изменения внешней среды и условий, в которых находится управляемая система;
- когда моделирование поведения внешней среды и управляемой системы, а также обработка данных и формирование управленческих и экономических решений затруднительны или невозможны без использования сложных

экономико-математических методов и трудоемких вычислительных алгоритмов;

– при решении сложных слабоструктурированных многокритериальных задач, в частности, при выборе управленческих и экономических решений на основе правил предпочтения альтернатив, в условиях отсутствия точных алгоритмов принятия решений;

– для поиска приемлемых альтернативных решений, используемых для выбора и принятия окончательного решения; таких альтернатив может быть много, а поиск каждой конкретной без применения вычислительной техники затруднителен;

– при поиске оптимальной или эффективной альтернативы на широком множестве приемлемых управленческих решений, особенно в условиях, когда точными методами или перебором за обозримое время этого достичь невозможно;

– для автоматизации аналитической деятельности, необходимой для оперативной и качественной интерпретации результатов управленческих и экономических решений.

По взаимодействию с пользователем выделяют три вида СППР:

– пассивные помогают в процессе принятия решений, но не могут выдвинуть конкретного предложения;

– активные непосредственно участвуют в разработке правильного решения;

– кооперативные предполагают взаимодействие СППР с пользователем. Выдвинутое системой предложение пользователь может доработать, усовершенствовать, а затем отправить обратно в систему для проверки. После этого предложение вновь представляется пользователю, и так до тех пор, пока он не одобрит решение.

По способу поддержки различают:

- модельно-ориентированные СППР, используют в работе доступ к статистическим, финансовым или иным моделям;
- СППР, основанные на коммуникациях, поддерживают работу двух и более пользователей, занимающихся общей задачей;
- СППР, ориентированные на данные, имеют доступ к временным рядам организации. Они используют в работе не только внутренние, но и внешние данные;
- СППР, ориентированные на документы, манипулируют неструктурированной информацией, заключенной в различных электронных форматах;
- СППР, ориентированные на знания, предоставляют специализированные решения проблем, основанные на фактах.

В сфере использования выделяются общесистемные и настольные системы поддержки принятия решений. Общесистемные работают с большими системами хранения данных, с ними могут работать несколько пользователей, а настольные - с небольшими системами и применяются для одного пользователя.

Главной особенностью информационной технологии поддержки принятия решений является качественно новый метод организации взаимодействия человека и компьютера. Выработка решения, что является основной целью этой технологии, происходит в результате итерационного процесса, в котором участвуют:

- система поддержки принятия решений в роли вычислительного звена и объекта управления;
- человек как управляющее звено, задающее входные данные и оценивающее полученный результат вычислений на компьютере.

Окончание итерационного процесса происходит по воле человека. В этом случае можно говорить о способности информационной системы

совместно с пользователем создавать новую информацию для принятия решений.

Дополнительно к этой особенности информационной технологии поддержки принятия решений можно указать еще ряд ее отличительных характеристик:

- ориентация на решение плохо структурированных задач;
- сочетание традиционных методов доступа и обработки компьютерных данных с возможностями математических моделей и методами решения задач на их основе;
- направленность на непрофессионального пользователя;
- высокая адаптивность, обеспечивающая возможность приспособливаться к особенностям имеющегося технического и программного обеспечения, а также требованиям пользователя.

При создании СППР учитывается ряд принципов:

- Машина должна вычислять, рассчитывать варианты, а человек принимать решение.
- Принцип Шоу: система должна быть такой, чтобы с ней мог работать даже неподготовленный пользователь.
- Принцип "бюрократичности". Этот принцип связан с уменьшением потока информации, который должен доставляться человеку для принятия решения.
- Принцип объектно-ориентированного моделирования при построении картины предметной области.
- Принцип динамической структуры.
- Принцип полноты информационного пространства.
- Принцип интеграции информационного пространства.
- Принцип децентрализации информационного хранилища.
- И, наконец, принцип компонентной сборки прикладных режимов.

Опыт применения компьютеров в задачах организационного управления и принятия решений показал, что при решении конкретных проблем люди предпочитают использовать упрощенные подходы, не требующие большого разнообразия данных и изощренных моделей. В реальных ситуациях рассматриваемая проблема описывается разнохарактерной информацией, в ней сочетаются количественные и качественные факторы, наряду с объективными данными приходится учитывать субъективные суждения руководителей, знания экспертов. Однако описание проблемы почти никогда не является полным, так как бывает достаточно трудно получить всю информацию, необходимую для анализа проблемы. И, наконец, при подготовке и принятии решений необходимо учитывать особенности и пределы человеческой системы переработки информации и специальным образом подготавливать информацию, используемую людьми. Цель исследований по экспертным системам состоит в разработке программ (устройств), которые при решении задач, трудных для эксперта-человека, получают результаты, не уступающие по качеству и эффективности решениям, получаемым экспертом. В большинстве случаев экспертные системы решают трудно формализуемые задачи или задачи, не имеющие алгоритмического решения. В настоящее время экспертные системы нашли применение в разнообразных предметных областях (медицина, вычислительная техника, геология, математика, сельское хозяйство, управление, электроника, юриспруденция и др.).

Наиболее типичны для СППР многокритериальные задачи принятия решений с объективными моделями и большими массивами количественных данных. Значительно слабее освоена область задач с субъективными моделями, особенно когда в них используются качественные данные. Еще менее разработанным является применение ЭВМ на этапе предварительного анализа и структуризации рассматриваемой проблемы - одного из принципиально важных этапов подготовки и принятия решения. Основные

трудности связаны здесь, во-первых, с тем, что анализ проблемы представляет собой творческий процесс, плохо поддающийся формализации. Во-вторых, пока еще крайне недостаточен арсенал средств, которые могли бы использоваться при структуризации проблемы.

Степень структуризации проблемы - центральный момент для СППР. Если проблема может быть полностью структурирована и окажется возможным составить алгоритм ее решения, который удовлетворит пользователя, то поддержка решения не нужна, так как этот алгоритм может заменить человека. В случае если проблема не имеет структуры, и нет никаких требований к данным, то поддержка решения невозможна, поскольку трудно определить стадии решения проблемы. Между этими двумя полюсами лежит область применения СППР. Наибольший эффект СППР могут дать при решении проблем, обладающих структурой, достаточной для использования объективных моделей и применения вычислений, но где в то же время существенными являются суждения и предпочтения человека. К подобным проблемам можно отнести и лазерные процессы обработки материалов, которые наряду с другими современными технологиями базируются как на разнообразных теоретических моделях, так и на многочисленных экспериментальных данных и практическом опыте работы квалифицированных специалистов-технологов.

1.3 Структура и функционирование систем поддержки принятия врачебных решений

В настоящее время в Российской Федерации осуществляется проработка национального проекта «Здравоохранение», включающего программу «Создание единого цифрового контура в сфере здравоохранения на основе ЕГИСЗ». Цели и мероприятия включают поэтапную трансформацию здравоохранения Российской Федерации, что полностью соответствует целям и задачам программы «Цифровая экономика», утвержденной распоряжением Правительства РФ №1632-р от 28 июля 2017 года. Согласно данному

документу данные в цифровом виде являются ключевым фактором повышения эффективности производства во всех сферах социально-экономической деятельности, что является необходимым условием повышения конкурентоспособности страны, качества жизни граждан, обеспечения экономического роста и национального суверенитета [28].

Ключевым направлением цифрового здравоохранения является применение систем поддержки принятия врачебных решений (далее - СППВР), которые, в том числе, будут функционировать на основе медицинской информации в электронном виде, формируемой и обрабатываемой в ЕГИСЗ, государственных информационных системах в сфере здравоохранения субъектов Российской Федерации и медицинских информационных системах медицинских организаций (МИС МО).

СППВР – это информационная система, обеспечивающая путем сбора и анализа данных, в том числе, с использованием технологий искусственного интеллекта, информационное сопровождение врача при обследовании пациента, сборе анамнеза, диагностике, назначении лечения с целью снижения возможности допущения врачебных ошибок и повышения качества оказываемой медицинской помощи, включая профилактику и поддержку здорового образа жизни.

Одной из наиболее важных сторон развития СППВР является сложившаяся в настоящее время ситуация, когда практически любая подобная система, в том числе и системы на основе искусственного интеллекта, классифицируются, с точки зрения права, как медицинское изделие. Согласно действующего законодательства требуется его обязательная государственная регистрация, включая проведение технических и клинических испытаний, а также проведение экспертизы качества, эффективности и безопасности.

Применение медицинских изделий в России регулируется Федеральным законом от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». Статья 38 323-ФЗ гласит, что «Медицинскими

изделиями являются любые инструменты, аппараты, приборы, оборудование, материалы и прочие изделия, применяемые в медицинских целях отдельно или в сочетании между собой, а также вместе с другими принадлежностями, необходимыми для применения указанных изделий по назначению, включая специальное программное обеспечение, и предназначенные производителем для профилактики, диагностики, лечения и медицинской реабилитации заболеваний, мониторинга состояния организма человека, проведения медицинских исследований, восстановления, замещения, изменения анатомической структуры или физиологических функций организма, предотвращения или прерывания беременности, функциональное назначение которых не реализуется путем фармакологического, иммунологического, генетического или метаболического воздействия на организм человека. Медицинские изделия могут признаваться взаимозаменяемыми, если они сравнимы по функциональному назначению, качественным и техническим характеристикам и способны заменить друг друга» [36].

Исходя из вышперечисленного следует, что программное обеспечение следует рассматривать как медицинское изделие (МИ), если оно используется:

- для управления медицинскими устройствами (МУ). В диагностике это регистрация и измерение физиологических параметров или биоматериала. В лечении это воздействие на организм человека, в том числе путем генерации и отображения изображений на экране компьютера, генерации звука и иных видов излучений и т.д.;
- совместно с медицинскими устройствами - для приема и обработки сигналов (массивов данных), поступающих от МУ, их представления (визуализации, отображения, воспроизведения) медицинскому работнику в виде изображения, звукового потока или символов (чисел, текста и т.д.) и их документирования для последующего использования. Сюда относится в том числе ПО, внешнее по отношению к МУ, может быть отдельным объектом

разработки или поставки, включая системы обработки и отображения медицинских изображений в диагностических целях, лабораторные информационные системы, а также системы дистанционного мониторинга пациентов;

- для хранения, обработки и передачи медицинских данных, в т.ч. документированных или вводимых врачом, или поступающих непосредственно от МУ. Формально к этому классу можно отнести очень широкий спектр ПО, включая системы ведения электронных медицинских карт и медицинские информационные системы медицинских организаций, системы поддержки принятия врачебных решений, а также решения на базе искусственного интеллекта, анализирующие различные медицинские данные и формирующие подсказки или предложения врачу по тактике обследования и лечения пациента, включая системы выявления патологий в медицинских изображениях, системы подбора лекарственной терапии и т.д.

Таким образом, медицинские информационные системы, системы поддержки принятия врачебных решений и системы искусственного интеллекта классифицируются как МИ.

1.3.1 Обзор существующих СППВР

На данный момент тема систем поддержки принятия врачебных решений и искусственного интеллекта является одной из самых популярных в СМИ и социальных сетях, по направлению медицины. Очень часто появляются новости о создании различными компаниями и научно-исследовательскими объединениями новых решений в области искусственного интеллекта и поддержки принятия врачебных решений.

СППВР можно объединить в 4 ключевые группы:

- Диагностика, включая дифференциальную диагностику
- Профилактика заболеваний и осложнений, включая прогнозирование
- Помощь в лечении, включая подбор и контроль терапии

– Мониторинг пациентов, в том числе автоматизированный удаленный мониторинг

Разрабатываемая СППВР для автоматизации процесса выбора технических средств реабилитации инвалидов, с учетом функциональных нарушений организма можно отнести к группе помощи в лечении.

В таблице представлены аналогичные СППВР и их специализация.

Таблица 1 – Обзор существующих аналогичных СППВР

Название СППВР	Специализация	Подходит для решения поставленной задачи
1	2	3
Электронный клинический фармаколог	Оказывает помощь врачу при назначении фармакотерапии,	Нет
Автоматизированный скрининг лекарственных назначений	Помогает проверить правильность и безопасность при назначении лекарственной терапии	Нет
Droice Labs	Встраиваемый в медицинские информационные системы цифровой помощник, который помогает врачам принимать более правильные решения	Нет
Galenos	Система поддержки принятия врачебных решений, позволяющая назначать лечение и контролировать дозировку препаратов	Нет

Алгом	Медицинский информационно-справочный ресурс на основе доказательной медицины	Нет
Киберис	Сервис подбора оптимального лечения и проверки безопасности терапии	Нет
Чирп	Сервис для пациентов, помогающий определить правильность лечения и проверить совместимость лекарств	Нет
PME Planner	Система для расчета коррекции врожденной или посттравматической деформации бедренной кости для нужд травматологии и ортопедии	Нет
Система для реконструктивной хирургии позвоночно-тазового комплекса	Система предлагает хирургам оптимальный вариант вмешательства и просчитывает нужные операции для случаев, не укладывающихся в стандартные алгоритмы	Нет

Данные программные продукты выполняют основные цели проведения медицинской помощи населению. Как альтернатива подобным средствам будет создана система поддержки принятия врачебных решений, позволяющая автоматизировать процесс выбора технических средств реабилитации инвалидов, с учетом функциональных нарушений организма, для использования врача - эксперта в соответствии с текущей нормативно-правовой документацией.

1.4 Продукционная модель экспертных систем

Экспертными системами наиболее распространенного типа являются системы, основанные на правилах. Правила, организованные в формате «IF

(если) -THEN (то)» структур, называются продукционными правилами. Продукционные правила, вместе с интерпретатором, который управляет их активизацией в зависимости от имеющихся фактов, составляют производственные модели представления и использования знаний в экспертных системах. Такие системы носят название продукционных.

