

*На правах рукописи*



Семенова Евгения Анатольевна

**СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ХИРУРГА  
ЭКСТРЕННОЙ ПОМОЩИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПОСТРАДАВШИХ С  
ТЯЖЕЛЫМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ПЕЧЕНИ**

Специальность:

05.11.17 – Приборы, системы и изделия медицинского назначения

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2016

Работа выполнена на кафедре биотехнических систем федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»

Научный руководитель –

Садыкова Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», доцент кафедры биотехнических систем.

Официальные оппоненты:

– Мельник Ольга Владимировна, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет», профессор кафедры информационно-измерительной и биомедицинской техники (г. Рязань);

– Липанова Ирина Александровна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», доцент кафедры безопасности информационных систем (г. Санкт-Петербург).

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (г. Санкт-Петербург).

Защита диссертации состоится 29 ноября 2016 г. в 14.00 часов на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 212.238.10 Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) по адресу: 197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 5.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) и на сайте [eltech.ru](http://eltech.ru).

Автореферат разослан «\_\_» сентября 2016 г.

Ученый секретарь совета по защите докторских и кандидатских диссертаций



Садыкова Е.В.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность темы**

От различного рода травм в мире ежегодно погибают более 5 млн. человек (Гуманенко Е.К., 2008 г.; Ермолов А.С., 2003 г.; Савельев В.С., 2005 г.). В последние десятилетия в общей структуре травматизма частота тяжелых сочетанных травм увеличилась вдвое, что объясняется ростом количества транспортных, производственных травм, в том числе кататравм (Сингаевский А.Б., 2003 г.; Beckingham I.J., 2001 г.), достигая 14 % в травматологических центрах, с уровнем летальности более 60 % (Цыбкляк Г.Н., 2011 г., Hirshberg A. 1993 г.). Следует заметить, что травма живота в 26,7–40,8 % случаев сопровождается повреждением печени (Кабанов М.Ю., 2013 г.; Щедренок В.В., 2012 г.). При этом, когда речь идет об экстренных ситуациях в хирургии и счет переходит на минуты, основные сложности у хирургов экстренной помощи возникают при лечении пострадавших с тяжелыми повреждениями печени при выборе тактики лечения пострадавших и дополнительного оперативного доступа.

Существенную помощь в решении проблемы могут оказать информационные технологии, системы поддержки принятия решений врача. Однако сегодня остается нерешенным ряд проблем, которые не способствуют повышению оперативности и результативности лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями печени.

### **Степень разработанности темы**

Анализ причин высокого уровня летальности пострадавших с тяжелыми повреждениями печени указывает на то, что чаще всего они связаны с несвоевременностью выявления и начала лечения травм (Лебедев Н.В., 2005 г.; Борисов, А.Е. 2007 г.), отсутствием четкого алгоритма по выбору тактики лечения пострадавших (Багненко, С.Ф., 2009 г.; Ермолов А.С., 2008 г.), а также отсутствием единого доступа, который необходим при оказании экстренной помощи пострадавшим с повреждением «труднодоступных» сегментов печени (Борисов А.Е., 2006 г.; Белобородов В.А., 2009 г.; Чалык Ю.В., 2011 г.).

При выборе тактики лечения пострадавших с «тяжелыми» повреждениями печени хирург с минимальной затратой времени должен проанализировать: показатели, характеризующие тяжесть повреждений и состояния пострадавшего; результаты физикальных, аналитических и физиологических исследований пострадавшего, полученные при поступлении пострадавшего в лечебно-профилактическое учреждение (ЛПУ); показатели, характеризующие организационные возможности ЛПУ в рамках оказания экстренной хирургической помощи; показатели, характеризующие профессиональную деятельность хирурга.

При выборе комбинированного доступа при лечении пострадавших с повреждением «труднодоступных» сегментов, хирургу необходимо учитывать индивидуальные топографо-анатомические и конституциональные особенности пострадавшего.

В настоящее время нет систем поддержки принятия решений хирурга экстренной помощи (СППР хирурга), которая обеспечивала бы информационную

поддержку при выборе тактики лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями печени, а также при выборе дополнительного оперативного доступа с применением CAS-технологий.

**Цель исследования:** является разработка СППР хирурга экстренной помощи, позволяющей повысить оперативность и результативность лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями печени.

**Объектом исследования** является СППР хирурга при лечении пострадавших с тяжелыми повреждениями печени.

**Предметом исследования** являются информационное, методическое и программно-алгоритмическое обеспечение СППР хирурга.

#### **Задачи исследования**

1. Определение места СППР хирурга в биотехнической системе лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями печени.

2. Разработка обобщенного алгоритма принятия решений в СППР хирурга и определение этапов, значимых для обеспечения оперативности и результативности лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями.

3. Разработка методик формирования системы показателей и оценочных шкал по каждому показателю, которые необходимо учитывать хирургу экстренной помощи при выборе тактики лечения пострадавшего и дополнительного оперативного доступа.

4. Разработка структуры СППР хирурга.

5. Разработка системы показателей, которые необходимо учитывать хирургу экстренной помощи при выборе тактики лечения пострадавшего и дополнительного оперативного доступа.

6. Разработка комплекса алгоритмов поддержки принятия решений хирурга экстренной помощи при выборе тактики лечения пострадавшего и дополнительного оперативного доступа.

7. Проведение экспериментальной апробации СППР хирурга.

#### **Научная новизна исследования**

1. **Методика формирования системы показателей и оценочных шкал по каждому показателю**, используемых для выбора тактики лечения пострадавшего, отличается использованием экспертных оценок с учетом их компетентности, что позволяет более обоснованно выбрать тактику лечения пострадавшего.

2. **Методика формирования системы показателей и оценочных шкал по каждому показателю**, используемых для выбора дополнительного оперативного доступа, отличается использованием CAS-технологий, что позволяет выявить зависимость между положением печени и данными показателями на основе однофакторного дисперсионного анализа и последующем построении регрессионной модели.

3. **Структура СППР хирурга**, основными подсистемами которой являются «Подсистема выбора тактики лечения» и «Подсистема дополнительного оперативного доступа», является новой для данной проблемной области.

4. **Система показателей**, используемых при поддержке принятия решений хирурга экстренной помощи, отличается комплексным учетом всех возможных

ситуаций, построенных на экспертных знаниях, что позволяет повысить оперативность и результативность лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями печени.

**5. Комплекс алгоритмов поддержки принятия решений хирурга** основан на использовании методики формирования системы показателей и оценочных шкал по каждому из показателей, которые необходимо учитывать при выборе тактики лечения пострадавшего и дополнительного оперативного доступа.

#### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Теоретическая значимость работы заключается в развитии технологии и алгоритмов поддержки принятия решений при оказании экстренной медицинской помощи пострадавшим с повреждениями печени.

Практическую ценность представляет СППР хирурга «SLIDSS», реализующая разработанные алгоритмы поддержки принятия решений хирурга при выборе тактики лечения пострадавших и дополнительного оперативного доступа.

#### **Методы исследования**

В работе использованы методы системного анализа, технология разработки СППР, методы извлечения знаний, метод анализа иерархий, методы математического моделирования, статистические методы, элементы теории реляционных БД (баз данных), методы объектно-ориентированного программирования.

#### **Научные положения, выносимые на защиту**

Для повышения оперативности и результативности лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями печени, СППР хирурга должна учитывать индивидуальные особенности пострадавшего, показатели и альтернативные варианты решений при выборе тактики лечения пострадавшего и обеспечения дополнительного оперативного доступа, сформированные на основе экспертных оценок.

#### **Степень достоверности и апробация результатов работы**

Достоверность полученных результатов и выводов подтверждается соответствием результатов выбора тактики лечения пострадавших и дополнительного оперативного доступа СППР хирурга результатам экспертных оценок, выполненных после завершения оказания экстренной медицинской помощи.

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на ежегодных научно-технических конференциях СПбНТОРЭС им. А.С.Попова (СПб, 2010–2016 гг.), профессорско-преподавательского состава СПбГЭТУ «ЛЭТИ» (СПб, 2010–2016 гг.), всероссийской научной конференции «МЕТРОМЕД-2011» (СПб, 2011 г.), международном симпозиуме «Электроника в медицине. Мониторинг, диагностика, терапия» (СПб, 2012 г.), всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов с элементами научной школы для молодежи «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы (Биомедсистемы 2012)» (Рязань, 2012), VIII Российско-Баварской конференции по биомедицинской инженерии (СПб, 2012 г.), XVII и XVIII Санкт-Петербургской Ассамблеи молодых ученых и специалистов (СПб, 2012–2013 гг.), III Всероссийской молодежной школе-

семинар «Инновации и перспективы медицинских информационных систем» (Таганрог, 2013 г.), международном славянском конгрессе по электростимуляции и клинической электрофизиологии сердца «Кардиостим 2014» (СПб, 2014 г.), X Российско-Германской конференции по биомедицинской инженерии (СПб, 2014 г.), XII международная научная конференция «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» (ФРЭМЭ'2016) (Владимир, 2016 г.), XII Российско-Германская Конференция RGC'2016 по биомедицинской инженерии (Владимир, 2016 г.).

### **Внедрение результатов работы**

Работа проведена в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности. ЗАДАНИЕ № 8.752.2014/К.

Основные результаты работы получены в рамках следующих НИР и НИОКР:

1. Федеральная целевая программа «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы. Проект № НК-611П–Проведение поисковых научно-исследовательских работ по направлению «Биомедицинские и ветеринарные технологии жизнеобеспечения и защиты человека и животных».

2. НИР БЭС–122, выполняемого в рамках финансирования научно-педагогических школ СПбГЭТУ (2011–2012 гг.).

3. Грант Президента РФ «Разработка технологий автоматизированного выявления патологических изменений диагностических свойств сердечно-сосудистой системы на основе длительного анализа электрокардиосигнала человека», ГПМУ/РС – 119, 2012–2013 гг.

4. Грант Санкт-Петербурга для студентов, аспирантов, молодых ученых, молодых кандидатов наук 2012 г. Диплом ПСП № 12326. Тема проекта: Система поддержки принятия решений врача-терапевта при диагностике анемии «DiagAn».

5. Грант Санкт-Петербурга для студентов, аспирантов, молодых ученых, молодых кандидатов наук 2013 г. Диплом ПСП № 13415. Тема проекта: Система поддержки принятия решений хирурга в определении хирургической тактики при разрывах печени.

Разработанная в рамках исследования СППР хирурга экстренной помощи внедрена в лечебный процесс СПб ГБУЗ «Городская больница Святой преподобномученицы Елизаветы», СПб ГБУЗ «Городская Покровская больница» в виде прикладной программы «SLIDSS», реализующей разработанные алгоритмы поддержки принятия решений хирурга при выборе тактики лечения пострадавшего и дополнительного оперативного доступа.