В продукционных системах знания представлены в форме плюрального правила, на основе которых формируются выводы, которые должны быть сделаны или же не сделаны в разных ситуациях. Выводы делаются на основе методов либо прямого, либо обратного логического вывода. В зависимости от метода логического вывода различают два вида продукционных систем: системы с прямым логическим выводом и системы с обратным логическим выводом.

Общая политика решения задач заключается в разбиении их на фрагменты, которые можно проще доказать. При этом, системы с прямым логическим выводом находятся под управлением фактов. Они начинают свою работу с известных начальных фактов и продолжают, используя правила для создания выводов или выполнения определенных действий. Системы с обратной логическим выводом руководствуются гипотезами. Они начинают свою работу с гипотезы, или цели, которую пользователь пытается доказать и продолжают, отыскивая правила, которые позволят доказать правдивость гипотезы [22].

Повсеместное применение систем, основанных на продукционных правилах, определено наличием в них следующих особенностей:

- модульная организация. Благодаря модульной организации упрощается представления знаний и расширение экспертной системы, наращивая ее возможности шаг за шагом.
- наличие средств объяснения. Продукционные экспертные системы с помощью правил позволяют легко создавать средства объяснения. Средство объяснения отслеживает последовательность активированных правил и, на

этой основе, дает возможность восстановить ход рассуждений, которые привели к определенному выводу.

– наличие аналогии с познавательным процессом человека. Согласно результатам, полученным Ньюэллом и Саймоном, правила является естественным способом моделирования процесса решения задач человеком. Поэтому, в процессе выявления экспертных знаний, не возникают лишние сложности в объяснении экспертам структуры представления знаний, поскольку применяется простое их представление в виде правил «IF-THEN».

Примеры продукционных правил:

ЕСЛИ

«резина быстро стирается»

и

«руль ведет»

ТО

«необходимо сделать развал схождения»

В состав экспертных систем продукционного типа входят база правил (база знаний), рабочая память и интерпретатор правил (решатель), который реализует установленный механизм логического вывода. Любое продукционное правило, которое храниться в базе знаний, состоит из двух частей: антецедента и консеквента. Антецедент представляет собой посылку правила, то есть условную часть и состоит из простых предложений, соединенных логическими связками «и», «или». Консеквент, то есть заключение, включает одно или несколько предложений, выражающие либо некоторый факт, либо ссылку на определенное действие, подлежащее исполнению. Продукционные правила принято записывать в виде антецедент-консеквент.

1.5 Существующие методы решения задачи

До 2012 года в учреждениях медико-социальной экспертизы не существовало единого стандартизированного программного решения,

которое бы позволяло фиксировать необходимую информацию о результатах предоставления государственной услуги гражданам по медико-социальной экспертизе. В отдельных субъектах Российской Федерации использовались программные решения собственной или заказной разработки. Во многих учреждениях работа велась без использования средств автоматизации, вся документация заполнялась врачами от руки.

На основании этого была разработана единая автоматизированная вертикально-интегрированная информационно-аналитическая система по проведению медико-социальной экспертизы (ЕАВИИАС МСЭ), которая в настоящий момент является типовой информационной системой, используемой во всех федеральных учреждениях медико-социальной экспертизы на территории Российской Федерации с 2014 года.

Заказчиком и владельцем данной системы является Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральное бюро медико-социальной экспертизы» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации (ФГБУ ФБ МСЭ Минтруда России).

ФГБУ ФБ МСЭ Минтруда России является многопрофильным медицинским, экспертным и реабилитационным учреждением, осуществляющим практическую деятельность по проведению медико-социальной экспертизы, оказанию специализированной, в том числе высокотехнологичной медицинской, реабилитационной и психологической помощи, включая первичное, атипичное и сложное протезирование и ортезирование, изготовление высоко функциональных протезов и ортезов, научно-методическое и учебно-методологическое сопровождение для учреждений медико-социальной экспертизы, медико-социальной реабилитации и абилитации.

Вышеупомянутая система имеет распределенную архитектуру и представляет собой клиент-серверное приложение, функционирующее под управлением операционных систем семейства Windows. На серверной

стороне используется СУБД SQL Server.

Система включает в себя блок поддержки процессов проведения освидетельствования, в том числе формирования ИПРА инвалида и ребенка-инвалида, программы реабилитации пострадавшего и контроля их выполнения. Однако процесс этот не автоматизирован, врачу – эксперту приходится на основании ранее определенных показаний и противопоказаний, руководствуясь своим опытом, вручную, выбирать необходимые средства технической реабилитации из справочника.

Иных аналогов на рынке не выявлено.

Таким образом, на основании вышеперечисленного, можно сделать вывод о том, что разрабатываемый программный продукт будет уникальным и аналогов не имеет.

1.6 Предварительная постановка задачи

Реабилитация является важным компонентом системы обеспечения людей с ограниченными возможностями условий для преодоления ограничений жизнедеятельности, направленными на создание им равных возможностей для участия в жизни общества [33].

В результате исследования и анализа предметной области была выявлена проблема загруженности региональных бюро и наличие больших объемов информации, которую врачам – экспертам необходимо обрабатывать вручную. Исходя из этого было принято решение создать систему поддержки принятия врачебных решений, которая бы на основании входных данных, а именно нарушений функций организма, выводила список технических средств реабилитации и абилитации инвалидов, это, несомненно, будет способствовать сокращению числа ошибок при разработке индивидуальной программы реабилитации и абилитации в разделе обеспечения ТСР.

2 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

2.1 Обоснование выбора среды разработки программного продукта

Выбор среды разработки для полноценного приложения, которое в дальнейшем сможет расти и развиваться – это задача, требующая тщательного анализа всех достоинств и недостатков той или иной среды разработки. Разрабатываемый программный продукт должен удовлетворять как текущим, так и будущим потребностям конечных пользователей этого продукта, при этом следует учитывать финансовые затраты на приобретение необходимого оборудования, непосредственно самой системы, разработку необходимого программного обеспечения на ее основе, а также обучение персонала.

Так как большинство бюро МСЭ используют операционные системы семейства Windows, для реализации поставленной задачи была выбрана среда разработки Microsoft Visual Studio. Microsoft Visual Studio – это линейка продуктов компании Microsoft, включающих в себя встроенную среду разработки ПО и ряд других инструментальных средств [39]. Данные продукты позволяют разрабатывать как консольные приложения, так и приложения с графическим интерфейсом пользователя, в том числе с поддержкой технологии Windows Forms, а также веб-сайты, веб-приложения, веб-службы как в родном, так и в управляемом кодах для всех платформ, поддерживаемых Windows. Visual Studio включает в себя редактор исходного кода с поддержкой технологии IntelliSense и возможностью простейшего рефакторинга кода. Встроенный отладчик может работать на разных уровнях, то есть и как отладчик уровня исходного кода, так и как отладчик машинного уровня. Остальные встраиваемые инструменты включают в себя редактор форм для упрощения создания графического интерфейса приложения, веб-редактор, дизайнер классов и дизайнер схемы базы данных. Visual Studio позволяет создавать и подключать сторонние плагины для возможности расширения функциональности практически на каждом уровне,

включая добавление поддержки систем контроля версий исходного кода, добавление новых наборов инструментов или инструментов для иных аспектов процесса разработки программного обеспечения.

В качестве языка программирования для разработки был выбран C# с использованием .Net Framework v.4.5.2 по причине своей гибкости, а также кроссплатформенности [2]. Visual C# — это реализация языка C# корпорацией Майкрософт. Поддержка Visual C# в Visual Studio обеспечивается с помощью полнофункционального редактора кода, компилятора, шаблонов проектов, конструкторов, мастеров кода, мощного и удобного отладчика и множества других средств [39].

Для написания базы знаний использовался язык XML - расширяемый язык разметки [40]. XML разработан как язык с простым формальным синтаксисом, он удобен для создания и обработки документов программами и одновременно удобный для чтения и создания документов человеком, с подчёркиванием нацеленности на использование в Интернете. Язык называется расширяемым, по причине того, что он не фиксирует разметку, используемую в документах, то есть разработчик может создать разметку в соответствии с собственными потребностями в конкретной области, будучи ограниченным лишь синтаксическими правилами языка. XML используется повсюду, начиная от веб-служб, баз данных, конфигурационных файлов, и до офисных документов. На сегодняшний день XML является одним из наиболее распространенных стандартов документов, который позволяет в удобной форме сохранять сложные по структуре данные. В Visual Studio существует инструментальная поддержка, облегчающая работу с XML. Редактор XML в Visual Studio основан на текстовом редакторе и включает дополнительную поддержку языков XML.

Редактор XML включает в себя следующие компоненты:

- Проверка синтаксиса XML 1.0;
- Проверка правильности по схеме во время ввода;

- Поддержка XML-фрагментов, включая фрагменты, сформированные схемой;
- Поддержка определения типа документа (DTD);
- Поддержка схем на языке XSD;
- Создание схемы XML из экземпляра XML-документа;
- Преобразование определения DTD или XDR-схемы в XML-схему;
- Проверка синтаксиса XSLT;
- Структурирование документов, позволяющее разворачивать и сворачивать элементы;
- Интеграция с обозревателем XML-схем. Это обеспечивает иерархическое представление XML-схем;

Редактор XML вызывается для распространенных расширений файлов, таких как .xml, .xsd, .xsl, и .config. Также это приложение вызывается для неизвестных расширений имен файлов, если существует предположение, что файл содержит код XML.

Для проектирования контекстной диаграммы и ее декомпозиции по методологии был использован программный компонент Corel Draw x8 в силу предоставленных в нем мощных инструментов и функций для профессиональной деятельности и творчества.

Контекстная диаграмма – это модель, представляющая систему как набор иерархических действий, в которой каждое действие преобразует некоторый объект или набор объектов.

2.2 Функциональное проектирование

Прежде чем приступить к функциональному проектированию системы поддержки принятия врачебных решений, согласно определению, СППВР – это информационная система, которая обеспечивает путем сбора и анализа данных, в том числе, с использованием технологий искусственного интеллекта, информационное сопровождение врача при обследовании пациента, сборе анамнеза, диагностике, назначении лечения с целью

снижения возможности допущения врачебных ошибок и повышения качества оказываемых медицинских услуг, включая профилактику и поддержку здорового образа жизни.

В качестве примера функциональной модели медицинской организации было выбрано «Главное бюро медико – социальной экспертизы по Амурской области» [3].

Федеральное казенное учреждение «Главное бюро медико-социальной экспертизы по Амурской области» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации (ФКУ «ГБ МСЭ по Амурской области» Минтруда России) создано в соответствии с Распоряжением Правительства Российской Федерации от 16.12.2004 г. №1646-р [6]. Оно находится в ведомственном подчинении Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации согласно Распоряжению Правительства Российской Федерации от 14.07.2012 г. №1270-р [27].

В настоящее время ФКУ «ГБ МСЭ по Амурской области» Минтруда России оказывает государственную услугу по проведению медико-социальной экспертизы различных категорий граждан: взрослого населения, лиц в возрасте до 18 лет, лиц с психическими расстройствами, больных туберкулезом, заболеваниями и дефектами органа зрения.

Государственную услугу по медико-социальной экспертизе оказывают три экспертных состава и семнадцать бюро, в том числе включая районы г.Белогорск, г.Райчихинск, г.Свободный, г. Шимановск, с.Тамбовка.

Функции федеральных учреждений медико-социальной экспертизы:

- установление инвалидности, ее причин, сроков, времени наступления инвалидности, потребности инвалида в различных видах социальной защиты;
- разработка индивидуальных программ реабилитации и абилитации инвалидов;
- изучение уровня и причин инвалидности населения;

- участие в разработке комплексных программ реабилитации, абилитации инвалидов, профилактики инвалидности и социальной защиты инвалидов;
- определение степени утраты профессиональной трудоспособности;
- определение причины смерти инвалида в случаях, когда законодательством Российской Федерации предусматривается предоставление мер социальной поддержки семье умершего;
- выдача заключения о нуждаемости по состоянию здоровья в постоянном постороннем уходе (помощи, надзоре) в случаях, предусмотренных подпунктом «б» пункта 1 статьи 24 Федерального закона от 28 марта 1998 года N 53-ФЗ «О воинской обязанности и военной службе».

Решение учреждения медико-социальной экспертизы является обязательным для исполнения соответствующими органами государственной власти, органами местного самоуправления, а также организациями независимо от организационно-правовых форм и форм собственности [38].

Подробная функциональная модель деятельности ФКУ «ГБ МСЭ по Амурской области» Минтруда России представлена в приложении А.

2.3 Архитектурный проект

Архитектурный проект предполагает осуществление процесса проектирования с помощью диаграмм языка UML.

Цель процесса проектирования архитектуры системы заключается в определении того, как системные требования следует распределить относительно элементов системы [6].

UML – это унифицированный язык моделирования, используемый для описания проекта будущего программного продукта. Язык UML обеспечивает поддержку всех этапов жизненного цикла ИС и предоставляет для этих целей ряд графических средств – диаграмм [32].

Все диаграммы построены с помощью объектно-ориентированного CASE-средства Rational Rose. Данное средство позволяет автоматизировать процессы анализа и проектирования программного обеспечения,

генерировать коды на различных языках программирования, а также выпускать проектную документацию. В состав Rational Rose входят следующие компоненты: репозиторий данных, графический интерфейс пользователя, средства просмотра проекта, средства контроля проекта, средства сбора статистики и генератор документов.

2.3.1 Диаграмма вариантов использования

Целью диаграммы вариантов использования является описание функционального назначения системы. Данная диаграмма является статической, поэтому не отражает временные рамки работы проектируемого программного средства. Процесс архитектурного проектирования следует начинать именно с построения данной диаграммы, так как она относится к концептуальному этапу проектирования программного средства. Основными составляющими диаграммы являются: вариант использования и действующее лицо – актёр. Вариант использования отражает основные функции, выполняемые будущей системой. Актёр или действующее лицо представляет собой внешнюю сущность, которая может быть выражена в виде конкретного человека, устройства, системы или программы, выполняющая те или иные функции и являющаяся источником взаимодействия.

Для разрабатываемой системы в качестве актёров были выбраны:

- врач – конкретное лицо, работающее с системой;
- ИП – интерфейс пользователя, с которым взаимодействует врач.

А также варианты использования:

- внести ФИО пациента;
- внести возраст пациента;
- внести данные о ФНО (функциональные нарушения организма) пациента;
- выдать перечень подходящих ТСР (технических средств реабилитации);
- выбрать ТСР;
- выдать назначение.

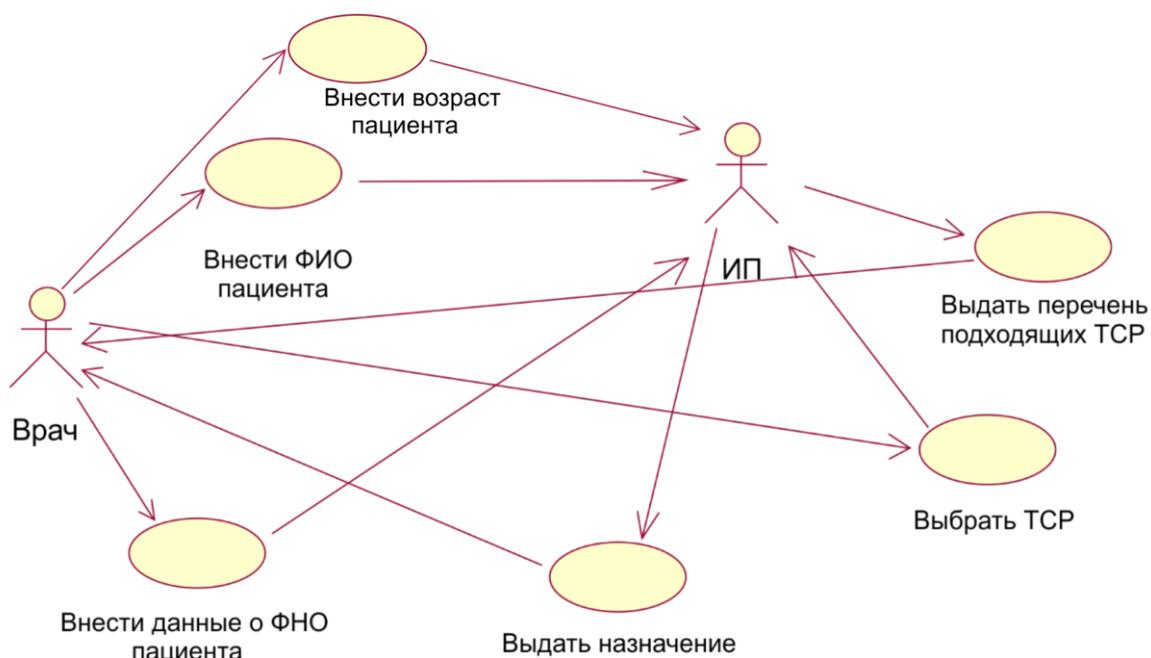


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

Между актёрами и вариантами использования возникает отношение ассоциации, что обозначает специфическую роль действующего лица при его взаимодействии с вариантами использования. Данная связь обозначается сплошной стрелкой.

2.3.2 Диаграмма состояний

Цель данной диаграммы - это описание последовательности возможных действий, происходящих с элементом рассматриваемой системы. Это своего рода граф специфического назначения, где состояния – это вершины, а дуги в свою очередь символизируют переход из одного состояния в другое.

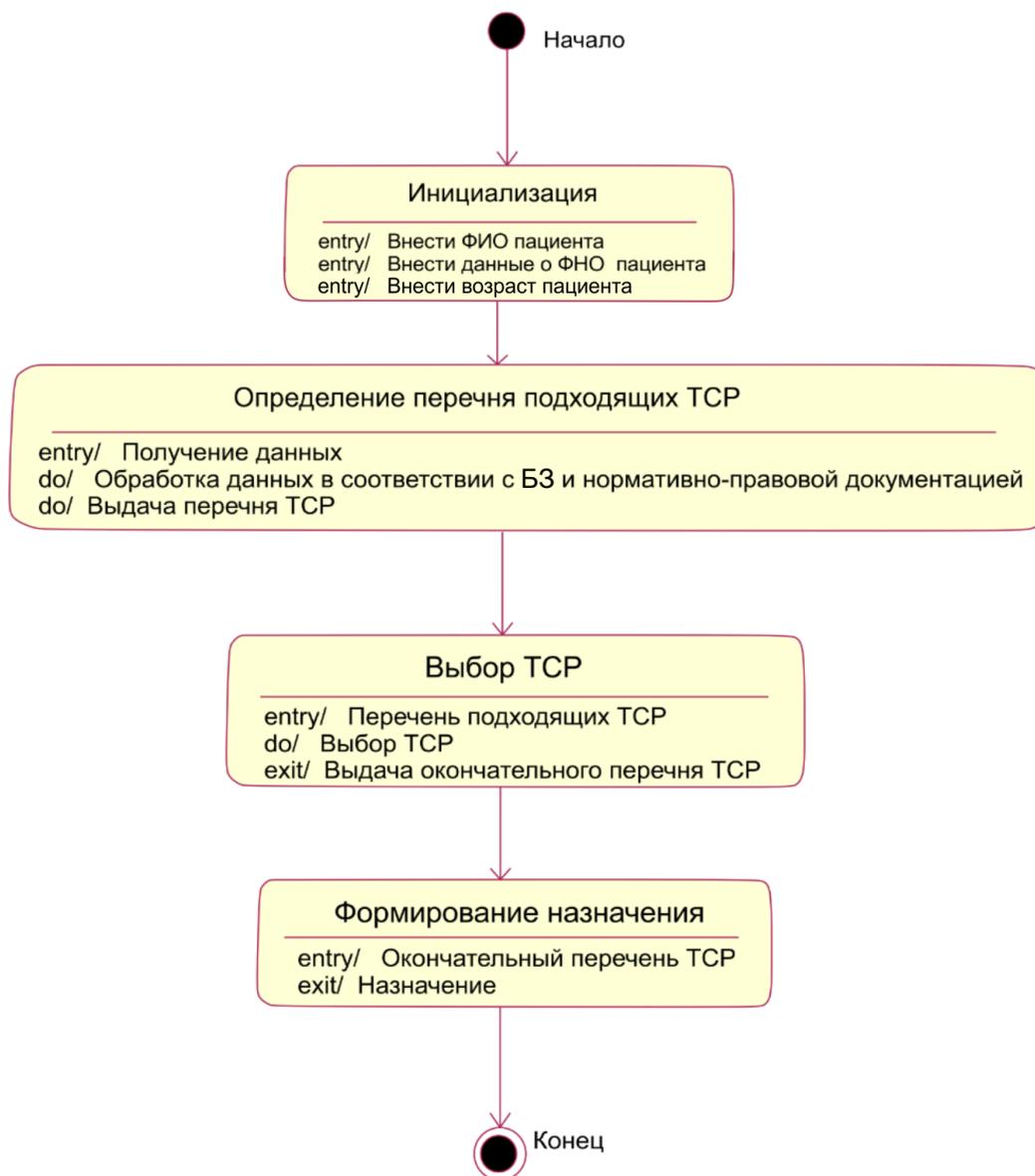


Рисунок 2 – Диаграмма состояний

Диаграмма состояний характеризуется начальным, конечным, а также промежуточными состояниями, а именно:

- инициализация, которая характеризуется вводом данных на входе о пациенте;
- определение перечня подходящих ТСП, которое получает данные благодаря предыдущему состоянию, проводит их обработку в соответствии с нормативно-правовой документацией и базой знаний и выдаёт перечень ТСП;

- выбор ТСП, при котором производится процесс выбора ТСП врачом;
- формирование назначения, которое анализирует выбор врача и на выходе предоставляет сформированное назначение.

2.3.3 Диаграмма активности

Для моделирования и проектирования процесса выполнения операций в языке UML используют диаграммы активности. Графическая нотация, которая используется в данных диаграммах очень схожа с нотацией диаграммы состояний, поскольку на диаграммах активности также присутствуют обозначения состояний и переходов. Каждое состояние на диаграмме активности соответствует осуществлению некоторой операции, а переход в следующее состояние срабатывает только в том случае, если предыдущее состояние уже завершилось.

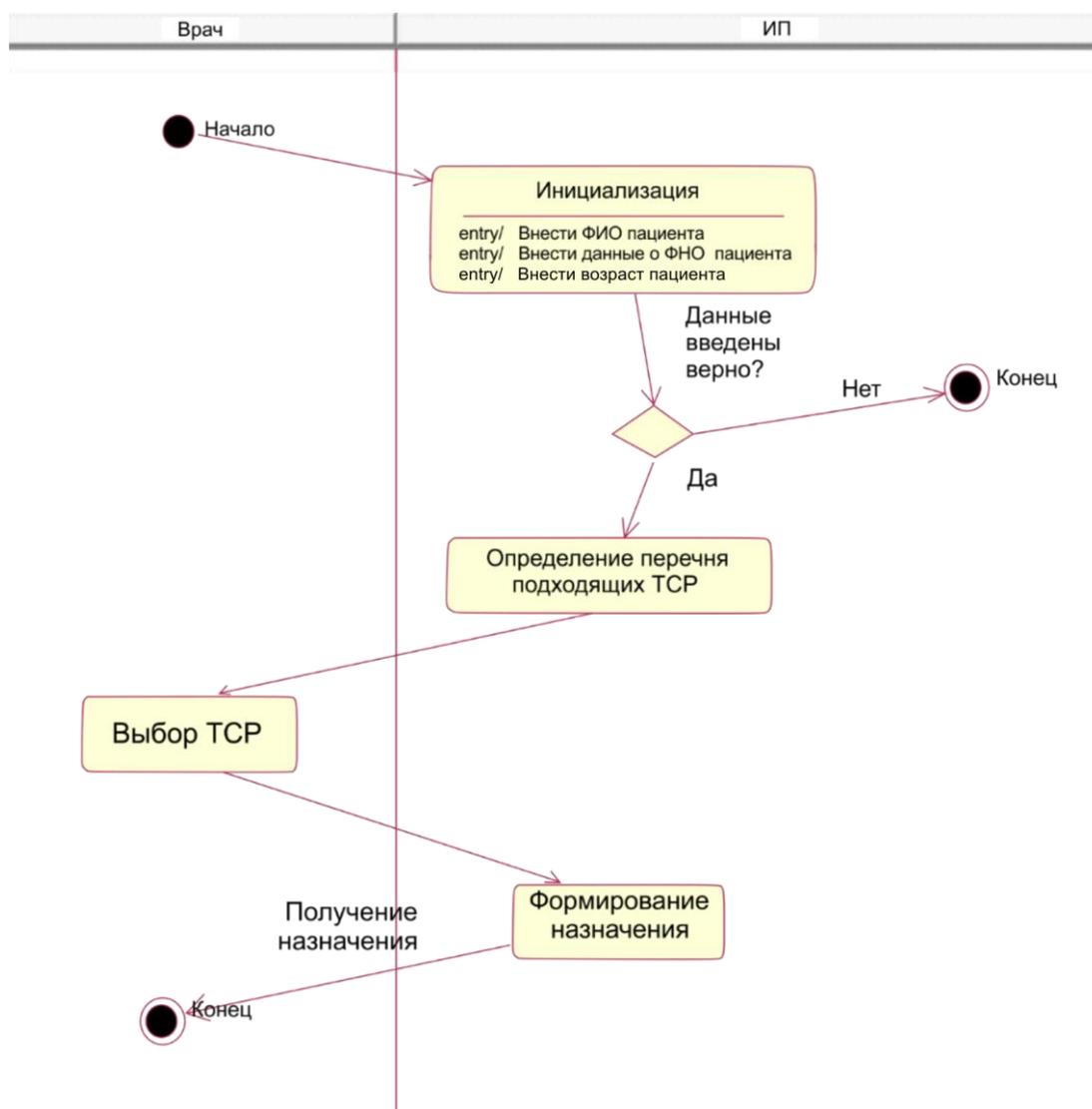


Рисунок3 – Диаграмма активности

Так врач инициирует начало работы системы. Все остальные события, кроме выбора ТСР приходятся на интерфейс пользователя. Возможно предварительное завершение работы системы, если данные, введённые в модуль инициализации, оказываются некорректными. Далее происходят события, аналогичные рассмотренным в диаграмме состояний:

- определение перечня подходящих ТСР;
- выбор ТСР;
- формирование назначения.

Конечное событие происходит на стороне врача, так как именно он получает всю информацию о назначении.

2.3.4 Диаграмма компонентов

Диаграмма компонентов отображает физические объекты (компоненты) и взаимоотношения между ними.