Результаты диссертационной работы внедрены и используются:

- в учебном процессе кафедры факультетской хирургии им. И.И. Грекова хирургического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И.Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации;

- в СПбГЭТУ «ЛЭТИ» в учебном процессе при реализации магистерской образовательной программы «Информационные системы и технологии в лечебных учреждениях» по направлению «Биотехнические системы и

технологии», в практике научных исследований кафедры Биотехнических систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 35 научных работ. Из них 1 статья опубликована в журнале из базы данных Scopus, 10 статей – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 7 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ, другие 17 работ – в материалах международных и российских научно-технических конференций.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы из 127 наименований, 6 приложений. Основное содержание диссертации изложено на 133 листах, содержит 53 рисунка и 13 таблиц.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность работы, сформулированы цели и задачи исследования, изложены основные научные и практические результаты, положения, выносимые на защиту, приведено краткое содержание глав диссертации.

**В первой главе** приводится обоснование необходимости разработки СППР хирурга, позволяющей повысить оперативность и результативность лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями печени.

Определены основные проблемы хирургии экстренной помощи при лечении пострадавших с тяжелыми повреждениями печени, которые не всегда позволяют оперативно и результативно выполнить оперативное вмешательство.

Проведен анализ известных программных продуктов, направленных на изучение и моделирование оперативного вмешательства при лечении печени, который показал, что они не могут полностью решить имеющиеся проблемы лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями печени.

Сформулирована цель исследования, направленная на разработку СППР хирурга, позволяющей повысить оперативность и результативность лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями печени. Определены задачи исследования.

**Вторая глава** посвящена построению СППР хирурга.

Предложена структура биотехнической системы (БТС) лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями печени (рисунок 1), которая представляет собой контур взаимодействия пострадавшего, хирурга, анестезиолога-реаниматолога, средств съема биомедицинской информации, средств обработки и анализа информации, реанимационного оборудования, оборудования для анестезии, средств хирургического воздействия, СППР хирурга.

Исходя из представленной структуры БТС, сформулированы основные задачи СППР хирурга в структуре БТС.

Разработан обобщенный алгоритм принятия решений в СППР хирурга и определены этапы, значимые для обеспечения оперативности и результативности лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями, а именно: выбор тактики лечения пострадавшего и дополнительного оперативного доступа.