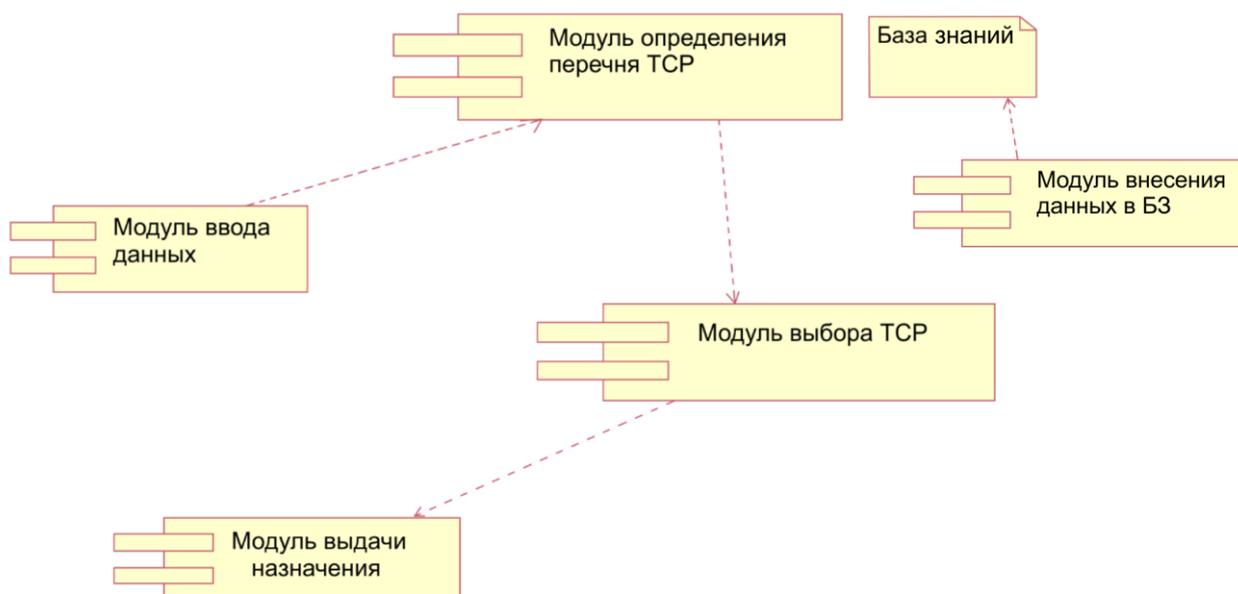


Рисунок 4 – Диаграмма компонентов

Она является статической, поэтому временные рамки в ней не предусмотрены. Компонент – это физическая часть системы, которая находится в совместимости с набором интерфейсов и обеспечивает реализацию какого-либо иного интерфейса.

2.4 Характеристика функциональных частей программного продукта

Разрабатываемая система поддержки принятия врачебных решений должна выполнять такие функции, как:

- регистрацию данных пациента, необходимые для поиска подходящих технических средств реабилитации и формирования назначения;
- автоматическое осуществление подбора подходящих ТСР с учетом возраста и функциональных нарушений организма пациента в соответствии с нормативно-правовой документацией;

- редактирование врачом - экспертом предварительных результатов работы системы;
- формирование назначения в формате Microsoft Word.

В соответствии с вышеперечисленными функциями было принято решение спроектировать следующие функциональные модули:

- модуль сбора данных – предназначен для регистрации данных пациента;
- модуль оптимизации выбора – осуществляет автоматический подбор ТСР для пациента, предоставляет возможность конечного выбора врачу – эксперту;
- модуль формирования назначения – создает отчет в Microsoft Word, включает в себя данные пациента и конечный перечень ТСР.

Функциональная модель СППВР представлена в приложении Б.

Для создания модели необходимо изобразить верхний уровень – действие контекста, в данном случае это – «Функционирование СППВР». На входе имеются ФИО пациента, возраст пациента и нарушения функций организма, на выходе – отчет о назначении ТСР. В качестве механизмов будут служить пользователь и программное обеспечение, в качестве управления – ГОСТ Р 51632-2014 Технические средства реабилитации людей с ограничениями жизнедеятельности, Общие технические требования и методы испытаний (с Изменением N 1), Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2017 № 888н “Об утверждении перечня показаний и противопоказаний для обеспечения инвалидов техническими средствами реабилитации”, Федеральный закон от 24.11.1995 № 181 – ФЗ (с изменениями и дополнениями, установленными Федеральным законом от 22.08.2004 № 122 – ФЗ) и ТЗ (рисунок Б.1).

Далее необходимо произвести декомпозицию работы верхнего уровня для более детального обзора (рисунок Б.2).

В ней находятся четыре работы: «Сбор данных», «Сопоставление данных с базой знаний», «Вывод перечня ТСР» и «Формирование отчета». На вход работы «Сбор данных» поступают ФИО пациента, возраст пациента и нарушения функций организма, далее данные о нарушениях поступают на вход «Сопоставление данных с базой знаний», после того, как был найден подходящий перечень ТСР, он поступает на вход работы «Вывод перечня ТСР», после этого пользователю будет необходимо выбрать ТСР для назначения, далее отсортированные данные и введенные вначале ФИО и возраст пациента поступают на вход «Формирование отчета» для того, чтобы пользователь получил готовый отчет о назначении ТСР конкретному пациенту в формате Microsoft Word. Программное обеспечение будет являться механизмом для всех работ, а пользователь будет являться механизмом для «Сбор данных», «Вывод перечня ТСР» и «Формирование отчета», управлениями для всех работ – ТЗ, ГОСТ Р 51632-2014 Технические средства реабилитации людей с ограничениями жизнедеятельности для «Сопоставление данных с базой знаний», «Вывод перечня ТСР» и «Формирование отчета», для «Сбор данных», «Сопоставление данных с базой знаний», «Вывод перечня ТСР» - Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2017 № 888н “Об утверждении перечня показаний и противопоказаний для обеспечения инвалидов техническими средствами реабилитации”, а Федеральный закон от 24.11.1995 № 181 – ФЗ (с изменениями и дополнениями, установленными Федеральным законом от 22.08.2004 № 122 – ФЗ) для «Сбор данных» и «Формирование отчета».

2.5 Генерация авторского способа решения рассматриваемой научной задачи

Для данной СППВР были реализованы основные окна работы с программой: окно ввода данных пациента, окно вывода перечня ТСР с возможностью выбора необходимых, для формирования отчета.

При входе в программу реализован ввод ФИО пациента, его возраст и

функциональные нарушения, для удобства пользователя в окнах ввода показаний и противопоказаний реализована автоматическая подстановка данных.

В окне вывода результата поиска ТСП реализована возможность выбора необходимых позиций для формирования отчета (рисунок 5) [2].

```
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    //Номера выбранных позиций
    var indices = listBox1.SelectedIndices;
    string str = "\n";
    //Формирование построчного списка из выбранных элементов
    foreach (int ind in indices)
        str += (string)listBox1.Items[ind] + '\n';
    //Запись в результат
    OutObject.Result = str;
    //Вызов приложения Word
    var app = new Word.Application();
    app.Visible = true;
    //Формирование документа
    var doc = app.Documents.Add();
    var r = doc.Range();
    //Запись текста в документ
    r.Text = OutObject.ToString();
}
```

Рисунок 5 – Формирование списка выбранных элементов, формирование документа Microsoft Word и запись текста в документ

Так же создана база знаний в формате XML, в которой хранятся знания, необходимые для решения задачи. Базу знаний, в которой знания закодированы в форме правил, называют продукционной памятью. В ней хранятся правила, выраженные в формате продукционного псевдокода IF-THEN.

Так же было создано так называемое средство получения знаний. Средство получения знаний представляет собой автоматизированный способ, который позволяет пользователю вводить знания в систему, не применяя явного кодирования знаний с помощью инженера по знаниям.

На рисунке 6 изображен фрагмент кода утилиты для получения знаний.

```

private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    //Родительский элемент
    XmlNode element = document.CreateElement("Item");
    if(document.DocumentElement!=null)
    document.DocumentElement.AppendChild(element);
    //Показания
    XmlNode MedIndics = document.CreateElement("MedIndics"); // даём имя
    MedIndics.InnerText = richTextBox1.Text.Trim(); // и значение
    element.AppendChild(MedIndics); // и указываем кому принадлежит
    //Противопоказания
    XmlNode MedCntrIndics = document.CreateElement("MedCntrIndics"); // даём имя
    MedCntrIndics.InnerText = richTextBox2.Text.Trim(); // и значение
    element.AppendChild(MedCntrIndics); // и указываем кому принадлежит
    XmlNode Results = document.CreateElement("Results"); // даём имя
    Results.InnerText = richTextBox3.Text.Trim(); // и значение
    element.AppendChild(Results); // и указываем кому принадлежит
}

private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    document.Save("Data.xml");
}

```

Рисунок 6 – Фрагмент ввода данных для создания правил и сохранения их в базе знаний

3 ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

3.1 Характеристика структуры программы

Программные продукты отличаются от привычных программ, которые не имеют определенного набора качественных характеристик, предопределяемых при формировании проектов, эти характеристики невозможно предварительно конкретизировать, т.к. функции обработки, обеспечиваемые программным средством, могут обладать разной глубиной проработки. Время и затраты на разработку программных продуктов не могут быть заранее точно спланированы [31].

Разработанный программный продукт СППВР «Помощник МСЭ» обладает определенными качествами.

Надежность. Надежность функционирования программного продукта определяется работой без сбоев и стабильностью в работе программ, правильностью выполнения предписанных команд при обработке данных, возможностью диагностики возникающих ошибок в процессе работы приложения. Это качество позволило реализовать гибкая система обработки исключений, включенная в состав. Net Framework. Каждая непредвиденная программная ситуация сразу оповестит пользователя всплывающим сообщением о возможной ошибке [39].

Эффективность. Эффективность программного продукта рассматривается с позиций прямого его назначения - требований пользователя и с точки зрения расхода вычислительных ресурсов, необходимых для его эксплуатации. Несмотря на сложность решаемых задач приложением, оно потребляет относительно малое количество оперативной памяти и, за счет использования двойной буферизации прорисовки элементов управления, переносит часть вычислительных ресурсов на GPU.

Учет человеческого фактора означает обеспечение интуитивно понятного интерфейса для работы фактического пользователя, наличие

вспомогательного действия при допущении ошибки или обучающего модуля в составе программного средства, хорошей технической документации для продуктивного применения пользователем заложенных в программном средстве функциональных возможностей, анализ и диагностику возникших ошибок и др. СППВР разработана для диалогового взаимодействия с пользователем, интуитивно понятна и не отягощена различными элементами управления для настройки сложных взаимосвязей. Весь сложный функционал разбит на более мелкие и понятные и вынесен в отдельные диалоговые формы.

Модифицируемость программных продуктов представляет собой совокупность свойств, позволяющих вносить требуемые изменения: расширение функций обработки, переход на другую техническую базу обработки и др. СППВР реализована таким образом, что даже без помощи инженера по знаниям, эксперты могут пополнять данные, так как СППВР обладает удобным редактором базы знаний.

Системные требования для работы СППВР «Помощник МСЭ» следующие:

- Процессор 300 MHz или выше;
- Оперативная память – 128 Мб RAM или выше;
- Видеоадаптер и монитор – SuperVGA (1024x720) или выше;
- Свободное место на HDD – 20 Мб или выше;
- Клавиатура и мышь;
- Операционная система Windows XP / Vista / 7 / 8 / 8.1 / 10.

3.1 Тестирование модулей программного обеспечения

В начале работы с системой поддержки принятия врачебных решений пользователю будет необходимо ввести ФИО пациента, его возраст и перечень нарушений функций организма (рисунок 7), после чего происходит поиск решений на основании правил, хранящихся в базе знаний. Исходя из

полученного результата, программа предоставит перечень наименований ТСР, подходящих для назначения (рисунок 8).

Функциональные нарушения

Данные пациента

ФИО пациента Возраст пациента

Показания

Описание

Стойкие умеренные нарушения нейромышечных, скелетных и связанных с движением (статодинамических) функций вследствие: заболеваний, последствий травм и деформаций нижних конечностей, таза и позвоночника; последствий травм и заболеваний центральной, периферической нервной системы; нарушений функций сердечно-сосудистой системы (хроническая артериальная недостаточность II степени; хронические заболевания вен, соответствующие 4 - 5 классу клинических проявлений международной классификации хронических болезней вен).

Назад Вперед

Противопоказания

Описание

значительно выраженные нарушения нейромышечных, скелетных и связанных с движением (статодинамических) функций верхних конечностей; значительно выраженные нарушения статики и координации движений (гиперкинетические, атактические нарушения).

Назад Вперед

Далее

Рисунок 7 – Ввод данных пациента

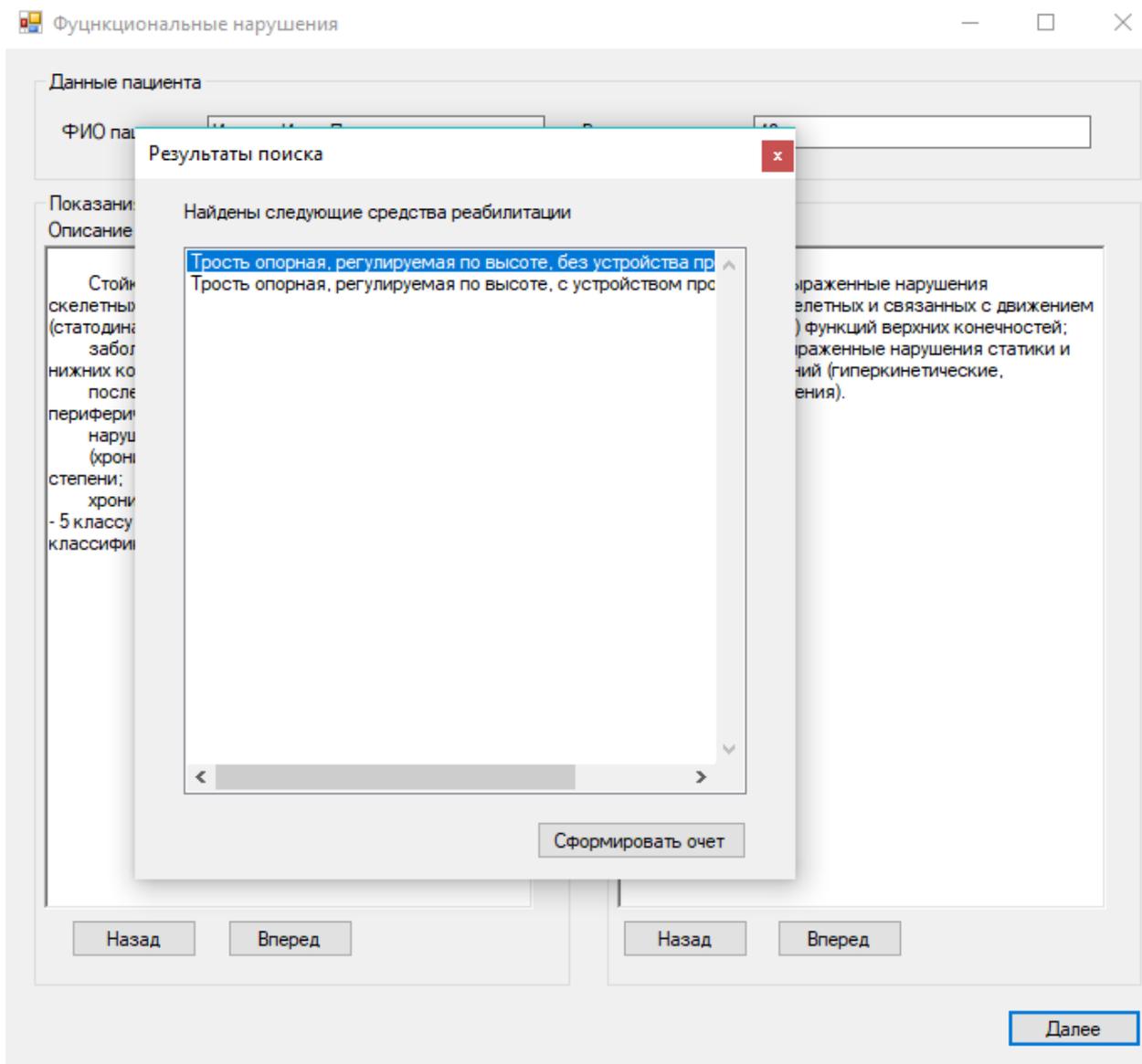


Рисунок 8 – Вывод результата поиска ТСР

Если же решение не найдено, программа выдаст ошибку (рисунок 9).

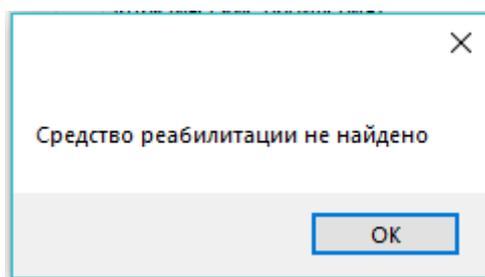


Рисунок 9 – Сообщение об ошибке

После того, как пользователь выбрал необходимые позиции можно сформировать отчет (рисунок 10).

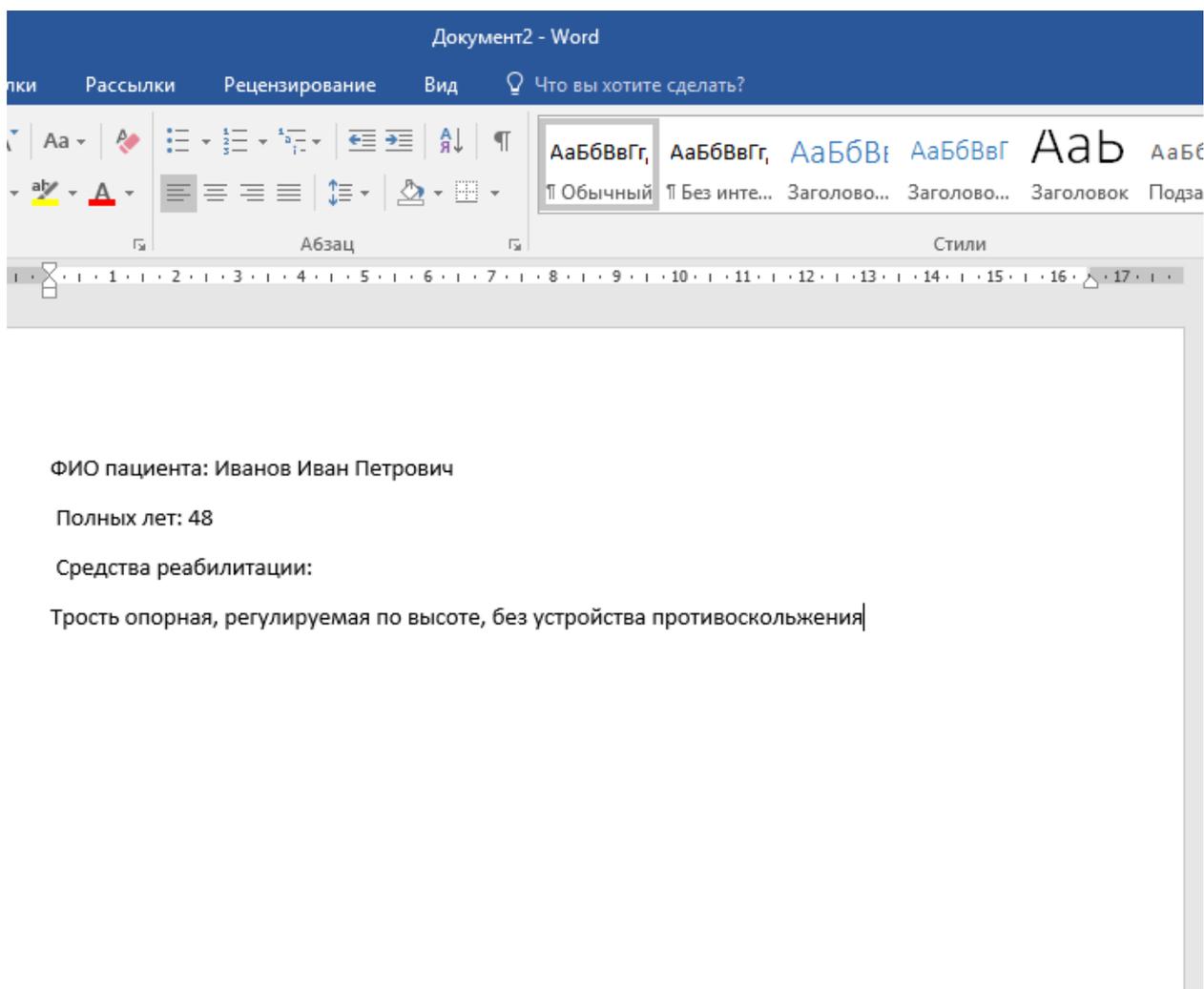


Рисунок 10 – Сформированное назначение

При работе с утилитой получения знаний, пользователю будет необходимо ввести показания, противопоказания и соответствующие им техническое средство реабилитации, затем необходимо нажать на кнопки «Добавить запись» и «Сохранить в файл», после чего база знаний пополнится полученной информацией (рисунок 11).

Заполнение данных

Показания

Стойкие умеренные нарушения нейромышечных, скелетных и связанных с движением (статодинамических) функций верхней конечности вследствие отсутствия пальцев, фаланг пальцев

Противопоказания

пороки и болезни культи пальцев, стойкие комбинированные контрактуры смежных суставов, делающие культи непригодными к использованию косметического протеза.

нарушение целостности кожных покровов культи пальцев, требующие медицинских реабилитационных мероприятий и/или реконструктивных хирургических вмешательств

Назначение

Протез пальца косметический

Добавить запись

Сохранить в файл

Рисунок 11 – Работа с утилитой по получению знаний

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения научно – исследовательской работы были рассмотрены следующие пункты:

- построение модели предметной области;
- сбор знаний и накопление базы знаний;
- проектирование системы поддержки принятия врачебных решений;
- реализация программного продукта;
- подробное описание разработанного программного продукта.

В приложении было отражено техническое задание на проектирование, которое подразумевало рассмотрение основных требований, предъявляемых к программному продукту для автоматизации процесса выбора технических средств реабилитации инвалидов.

По данным пунктам были сформулированы тезисы доклада для участия в конференциях «Дни науки АмГУ», апробация текущих результатов диссертации на XIX региональной научно – практической конференции «Молодежь XXI века: шаг в будущее», «Системный анализ в медицине» (САМ 2018), а также в научно – методическом журнале «Проблемы современной науки и образования 2019» №6 (139).

Результатом работы является система поддержки принятия врачебных решений «Помощник МСЭ», которая дает возможность посодействовать врачам – экспертам в составлении индивидуальной программы реабилитации и абилитации в разделе обеспечения техническими средствами реабилитации.

Научная новизна:

впервые предложена компьютерная система, позволяющая оказывать помощь врачу-эксперту при назначении технических средств реабилитации инвалидов.

Научно-практическая значимость:

- Разработана и апробирована система поддержки принятия врачебных решений, позволяющая автоматизировать процесс выбора технических средств реабилитации инвалидов с учетом нарушений функций организма;
- Использование разработанной СППВР поможет сократить число врачебных ошибок при назначении ТСР;
- На основе методов Искусственного Интеллекта (экспертный анализ) разработан и применен способ обобщения накопленного врачебного опыта и нормативно-правовой документации в виде набора экспертных правил;
- Из работы следует, что СППВР легко использовать с привлечением типовой оргтехники;
- Использование разработанной системы поддержки принятия врачебных решений является эффективным способом интеллектуальной поддержки врача в условиях отделений медико-социальной экспертизы и позволяет проводить обучение молодых специалистов в процессе повседневной врачебной деятельности.

В процессе прохождения практики продемонстрированы умения и навыки проведения анализа научных исследований, подготовки и систематизации необходимых материалов и научно-технической информации, формирование культуры мышления, способности выстраивать логику рассуждений. Улучшились навыки проектирования и разработки прикладного программного обеспечения. Были приобретены навыки создания, оформления и представления отчетов, в том числе и научно-технических.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Андрейчиков, А. В. Интеллектуальные информационные системы / Андрейчикова О. Н. – М. : Наука, 2004. – 424 с.
- 2 Биллиг, В. А. Основы объектного программирования на С# (С# 3.0, Visual Studio 2008) [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Биллиг. – М. : Интернет – Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Вузовское образование, 2017. – 583 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72339.html>
- 3 Васильев, Н. Расчет эффективности внедрения ИС [Электронный ресурс] // Экономика и управление. Ру : офиц.сайт. – 10.03.2009. – Режим доступа : <http://www.economica-upravlenie.ru/content/view/286/206/> . – 15.04.2015.
- 4 Гаврилова, И. В. Разработка приложений: учеб. пособие / И. В. Гаврилова. – 2-е изд., стер. – М. : ФЛИНТА, 2012. – 241с.
- 5 Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем / В. Ф. Хорошевский. – СПб. : Питер, 2000. – 384 с.
- 6 Галаган, Т. А., Технология разработки программного обеспечения: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки 09.04.04 Программная инженерия / Т. А. Галаган, Благовещенск: Амурский государственный университет, 2018. – 51 с.
- 7 ГОСТ Р 51632-2014 Технические средства реабилитации людей с ограничениями жизнедеятельности. Общие технические требования и методы испытаний (с Изменением N 1);
- 8 Грекул, В. И. Проектирование информационных систем: Учебное пособие / В. И. Грекул, Г. Н. Денищенко, Н. Л. Коровкина - 2-е : Интернет-Университет Информационных Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 300 с.
- 9 Гудов, А. М., Технология разработки программного обеспечения: учебное пособие / А. М. Гудов, С. Ю. Завозкин, С. Н. Трофимов, Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2009. – 138 с.

- 10 Джарратано, Дж. Экспертные системы: принципы разработки и программирование / Джозеф Джарратано, Гари Райли. : Пер. с англ. – М. : Вильямс. – 2006. — 1152 с.
- 11 Дымочка, М. А. Медико – социальная экспертиза больных с патологией опорно – двигательного аппарата: учебно – методическое пособие / Д. И. Лаврова, Д. Д. Болотов, Б. Г. Спивак, М. : ФГУ ФБМСЭ Федерального медико – биологического агентства России, 2011. – 53 с.
- 12 Егоров, Н. В., «Диагностические информационно-экспертные системы» / А. Г. Карпов, СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2002. – 470 с.
- 13 Исаев, Г. Н. Проектирование информационных систем. Учебное пособие / Г. Н. Исаев. – М. : Омега-Л, 2015. – 216 с.
- 14 Казанский, А. А. Объектно-ориентированное программирование на языке Microsoft Visual C# в среде разработки Microsoft Visual Studio 2008 и .NET Framework. 4.3 [Электронный ресурс]: учебное пособие и практикум / А. А. Казанский. – Электрон. текстовые данные. – М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. - 180 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19258.html> .
- 15 Кобринский, Б. А. Медицинская информатика: Учебник. / Т. В. Зарубина. – М. : Изд. Центр «Академия», 2009. – 192с.
- 16 Колесова, Ю. Д. Проектирование системы поддержки принятия решений при гинекологическом обследовании во время беременности / Ю. Д. Колесова, А. В. Ростова, Ю. В. Григорьева // Инновации в современном мире: сб. статей Международной научно-практической конференции, 20 февраля 2015 г. – М. : ООО «ЭФИР», 2015. – С. 35–37.
- 17 Лешек, А. М. Анализ и проектирование информационных систем / Л. А. Мацашек. – М. : Вильямс, 2008. 816 с.
- 18 Максимова, Н. В. Современные информационные технологии: Учебное пособие / Н. В. Максимова, Т. Л. Партыка, И. И. Попова. – М. : ФОРУМ, 2008. – 512с.

19 Материалы XII международной научной конференции «Системный анализ в медицине» (САМ 2018) / под общ. ред. В. П. Колосова. Благовещенск, 2018. – 208 с.

20 Методические рекомендации по установлению медицинских показаний и противопоказаний при назначении специалистами медико – социальной экспертизы технических средств реабилитации инвалида и методика их рационального подбора. Том первый. Методическое пособие / под ред. О. С. Андреева, М. А. Дымочка. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации, 2014. – 344 с.

21 Методические рекомендации по установлению медицинских показаний и противопоказаний при назначении специалистами медико – социальной экспертизы технических средств реабилитации инвалида и методика их рационального подбора. Том второй. Методическое пособие / под ред. О. С. Андреева, М. А. Дымочка. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации, 2014. – 368 с.

22 Моисеев, В. Б. Представление знаний в интеллектуальных системах / Информатика и образование, №8, 2009. – 123 с.

23 МОЛОДЕЖЬ XXI ВЕКА: ШАГ В БУДУЩЕЕ: матер. XIX регион. науч.-практ.конф. Физико-математические науки. Химические науки. Науки о земле. Информационные технологии. Технические науки. Философские науки. Безопасность жизнедеятельности. Юридические науки: в 3 т. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного гос. аграрного ун-та, 2018. – Т. 3 – 408 с.