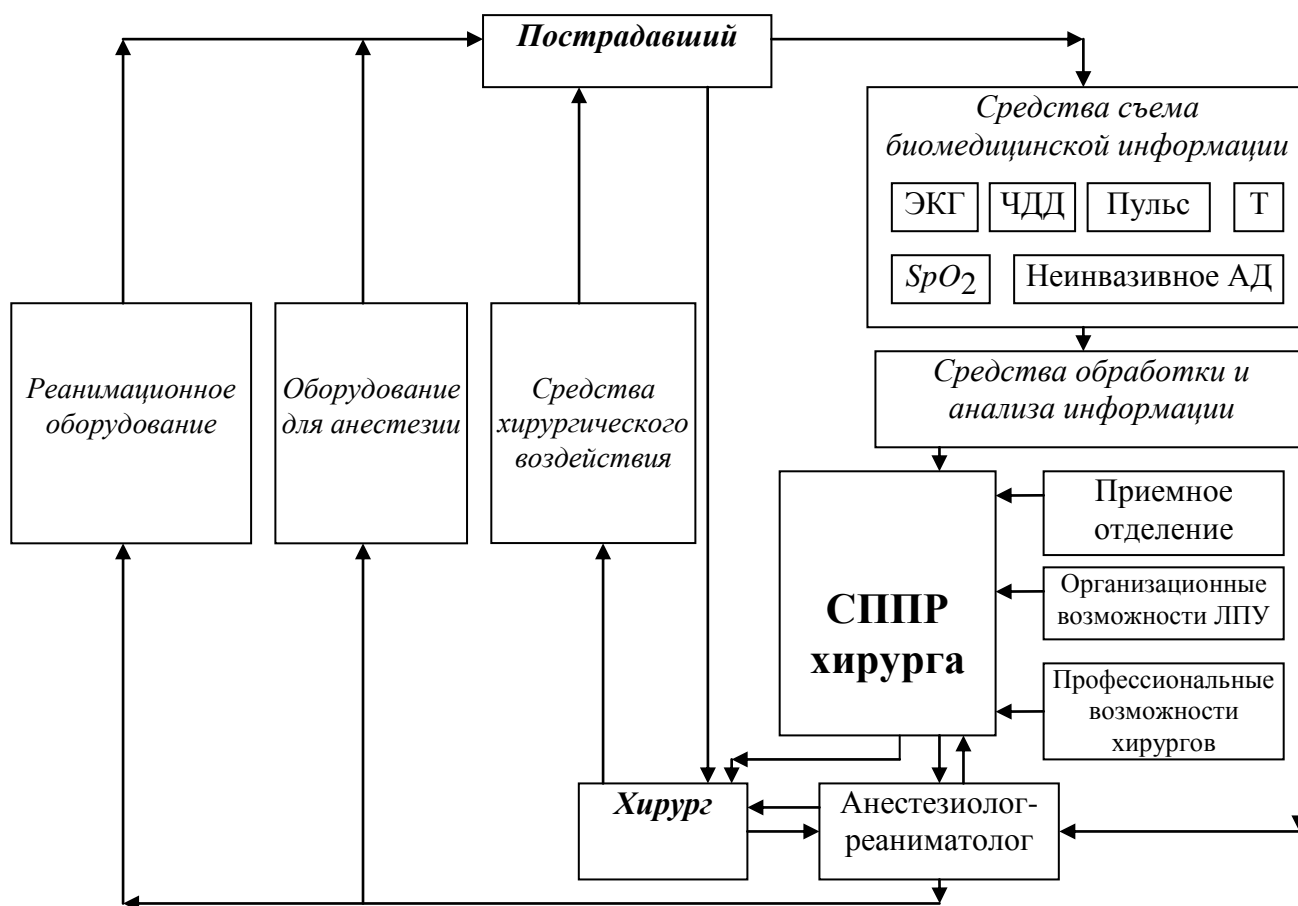


Рисунок 1 – Структура биотехнической системы лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями печени

Разработаны методики формирования системы показателей и оценочных шкал по каждому показателю, которые необходимо учитывать хирургу при выборе тактики лечения пострадавшего и дополнительного оперативного доступа.

Методика формирования системы показателей и оценочных шкал по каждому показателю, которые необходимо учитывать хирургу при выборе тактики лечения пострадавшего, включает этапы:

1. Формирование и анализ экспертной группы.
2. Оценка показателей, которые необходимо учитывать при выборе тактики лечения пострадавших.
3. Комплексирование мнений экспертов с учетом их компетентности.

Методика формирования системы показателей и оценочных шкал по каждому из показателей, которые необходимо учитывать при выборе дополнительного оперативного, позволяющая учитывать индивидуальные топографо-анатомические и конституциональные особенности пострадавшего, включает этапы:

1. Экспертный опрос: формирование предварительной системы показателей, которые необходимо учитывать при выборе дополнительного оперативного доступа, и альтернативных вариантов решений.

2. 3D моделирование: построение 3D моделей скелета и печени по снимкам КТ, плоскости ввода хирургических инструментов; геометрические расчеты.



3. Однофакторный дисперсионный анализ: формирование окончательной системы показателей, которые необходимо учитывать при выборе дополнительного оперативного доступа.

4. Регрессионный анализ: выявление зависимости между альтернативными вариантами решений и показателями, которые необходимо учитывать при выборе дополнительного оперативного доступа.

Разработана структура СППР хирурга (рисунок 2), состоящая из шести компонентов: интерфейса пользователей, подсистемы накопления данных, подсистемы выбора тактики лечения, подсистемы обеспечения дополнительного оперативного доступа, подсистемы анализа информации, подсистемы рекомендаций и комментариев.

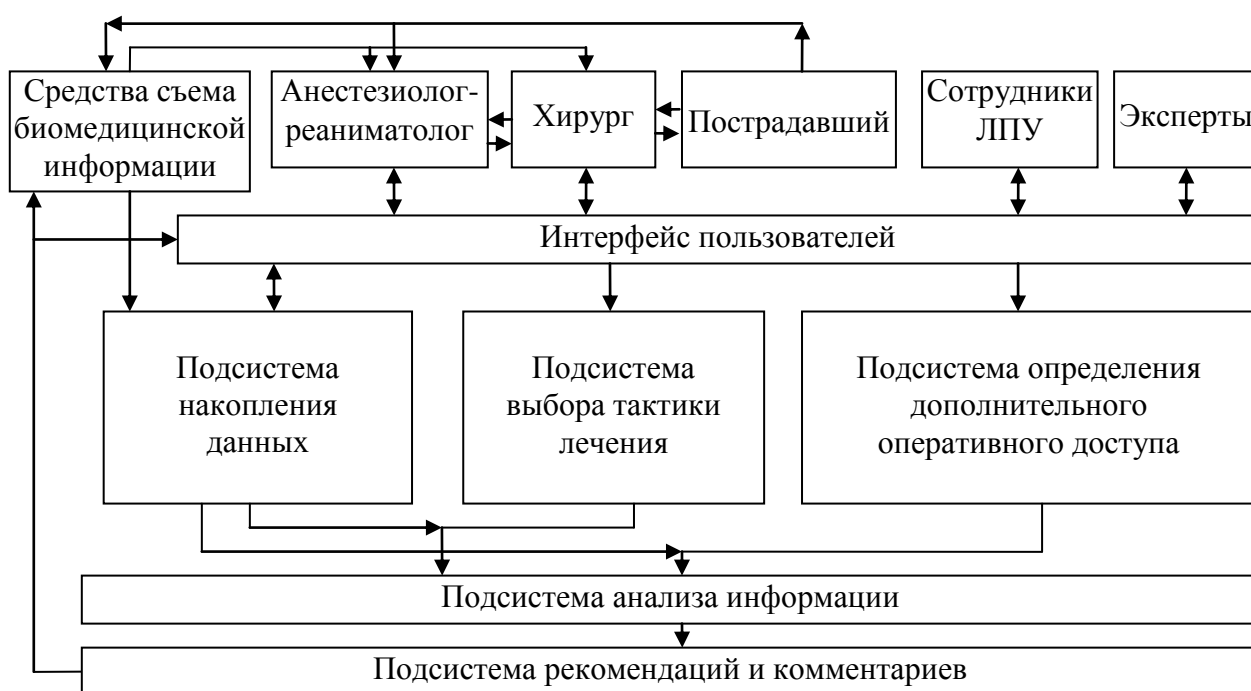


Рисунок 2 – Структура системы поддержки принятия решений хирурга

Основными подсистемами являются «Подсистема выбора тактики лечения» и «Подсистема определения дополнительного оперативного доступа», которые должны включать в себя алгоритмы поддержки принятия решений хирурга, учитывающие индивидуальные особенности пострадавшего, показатели и альтернативные варианты решений при выборе тактики лечения пострадавшего и обеспечения дополнительного оперативного доступа, сформированные на основе экспертных оценок.