24 Научно – методический журнал «Проблемы современной науки и образования» / под общ. ред. С. В. Вальцев. М. : Проблемы науки, 2019. №6 (139).

25 Постановление Правительства РФ от 1 декабря 2015 №1297 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Доступная среда на 2011 - 2020 годы»

26 Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2017 № 888н “Об утверждении перечня показаний и противопоказаний для обеспечения инвалидов техническими средствами реабилитации”

27 Распоряжение Правительства Российской Федерации от 14.07.2012 г. №1270-р

28 Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р об утверждении программы "Цифровая экономика Российской Федерации"

29 Распоряжение Правительства РФ от 16.12.2004 № 1646-р «О создании Федеральных Государственных Учреждений медико-социальной экспертизы»

30 Рассел, Ст. Искусственный интеллект: современный подход / Стюарт Рассел, Питер Норвиг. – 2-е изд. . : Пер. с англ. — М. : Вильямс, 2006. – 1408 с.

31 Румянцева, Е. Л. Расчет эффективности внедрения ИС [Электронный ресурс] // Youlib.ru: Электронная библиотека информационных технологий : офиц.сайт. – 2013. – Режим доступа : <http://yourlib.net/content/view/12930/153/>. – 15.04.2015 .

32 Самуйлов, С. В. Объектно-ориентированное моделирование на основе UML [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. В. Самуйлов. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Вузовское образование, 2016. – 37 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47277.html>

33 Социальная политика государства в отношении инвалидов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://life-prog.ru/1_23893_sotsialnaya-politika-v-otnoshenii-invalidov.html – 24.01.2016

34 Справочник по медико – социальной экспертизе и реабилитации / под ред. В. Г. Помников, М. В. Коробов – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Гипократ, 2017. – 1152 с.

35 Федеральный закон от 1 декабря 2014 г. N 419-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по

вопросам социальной защиты инвалидов в связи с ратификацией Конвенции о правах инвалидов"

36 Федеральный закон "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" от 21.11.2011 N 323-ФЗ

37 Халин, В. Г. Системы поддержки принятия решений: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / В. Г. Халина, Г. В. Черновой. – М. : Юрайт, 2015. – 494 с.

38 Шураков, В. В. Надежность программного обеспечения систем обработки данных: Учебник. / В. В. Шураков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Финансы и статистика, 2008. – 272 с.

39 John Sharp. Microsoft Visual C# Step by Step, 8th Edition. – СПб. : Питер, 2017. – 848 с.

40 XML. Работа с XML, Beginning XML, 4th Edition. Дэвид Хантер [и др.] – 4-е изд., перераб. И доп. – М. : «Диалектика», 2009. – 1344 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Функциональная модель ФКУ «ГБ МСЭ по Амурской области» Минтруда

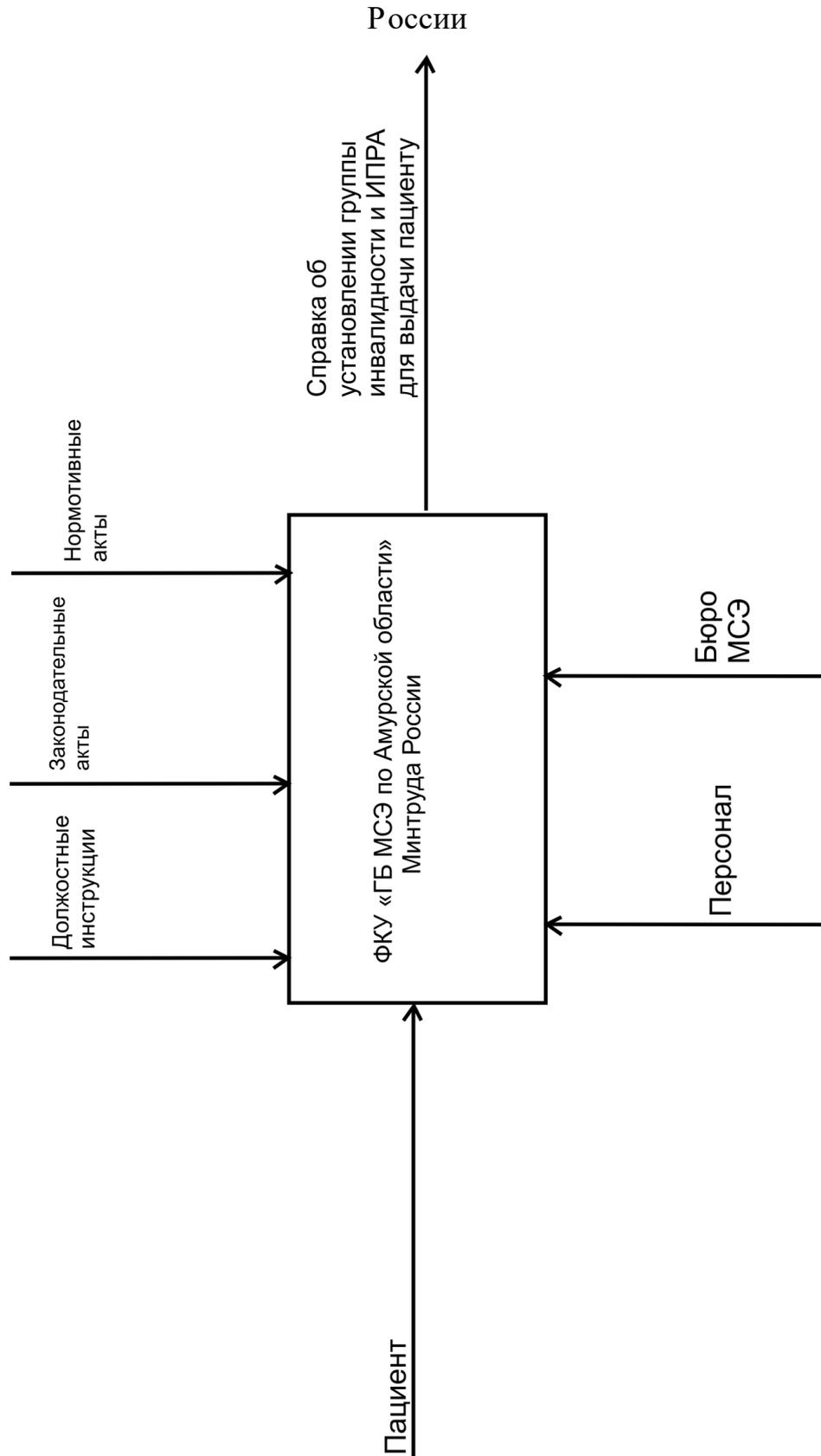


Рисунок А.1 – Функциональная модель организации

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Функциональная модель ФКУ «ГБ МСЭ по Амурской области» Минтруда
России

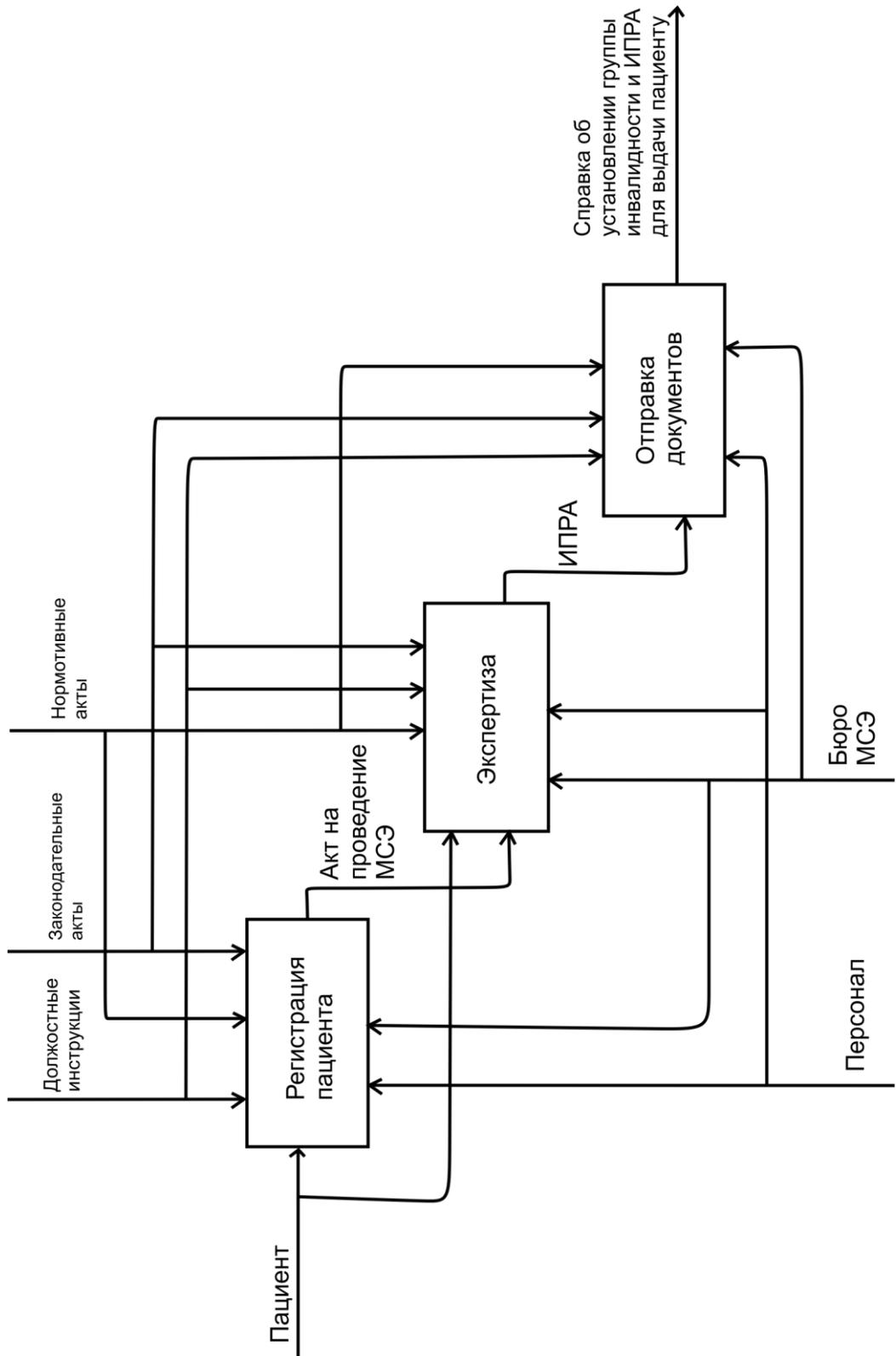


Рисунок А.2 – Декомпозиция функциональной модели организации

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Функциональная модель ФКУ «ГБ МСЭ по Амурской области» Минтруда
России

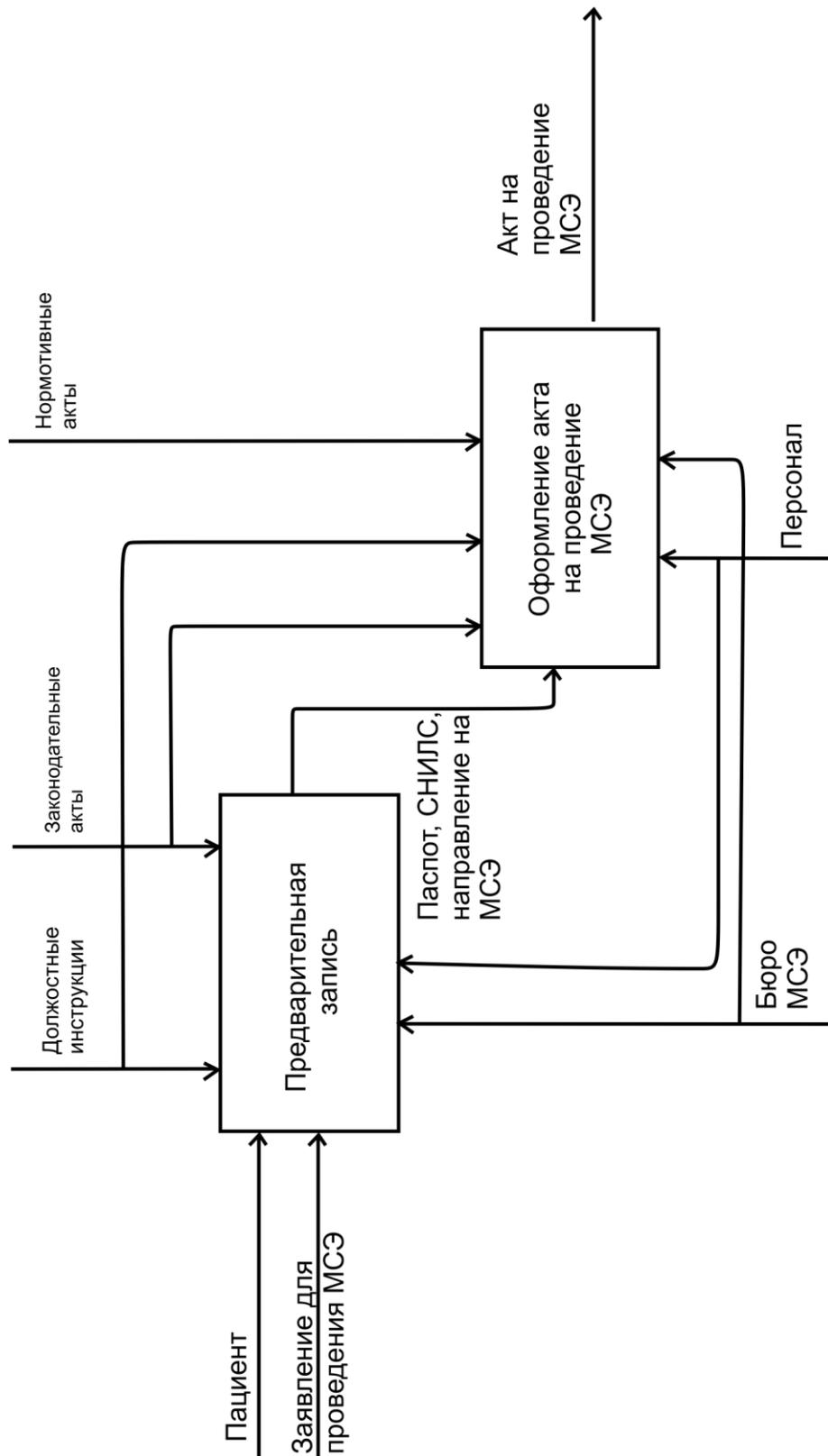


Рисунок А.3 – Декомпозиция «Регистрация пациента»

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Функциональная модель ФКУ «ГБ МСЭ по Амурской области» Минтруда
России

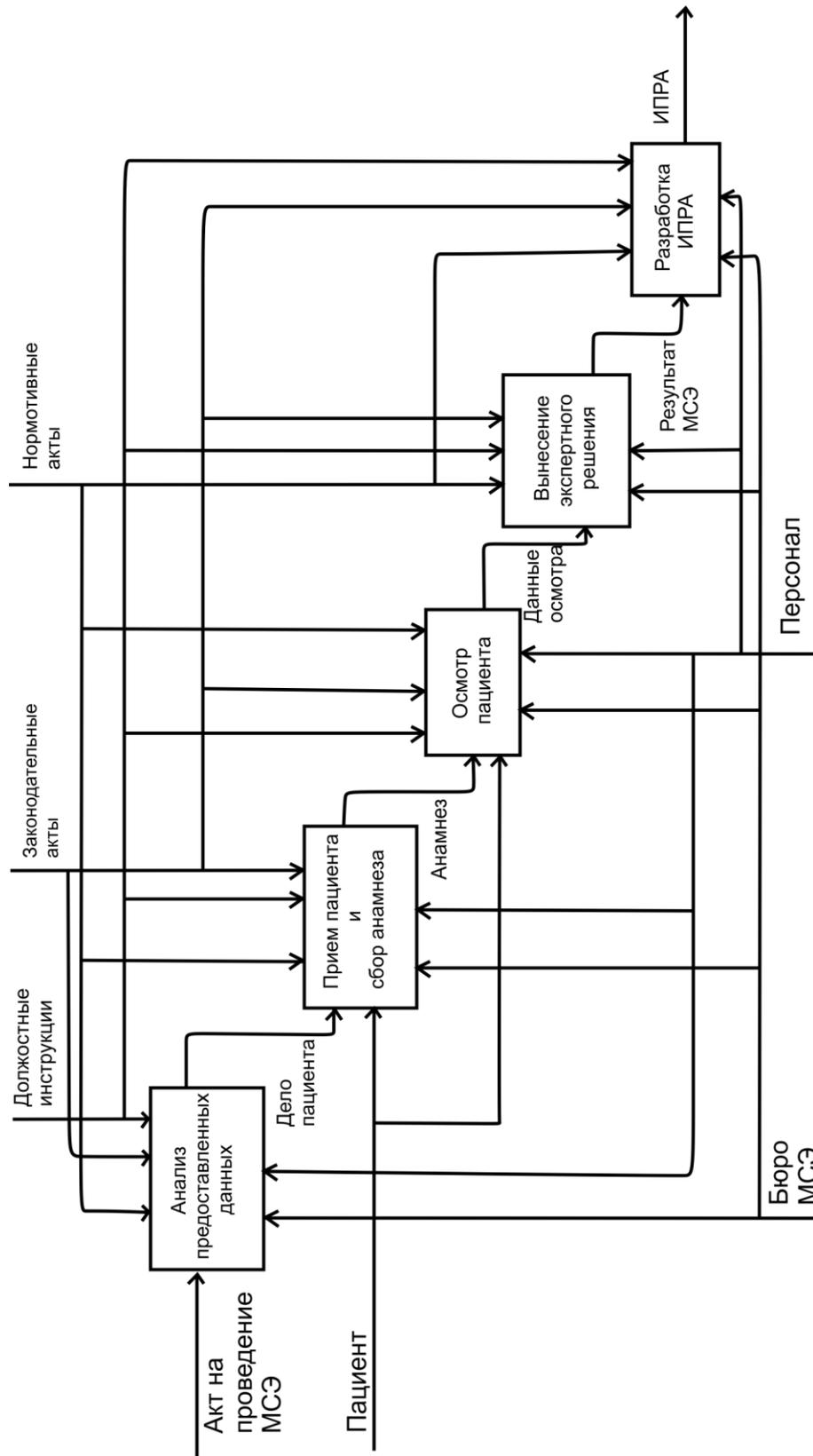


Рисунок А.4 – Декомпозиция «Экспертиза»

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Функциональная модель ФКУ «ГБ МСЭ по Амурской области» Минтруда

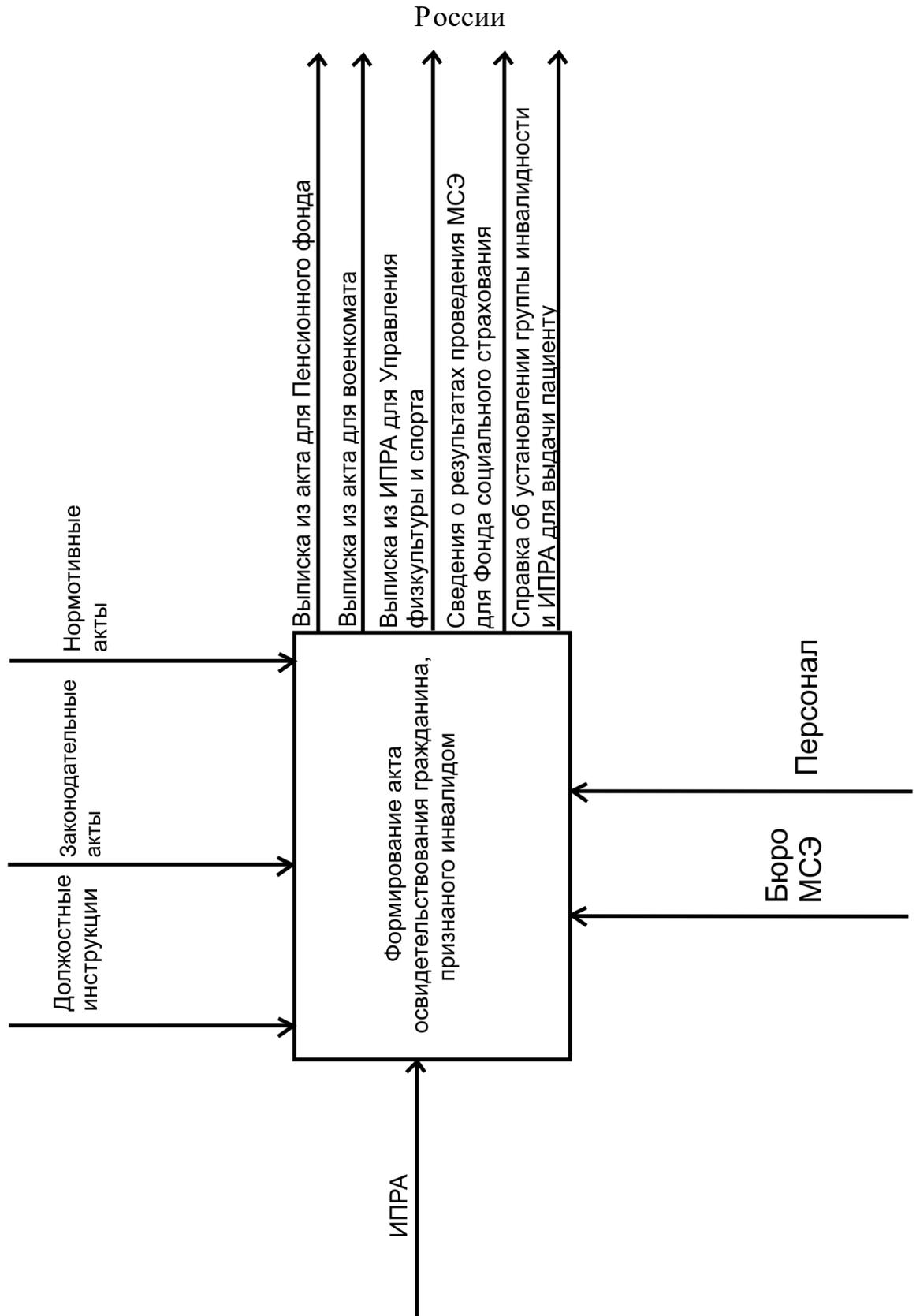


Рисунок А.5 – Декомпозиция «Отправка документов»

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Функциональная модель СППВР «Помощник МСЭ»

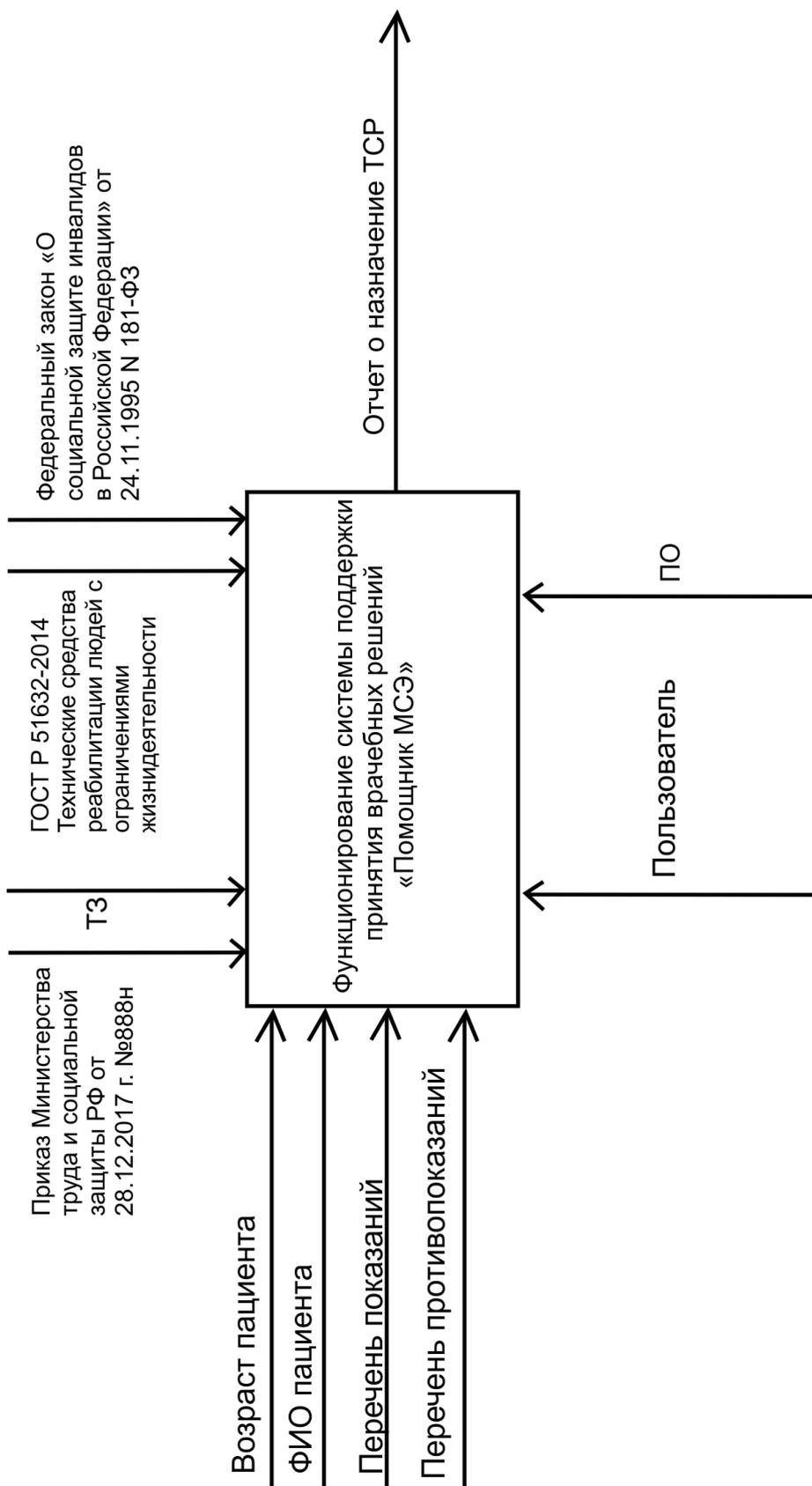


Рисунок Б.1 – Функциональная модель СППВР «Помощник МСЭ»

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б
 Функциональная модель СППВР «Помощник МСЭ»