**Третья глава** посвящена подсистеме выбора тактики лечения пострадавшего.

Определено, что для разработки системы показателей и оценочных шкал по каждому из показателей, которые хирург экстренной помощи должен учитывать при выборе тактики лечения пострадавших, необходимо сформировать экспертную группу. Представлены этапы подбора состава экспертов рабочей группы:

1. Формирование списка возможных кандидатов в эксперты. Список включал в себя 26 врачей-хирургов экстренной помощи в возрасте от 27 до 72 лет, разной категории и с разным опытом работы.

2. Формирование предварительного списка экспертов и оценка компетентности каждого эксперта. Для этого была разработана система показателей, которые необходимо учитывать при оценке компетентности каждого эксперта (рисунок 3), определены значимости данных показателей с использованием метода парных сравнений, на основании которых разработан алгоритм оценки компетентности каждого эксперта.

3. Формирование окончательного списка экспертов.



Рисунок 3 – Система показателей, которые необходимо учитывать при оценке компетентности каждого эксперта.  $K_{э1}$  – опыт работы,  $K_{э2}$  – ранее выполненные экстренные операции,  $K_{э3}$  – учебно-научная деятельность за последние 5 лет,  $K_{э11}$  – стаж работы в хирургии экстренной помощи,  $K_{э12}$  – общий стаж работы в хирургии,  $K_{э13}$  – категория,  $K_{э21}$  – качество выполненных операций за последние три года,  $K_{э22}$  – количество выполненных операций за всю хирургическую практику,  $K_{э23}$  – количество выполненных операций за последние три года,  $K_{э31}$  – учебно-научный статус,  $K_{э32}$  – учебная и учебно-методическая работа,  $K_{э33}$  – результаты научной деятельности,  $K_{э211}$  – результат лечения,  $K_{э212}$  – течение послеоперационного периода,  $K_{э331}$  – научные работы,  $K_{э332}$  – интеллектуальная собственность,  $K_{э333}$  – почетные звания, награды и премии,  $K_{э2111}$  – непосредственный,  $K_{э2112}$  – отдаленный.

Таким образом, была сформирована экспертная группа из 7 человек и оценена компетентность каждого эксперта на основе метода анализа иерархий.

Разработана методика извлечения медицинских знаний для формирования системы показателей, которые необходимо учитывать при выборе тактики лечения пострадавшего, состоящая из трех этапов (рисунок 4): выявление основных показателей, которые необходимо учитывать при выборе тактики лечения пострадавших; анкетирование экспертов, предназначенное для расширения и уточнения знаний; интервью с экспертами, предназначенное для более детального рассмотрения каждого из показателей.



Рисунок 4 – Этапы извлечения медицинских знаний

Для разработки комплекса алгоритмов поддержки принятия решений хирурга при выборе тактики лечения пострадавшего разработана система показателей, которые необходимо учитывать при выборе тактики лечения пострадавшего, состоящая из трех подсистем: подсистема показателей, которые необходимо учитывать при выборе оперативного приема (рисунок 5); подсистема показателей, которые необходимо учитывать при принятии решения о необходимости применения тактики «Damage control» (рисунок 6); подсистема показателей, которые необходимо учитывать при принятии решения о необходимости обеспечения дополнительного оперативного доступа (рисунок 7). Определены значимости данных показателей с использованием метода парных сравнений.

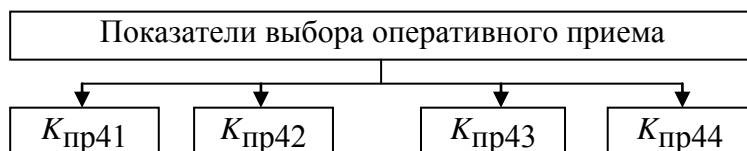


Рисунок 5 – Подсистема показателей, которые необходимо учитывать при выборе оперативного приема.  $K_{пр41}$  – 3 степень повреждения печени,  $K_{пр42}$  – 4 степень повреждения печени,  $K_{пр43}$  – 5 степень повреждения печени,  $K_{пр44}$  – 6 степень повреждения печени



Рисунок 6 – Подсистема показателей, которые необходимо учитывать при принятии решения о необходимости применения тактики «Damage control».  $K_{пр11}$  – гемодинамические показатели,  $K_{пр12}$  – степень кровопотери,  $K_{пр13}$  – тяжесть повреждений,  $K_{пр111}$  – систолическое артериальное давление,  $K_{пр112}$  – пульс,  $K_{пр113}$  – скорость изменения пульса,  $K_{пр121}$  – гемоглобин,  $K_{пр121}$  – гематокрит,  $K_{пр1ЛПУ}$  – организационные возможности ЛПУ,  $K_{пр1Х}$  – профессиональная деятельность хирурга



Рисунок 7 – Подсистема показателей, которые необходимо учитывать при принятии решения о необходимости обеспечения дополнительного оперативного доступа.  $K_{пр21}$  – I сегмент печени,  $K_{пр22}$  – II сегмент печени,  $K_{пр23}$  – III сегмент печени,  $K_{пр24}$  – IV сегмент печени,  $K_{пр25}$  – V сегмент печени,  $K_{пр26}$  – VI сегмент печени,  $K_{пр27}$  – VII сегмент печени,  $K_{пр28}$  – VIII сегмент печени

Произведено комплексирование мнений экспертов с учетом их компетентности, на основе которого разработан комплекс алгоритмов поддержки принятия решений хирурга при выборе тактики лечения пострадавшего.