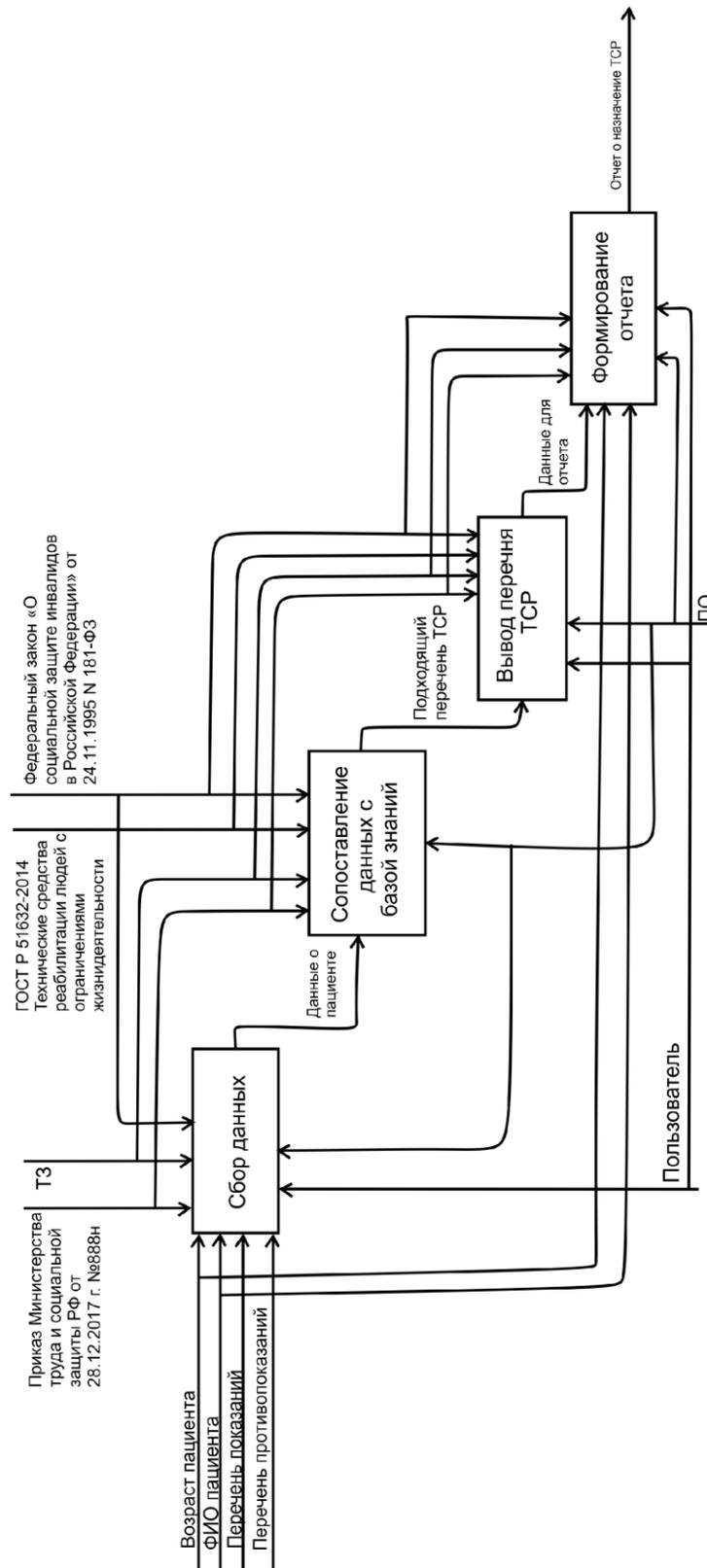


Рисунок Б.2 – Схема взаимодействия функциональных блоков СППВР «Помощник МСЭ»

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Документ «Техническое задание»

Общие сведения

Полное наименование проекта – «Система поддержки принятия врачебных решений для автоматизации процесса выбора технических средств реабилитации».

Краткое наименование программы – «Помощник МСЭ».

Заказчик – Главное бюро медико-социальной экспертизы по Амурской области.

Реквизиты заказчика: 675000, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Мухина 90, телефон 43-00-34.

Разработчик – Крахмалева Оксана Витальевна, студентка 2 курса магистратуры факультета математики и информатики ФГБОУ ВО «АмГУ».

Перечень документов, на основе которых создается программный модуль: заявка заказчика.

Плановый срок начала разработки программного модуля – 01.10.2017.

Плановый срок окончания разработки программного модуля – 04.12.2018.

Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ

Работы по созданию программного продукта для автоматизации процесса выбора технических средств реабилитации инвалидов сдаются Разработчиком поэтапно в соответствии с календарным планом Проекта. По окончании каждого из этапов работ Разработчик сдает Заказчику соответствующие отчетные документы этапа, состав которых определены Договором.

Назначение и цели создания программного продукта

Основным назначением программного продукта «Помощник МСЭ» является автоматизация процесса выбора технических средств реабилитации инвалидов с учетом функциональных нарушений организма для использования врача-эксперта бюро медико-социальной экспертизы.

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ В
Документ «Техническое задание»

Целью создания программного продукта является сокращение числа ошибок при разработке индивидуальной программы реабилитации и абилитации в разделе обеспечения ТСП.

Основными задачами программного продукта «Doctor» являются:

1. анализ данных пациента;
2. поиск подходящих ТСП с помощью базы знаний на основании функциональных нарушений пациента;
3. вывод перечня подходящих ТСП;
4. запоминание выбранных пользователем ТСП;
5. вывод отчетов.

Состав и содержание работ по созданию программного продукта

Состав и содержание работ по созданию программного продукта представлен в виде следующих стадий: формирование требований, техническое задание, ввод в действие.

Для формирования требований к программному продукту необходимо:

1. обследовать объект автоматизации и обосновать необходимость создания программного продукта;
2. сформировать требования пользователя.

Необходимо разработать и утвердить техническое задание.

Для ввода программного продукта в действие необходимо:

1. подготовить объект автоматизации к вводу ПП в действие;
2. обучить персонал;
3. провести предварительные испытания.

Требования к структуре и функционированию программного продукта

В программном продукте предлагается выделить следующие функциональные модули:

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ В
Документ «Техническое задание»

1) модуль сбора персональных данных пациента, таких как ФИО, возраст и нарушения функций организма, согласно заключению врача-эксперта;

2) модуль выбора ТСП, который предназначен для предоставления пользователю найденных соответствий, и возможности выбрать необходимое для заключения;

3) модуль формирования назначений для пациента.

4) база знаний, предназначенная для хранения правил, необходимых для поиска технических средств реабилитации.

Программный продукт должен поддерживать следующие режимы функционирования:

1) основной режим, в котором модули ПП выполняют все свои основные функции.

2) профилактический режим, в котором один или все модули ПП не выполняют своих функций.

В основном режиме функционирования ПП должен обеспечивать:

1) работу пользователей в режиме – 24 часов в день, 7 дней в неделю (24x7);

2) выполнение своих функций – сбор, обработка, хранение данных, предоставление назначений.

Требования к численности и квалификации персонала системы и режиму его работы

Требования к численности персонала

В состав персонала необходимо выделение следующих лиц:

1) администратор – 1 человек;

2) пользователь – любое количество человек.

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ В Документ «Техническое задание»

Данные лица должны выполнять следующие функциональные обязанности:

Пользователь работает исключительно с интерфейсом, выполняет ввод исходных данных, выбор ТСП, получает и анализирует назначение, так же при необходимости вносит новые данные в базу знаний.

Администратор следит за работой всей системы, реагирует на изменения, отлаживает неисправности, дает рекомендации по работе.

Требования к приспособляемости системы к изменениям

Обеспечение приспособляемости системы должно выполняться за счет:

- 1) своевременности администрирования;
- 2) модернизации базы знаний в соответствии с новыми требованиями;

Требования к программному и аппаратному обеспечению

Для разработки программного продукта необходимо наличие следующих программного и аппаратного обеспечений:

1. операционная система семейства Windows от 7 версии до 10;
2. среда программирования Visual Studio;
3. ПЭВМ на базе процессора семейства Intel, объемом оперативной памяти от 2 Гб, объемом винчестера от 80 Гб;
4. Microsoft .NET Framework 4.0.

Требования к надежности

Надежность должна обеспечиваться за счет:

- 1) применения технических средств, системного и базового программного обеспечения, соответствующих классу решаемых задач;
- 2) соблюдения правил эксплуатации и технического обслуживания программно-аппаратных средств;

Перечень аварийных ситуаций, по которым регламентируются требования к надежности

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ В
Документ «Техническое задание»

Под аварийной ситуацией понимается аварийное завершение процесса, выполняемого тем или иным модулем ПП, а также «зависание» этого процесса.

При работе системы возможны следующие аварийные ситуации, которые влияют на надежность работы системы:

- 1) сбой в электроснабжении рабочей машины врача-эксперта;
- 2) сбой программного обеспечения системы.

Требования к надежности технических средств и программного обеспечения

К надежности оборудования предъявляются следующие требования:

- 1) в качестве аппаратных платформ должны использоваться средства с повышенной надежностью;
- 2) применение технических средств, соответствующих классу решаемых задач;
- 3) аппаратно-программный комплекс системы должен иметь возможность восстановления в случаях сбоев.

Надежность аппаратных и программных средств должна обеспечиваться за счет следующих организационных мероприятий:

- 1) предварительного обучения пользователей работы с программным продуктом;
- 2) соблюдения правил эксплуатации и технического обслуживания программно-аппаратных средств;
- 3) своевременное выполнение процедур резервного копирования данных.

Надежность программного обеспечения подсистем должна обеспечиваться за счет:

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ В
Документ «Техническое задание»

- 1) надежности общесистемного ПО и ПО, разрабатываемого Разработчиком;
- 2) проведением комплекса мероприятий отладки, поиска и исключения ошибок;
- 3) ведением журналов системных сообщений и ошибок по подсистемам для последующего анализа и изменения конфигурации.

Требования к эргономике и технической эстетике

К модулям ПП предъявляются следующие требования к эргономике и технической эстетике.

В части внешнего оформления интерфейса модули должны быть типизированы.

В части диалога с пользователем при возникновении ошибок в работе подсистемы на экран монитора должно выводиться сообщение с наименованием ошибки и с рекомендациями по ее устранению на русском языке.

Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов ПП

Условия эксплуатации, а также виды и периодичность обслуживания технических средств ПП должны соответствовать требованиям по эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению, изложенным в документации завода-изготовителя (производителя) на них.

Размещение технических средств и организация автоматизированных рабочих мест должны быть выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ 21958-76 «Система "Человек-машина". Зал и кабины операторов. Взаимное расположение рабочих мест. Общие эргономические требования».

Требования сохранению работоспособности системы в различных вероятных условиях

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ В
Документ «Техническое задание»

При выходе из строя модулей сбора персональных данных, выбора ТСП, формирования назначения, базы знаний необходимо обеспечить своевременное уведомление администратора.

Требования к информационной безопасности

Обеспечение информационной безопасности ПП должно удовлетворять следующим требованиям:

1) защита ПП должна обеспечиваться комплексом программно-технических средств и поддерживающих их организационных мер;

2) защита ПП должна обеспечиваться на всех технологических этапах обработки информации и во всех режимах функционирования, в том числе при проведении ремонтных и регламентных работ;

3) программно-технические средства защиты не должны существенно ухудшать основные функциональные характеристики ПП (надежность, быстродействие, возможность изменения конфигурации).

Требования по сохранности информации при авариях

В Системе должно быть обеспечено резервное копирование данных.

Требования по стандартизации и унификации

Разработка ПП должна осуществляться с использованием стандартных методологий функционального моделирования: IDEF0, DFD в рамках рекомендаций по стандартизации Р50.1.028-2001 «Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования».

В ПП должны использоваться общероссийские классификаторы и единые классификаторы и словари для различных видов алфавитно-цифровой и текстовой информации.

Требования к лингвистическому обеспечению

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ В
Документ «Техническое задание»

Должны выполняться следующие требования для организации диалога системы с пользователем:

- должен применяться графический оконный пользовательский интерфейс. Данный интерфейс должен быть написан на языке С# с использованием программной среды Microsoft Visual Studio.

- для реализации базы знаний должен использоваться расширяемый язык разметки XML

Требования к программному обеспечению

К обеспечению качества программных средств предъявляются следующие требования:

1) функциональность должна обеспечиваться выполнением модулями всех их функций.

2) надежность должна обеспечиваться за счет предупреждения ошибок - не допущения ошибок в готовых программных средствах;

3) легкость применения должна обеспечиваться за счет применения покупных программных средств;

4) эффективность должна обеспечиваться за счет принятия подходящих, верных решений на разных этапах разработки программного средства и системы в целом;

5) сопровождаемость должна обеспечиваться за счет высокого качества документации по сопровождению;

6) также на каждом этапе в разработке программного средства должна проводится проверка правильности принятых решений по разработке и применению готовых программных средств.

Необходимость согласования вновь разрабатываемых программных средств с фондом алгоритмов и программ отсутствует.

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ В
Документ «Техническое задание»

Требования к техническому обеспечению

Не предъявляются.

Требования к метрологическому обеспечению

Не предъявляются.

Требования к организационному обеспечению

Основными пользователями системы являются сотрудники бюро медико-социальной экспертизы – врач-эксперт.

Обеспечивает эксплуатацию ПП подразделение информационных технологий Заказчика.

К защите от ошибочных действий персонала предъявляются следующие требования:

для снижения ошибочных действий врача-эксперта должно быть разработано полное и доступное руководство пользователя.

Порядок контроля и приемки

Контроль заключается в периодической проверке состояния проведения работ заказчиком и отслеживания выполнения плана-графика.

Приемка заключается в сдаче разработчика работы заказчику и осуществляется на этапе внедрения, с оформлением соответствующего акта о внедрении.

Требования к подготовке объекта автоматизации для ввода ПП в действие

К моменту сдачи ПП в эксплуатацию должны быть проведены следующие мероприятия:

1. Установить разработанный ПП и настроить его работу;
2. Обучить сотрудников работе с ПП;
3. Оформить акт о внедрении.

Требования к документированию

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ В
Документ «Техническое задание»

По результатам разработки программного продукта должна быть составлена следующая документация:

1. руководство пользователя;
2. техническое задание;
3. сведения о тестировании ПП;

Содержание наполнения разделов и детальность описаний в документах определяется разработчиком по согласованию с заказчиком.

Источники разработки

Основными источниками разработки программного продукта «Doctor» являются:

1. техническое задание;
2. ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология. Автоматизированные системы. Стадии создания»;
3. ГОСТ 34.602-89 «Информационная технология. Техническое задание на создание автоматизированной системы»;
4. ГОСТ 34.603-92 «Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем»;
5. ГОСТ 19.201-78 «Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению».

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Копии сертификатов и дипломов участника научных конференций



Рисунок Г.1 Сертификат участника XIX региональной научно-практической конференции «Молодежь XXI века: шаг в будущее»

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Г

Копии сертификатов и дипломов участника научных конференций



Рисунок Г.2 Сертификат о публикации статьи в журнале «Проблемы современной науки и образования 2019» №6 (139)