**Четвертая глава** посвящена подсистеме определения дополнительного оперативного доступа.

Предложена методика построения 3D моделей скелета и печени по снимкам компьютерной томограммы. Для реконструкции 3D моделей использован интерактивный программный пакет для визуализации и сегментации изображений, полученных с помощью томографии, и 3D рендеринга объектов MIMICS (Materialise Interactive Medical Image Control System).

Для каждой модели были произведены расчеты расстояний между ребрами, а также проведена оценка надчревного угла (рисунок 8).

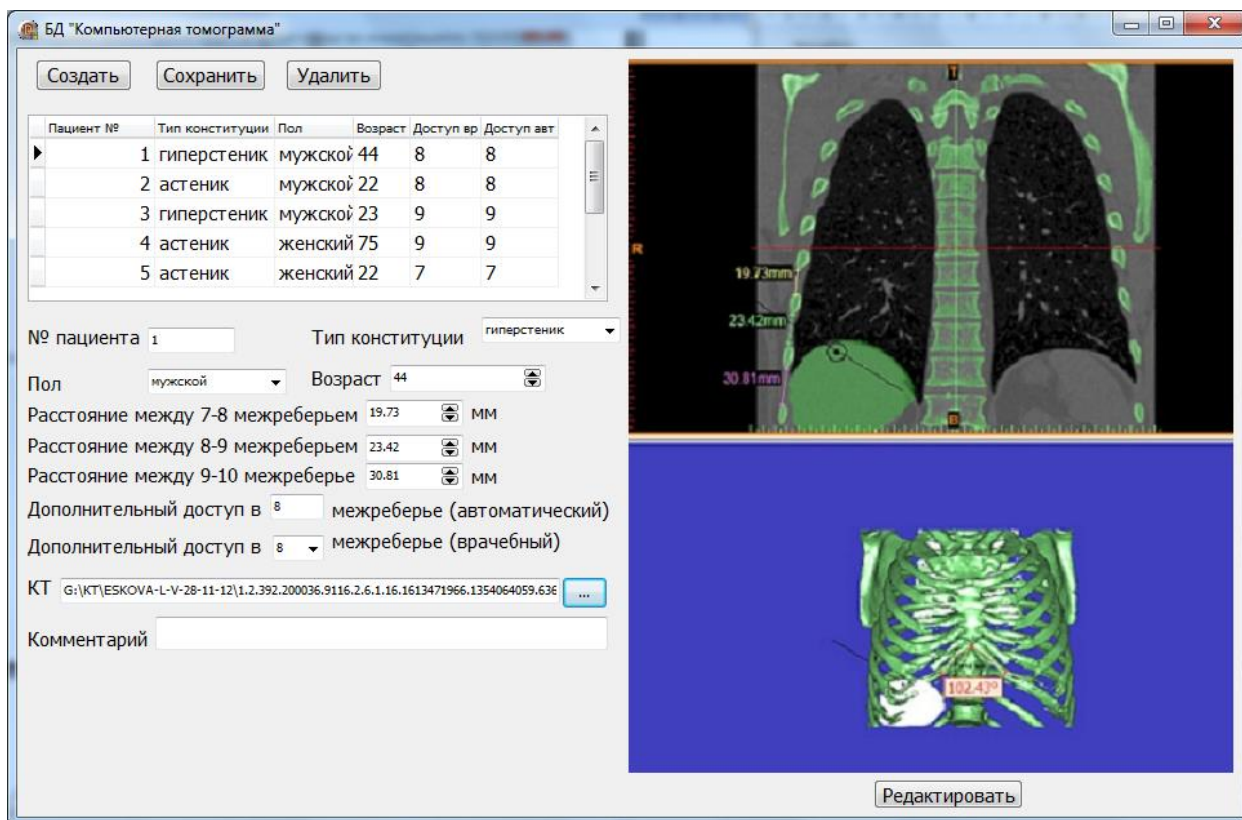


Рисунок 8 – Расчеты расстояний между ребрами и оценка надчревного угла

Представлены результаты проведенного однофакторного дисперсионного анализа, который показал, что показатели «Возраст» и «Надчревный угол» в наибольшей степени влияют на выбор дополнительного оперативного доступа.

Проведен регрессионный анализ, с помощью которого была разработана регрессионная модель, показывающая зависимость между положением печени и показателями, которые необходимо учитывать при выборе дополнительного оперативного доступа:

$$R_3 = 5,32 + 0,27 * K_{пр31} + 1,13 * K_{пр32},$$

где  $R_3$  – вид дополнительного оперативного доступа,  $K_{пр31}$  – возраст пострадавшего,  $K_{пр32}$  – значение надчревного угла.

На основе найденной зависимости разработан алгоритм поддержки принятия решений в СППР хирурга при выборе дополнительного оперативного доступа, позволяющий учитывать топографо-анатомические и конституциональные особенности пострадавшего.

**Пятая глава** посвящена программно-алгоритмическому обеспечению СППР хирурга.

Разработана БД СППР хирурга, хранящая данные, характеризующие тяжесть состояния пострадавшего; результаты исследований пострадавшего; данные, характеризующие организационные возможности ЛПУ и профессиональные возможности хирурга; данные, характеризующие тяжесть и локализацию повреждений печени, 2D снимки, полученные компьютерной томографией, и 3D модели, построенные на их основе.

Разработано алгоритмическое обеспечение СППР хирурга. Основными режимами функционирования СППР хирурга являются следующие режимы: «ЛПУ», «Приемное отделение», «Операционная», «Компьютерная томограмма».

Представлены экранные формы программного продукта «SLIDSS» (рисунок 9).

The screenshot displays two overlapping windows from the SLIDSS program. The background window, titled "Карта пациента" (Patient Card), shows a tabbed interface with sections for "Паспортные данные" (Passport data), "Госпитализация" (Hospitalization), "Анамнез" (Anamnesis), "Жалобы" (Complaints), and "Объективные данные" (Objective data). The "Объективные данные" section is active, showing fields for "Состояние" (State) set to "тяжелое" (severe), "Степень шока" (Shock degree) set to 2, and "Вид шока" (Shock type). Other fields include "Сознание" (Consciousness) set to "без сознания" (unconscious), "Кожа" (Skin) set to "чистые" (clean), "Периферич. лимфоузлы" (Peripheral lymph nodes) set to "не увеличены" (not enlarged), "Зрачки" (Pupils) set to "ОД > OS" (OD > OS), "Реакция на свет" (Light reflex), "Суставы" (Joints) set to "не изменены" (not changed), and "Миндалины" (Tonsils).

The foreground window, titled "Ход операции" (Surgical Procedure Progress), is divided into several sections:
 

- Гемодинамические показатели крови** (Hemodynamic blood indicators): АД сист. 100 мм рт.ст., Пульс 96 уд./мин.
- Степень кровопотери** (Degree of blood loss): Нб 104 г/л, Нт 36 %.
- Тяжесть повреждений** (Severity of injuries): Тяжелая.
- Анатомические и конституционные особенности пострадавшего** (Anatomical and constitutional features of the victim): Возраст 30, Тип конституции астеник.
- Тяжесть повреждений печени** (Severity of liver injuries): Локализация (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX) with VIII checked; Степень повреждения печени 3.
- Тактика "Damage control"** (Damage control tactic): Вероятность 16 %.
- Дополнительный оперативный доступ** (Additional surgical access): Вероятность 100 %, Межреберье 8.
- Оперативный прием** (Surgical approach): Ушивание 99 %, Резекция 1 %.

 A "Сохранить" (Save) button is located at the bottom right of the "Ход операции" window.

Рисунок 9 – Экранные формы программы «SLIDSS»

Приведены результаты экспериментальной апробации СППР хирурга.

**В заключении** резюмируются основные результаты работы.

### **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ**

Решение задач, сформулированных в диссертационной работе, направлено на разработку СППР хирурга, позволяющей повысить оперативность и результативность лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями печени.

Основные результаты диссертационной работы:

1. Определено место СППР хирурга в БТС лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями печени.

2. Разработан обобщенный алгоритм принятия решений в СППР хирурга и определены этапы, значимые для обеспечения оперативности и результативности лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями печени, а именно: принятие решений при выборе тактики лечения пострадавшего и дополнительного оперативного доступа.

3. Разработаны методики формирования системы показателей и оценочных шкал по каждому из показателей, которые необходимо учитывать при выборе тактики лечения и дополнительного оперативного доступа.

4. Разработана структура СППР хирурга, основными подсистемами которой являются «Подсистема выбора тактики лечения» и «Подсистема определения дополнительного оперативного доступа», которые должны включать в себя алгоритмы поддержки принятия решений хирурга, учитывающие индивидуальные особенности пострадавшего, показатели и альтернативные варианты решений при выборе тактики лечения пострадавшего и обеспечения дополнительного оперативного, сформированные на основе экспертных оценок.

5. Разработана система показателей, которые необходимо учитывать при выборе тактики лечения пострадавшего и дополнительного оперативного доступа.

6. Разработан комплекс алгоритмов поддержки принятия решений хирургов, учитывающий индивидуальные особенности пострадавшего, показатели и альтернативные варианты решений при выборе тактики лечения пострадавшего и дополнительного оперативного, сформированный на основе экспертных оценок.

Таким образом, была разработана СППР хирурга, которая апробирована в СПб ГБУЗ «Городская больница Святой преподобномученицы Елизаветы», СПб ГБУЗ «Городская Покровская больница».

Предложенные в диссертационной работе методика формирования системы показателей и оценочных шкал по каждому показателю, структура СППР хирурга, комплекс алгоритмов поддержки принятия решений хирурга могут позволить разработать аналогичные СППР хирурга при лечении пострадавших с различной патологией при решении задач, связанных с выбором тактики лечения и дополнительного оперативного доступа.

### **Рекомендации**

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы при разработке аналогичных СППР хирурга при лечении пострадавших с различной патологией при решении задач, связанных с выбором тактики лечения и дополнительного оперативного доступа.

### **Перспективы дальнейшей разработки темы**

Перспективы дальнейшей разработки темы будут связаны с разработкой новых алгоритмов поддержки принятия решений при лечении пострадавших с повреждениями печени 1–3 степеней, а также алгоритмов выбора тактики лечения пострадавших с «тяжелыми» повреждениями печени при наличии патологии данного органа.

## ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Публикации в журналах, рекомендованных ВАК

1. Семенова, Е.А. Автоматизированные системы скринирующей диагностики [текст] / Е.А. Семенова, В.В. Шаповалов // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб., Изд-во: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2016. – № 5. – С. 123–130.
2. Семенова, Е.А. Роль и место системы поддержки принятия решений хирурга экстренной помощи в биотехнической системе лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями печени [текст] / Е.А. Семенова // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб., Изд-во: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2015. – № 10. – С. 87–93.
3. Семенова, Е.А. Экспертная система хирурга экстренной помощи при лечении пациентов с тяжелыми повреждениями печени [текст] / Е.А. Семенова // Биотехносфера. СПб., Изд-во: «Политехника». – 2015. – № 4 (40). – С. 43–46.
4. Семенова, Е.А. Оценка качества деятельности экспертов при разработке системы поддержки принятия решений хирурга экстренной помощи при лечении пациентов с тяжелыми повреждениями печени [текст] / Е.А. Семенова // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб., Изд-во: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2014. – № 6. – С. 75–78.
5. Семенова, Е.А. Рентгено-компьютерное моделирование оперативных доступов при повреждениях «труднодоступных» сегментов печени [текст] / Б.В. Сигуа, В.П. Земляной, Е.В. Садыкова, Е.А. Семенова, Е.М. Белова, А.К. Дюков, Е.П. Бурлаченко, Ж.Э. Бадалова // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. Воронеж, Изд-во: «Научная книга». – 2014. – Т. VII, № 4. – С. 388–394.
6. Семенова, Е.А. Экспертная система с модулем обработки компьютерных томограмм для отделений экстренной хирургической помощи [текст] / Е.В. Садыкова, Е.А. Семенова, Б.В. Сигуа, Е.М. Белова // Медицинская техника. М., Изд-во: Союз общественных объединений «Международное научно-техническое общество приборостроителей и метрологов». – 2014. – № 2. – С. 24–27.
7. Семенова, Е.А. Система поддержки принятия решений хирурга экстренной помощи при лечении пациентов с тяжелыми повреждениями печени [текст] / Е.А. Семенова // Биомедицинская радиоэлектроника. М., Изд-во: «Радиотехника». – 2013. – № 11. – С. 44–47.
8. Семенова, Е.А. Автоматизированная система оценки риска развития патологий сердечно-сосудистой системы [текст] / Е.В. Садыкова, Е.А. Семенова, Д.В. Савенков // Биомедицинская радиоэлектроника. М., Изд-во: «Радиотехника». – 2011. – № 11. – С. 18–23.
9. Семенова, Е.А. Система поддержки принятия решений при прогнозе развития патологий плода [текст] / Е.В. Садыкова, Е.А. Семенова // Биомедицинская радиоэлектроника. М., Изд-во: «Радиотехника». – 2011. – № 5. – С. 57–60.
10. Семенова, Е.А. Адаптивная система поддержки принятия решений врача-бактериолога [текст] / Е.В. Садыкова, Е.А. Семенова // Биомедицинская радиоэлектроника. М., Изд-во: «Радиотехника». – 2010. – № 11. – С. 34–38.

### Публикации, входящие в перечень изданий базы SCOPUS

11. Semenova, E.A. Information system for surgical emergency units with computer tomogram processing module [текст] / E.V. Sadykova, E.A. Semenova, B.V. Sigua, E.M. Belova, // Biomedical engineering. Изд-во: Springer New York Consultants Bureau. – 2014. – № 2 (48). – P. 84–86.

### Публикации в других изданиях

1. Semenova E. The complex of decision support algorithms when selecting a treatment strategy for patients with serious liver damage [текст] / E. Semenova // Proceedings of the XII Russian-German Conference on Biomedical Engineering. – Suzdal. – 2016. – P. 215–218.

2. Семенова Е.А. Автоматизированная система «SLIDS» [текст] / Е.А. Семенова // Труды 71 научно-технической конференции СПбНТОРЭС им. А.С. Попова. – 20–28 апреля 2016.

3. Семенова Е.А. Разработка блока в системе поддержки принятия решений хирурга экстренной помощи при лечении пациентов с тяжелыми повреждениями печени с применением CAS-технологий [текст] / Е.А. Семенова // Труды юбилейной 70-ой научно-технической конференции СПбНТОРЭС им. А.С. Попова. СПб., Изд-во: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 21–29 апреля 2015. – Том 2, №10. – С. 123–124.

4. Semenova E.A. Method of assessing the quality of experts to develop the surgeon emergency decision support system in the treatment of patients with severe liver injury [текст] / E.A. Semenova // X Russian-German Conference on Biomedical Engineering, 25–27 June 2014, – P. 217–218.

5. Семенова Е.А. Автоматизация процесса лечения пациентов с тяжелыми повреждениями печени [текст] / Е.А. Семенова // Вестник аритмологии. Труды IX Международного славянского конгресса по электростимуляции и клинической электрофизиологии сердца «КАРДИОСТИМ». – 2014. – С. 258.

### Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ:

1. Семенова, Е.А. Экспертная система хирурга экстренной помощи при лечении пострадавших с тяжелыми поражениями печени / Е.А. Семенова // Программа для ЭВМ № 201661248629. – 2016.

2. Семенова, Е.А. Система поддержки принятия решений хирурга экстренной помощи при лечении пациентов с тяжелыми повреждениями печени / Е.А. Семенова // Программа для ЭВМ № 2014619577. – 2014.