

*На правах рукописи*

ГАВРИЛОВ ВАСИЛИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

ПРОФИЛАКТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСЛОЖНЕНИЙ  
В АБДОМИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ: СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ  
ПРИНЯТИЯ ВРАЧЕБНЫХ РЕШЕНИЙ

3.1.9. – Хирургия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

доктора медицинских наук

Пермь 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Научный консультант:** Самарцев Владимир Аркадьевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей хирургии ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера» Минздрава России

**Официальные оппоненты:** Горский Виктор Александрович – доктор медицинских наук, профессор кафедры экспериментальной и клинической хирургии института биомедицины (МБФ) ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Минздрава России

Корымасов Евгений Анатольевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургии с курсом сердечно-сосудистой хирургии Института профессионального образования ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России

Прудков Михаил Иосифович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургии, колопроктологии и эндоскопии ГАУДПО «Уральский институт управления здравоохранением имени А. Б. Блохина»

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. в « \_\_\_\_ » часов на заседании диссертационного совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 21.2.052.04, созданного на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации, по адресу: 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 26.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России по адресу: 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26.

С авторефератом – на сайтах: <http://www.psm.ru/> и <http://vak.gisnauka.ru/>

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор медицинских наук, доцент

**Булатова Ирина Анатольевна**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы исследования

Послеоперационные осложнения в абдоминальной хирургии составляют от 16 до 20 % и существенно влияют на исход лечения, приводя к удлинению сроков госпитализации, росту общих затрат на лечение и снижению качества жизни пациентов (Downey C. L. et al., 2023; Klifto K. M. et al., 2021). Несмотря на совершенствование хирургических методов лечения, частота осложнений практически не снизилась за последние десятилетия (Hulst H. C. van der et al., 2022; Нишневич Е. В. и др., 2018). Ежегодное увеличение объема и количества хирургических вмешательств на органах брюшной полости в мире связано с пропорциональным ростом числа осложнений и сегодня лечение осложнений составляет до 50 % совокупных расходов стационаров по всему миру (Skervin A. et al., 2023; Straatman J. et al., 2015). Это подчеркивает критическую значимость проблемы и необходимость совершенствования мер их прогнозирования, профилактики, ранней диагностики и лечения (Горский В. А. и др., 2022; Затевахин И. И. и др., 2018; Шапкин Ю. Г. и др., 2021a; Feldheiser A. et al., 2016; Thiel B. et al., 2022; Tian C. et al., 2022; Лядов В. К. и др., 2021; Эттингер А. П. и др., 2021).

К основным неспецифическим факторам риска, повышающих вероятность большинства осложнений в абдоминальной хирургии, относятся пожилой возраст, избыточная масса тела/ожирение, артериальная гипертензия, активное курение, суб- и декомпенсированные сопутствующие заболевания, а также сахарный диабет (Alves A. et al., 1999; Onyekwelu I. et al., 2017; Sankar A. et al., 2014; Thompson J. S. et al., 2003; Сирота В. С. и др., 2022; Шевченко Ю. Л. и др., 2022) и особенности течения основного хирургического заболевания (например, большой размер грыжевого дефекта или потеря домена более 18 % при герниопластике) (Huang W. et al., 2015; Ojima T. et al., 2022; Благовестнов Д. А. и др., 2024; Заболотских И. Б. и др., 2022; Исмаилов С. И. и др., 2023).

Современные тенденции заключаются в переходе от эмпирического опыта отдельного хирурга к созданию систем поддержки принятия врачебных решений (СППВР) (Сигуа Б. В. и др., 2021). В связи со сложностью интеграции и интерпретации всего объема доступной информации о пациенте для прогнозирования риска осложнений, формируется профессиональный интерес к компьютерным методам и вычислительным технологиям, способным обучаться и адаптироваться, имитируя человеческое мышление при работе с неполными и неточными клиническими данными (Шапкин Ю. Г. и др., 2024). Детерминированные, нейросетевые и статистические СППВР в абдоминальной хирургии позволяют выявлять ранние признаки и закономерности изменения состояния пациента до развития послеоперационных осложнений (Сигуа Б. В. et al., 2024; Loftus T. J. et al.,

2020; Бурневич С. З. и др., 2021; Шапкин Ю. Г. и др., 2021b). СППВР позволяют оптимизировать алгоритмы послеоперационного ведения больных в соответствии с мультидисциплинарными подходами, национальными клиническими рекомендациями (Vožić V., 2023; Глашев Р. М. и др., 2018), что позволит снизить послеоперационную летальность.

К настоящему времени сложились тенденции для интеграции и широкого применения специализированных ССПВР в абдоминальную хирургию с целью комплексного подхода к прогнозированию и профилактике послеоперационных осложнений (Горский В. А. и др., 2022; Шапкин Ю. Г. и др., 2023; Корымасов Е. А. и др., 2024; Прудков М. И. и др., 2024), что позволило улучшить результаты хирургического лечения грыж передней брюшной стенки, острого панкреатита, эвентраций и вторичного распространенного перитонита.

### **Степень научной разработанности проблемы**

Вплоть до конца 1980-х гг. основным источником информации для принятия решений оставались клинические наблюдения и эмпирические знания хирургов, а также ретроспективный анализ исходов лечения (Balsano N. et al., 1990; Murray D., 2014; Neragi-Miandoab S. et al., 2010; Schechter W., 2008; Schwenk W. et al., 2017).

Классификация послеоперационных осложнений Clavien – Dindo (Dindo D. et al., 2004) позволяет только классифицировать уже появившиеся осложнения, а из систем прогнозирования осложнений большинство современных СППВР являются недоступными для большинства лечебно-профилактических учреждений вне США – например, калькулятор хирургического риска Программы национального улучшения качества хирургической помощи (NSQIP) Американской коллегии хирургов (ACS) (Khuri S. F. et al., 2008).

Имеющиеся шкалы и калькуляторы (ASA (Curatolo C. et al., 2017; Sankar A. et al., 2014), интегративные шкалы, например, К. Breuing с соавт. (Breuing K. et al., 2010), модификация А. Е. Kanters с соавт. (Kanters A. E. et al., 2012), Шкала С. С. Petro с соавт. (2016) (Petro C. C. et al., 2016; Головин Р. В. и др., 2015)) помогают анализировать только основные данные о состоянии пациента в контексте одного диагноза или осложнения, но не позволяют комплексно оценить состояние пациента (Gokhale S., 2007; Hernández-Granados P. et al., 2021; Nelson R. L. et al., 1980; Wu L. et al., 2021; Young J. et al., 2007; Yuvacı H. U. et al., 2020; Горский В. А. и др., 2024). Альтернативой являются исследования на основе анализа больших данных, результаты которых сравнивались с ручным анализом историй болезни хирургических пациентов. Данные исследования позволяли прогнозировать ранние исходы (летальность, необходимость повторного вмешательства), а также поздние осложнения (в том числе парапротезную ин-

фекцию), при этом внедрение в них компьютерных методов позволило сократить время анализа с 362 до 68 часов и стоимость с 300,000 € до 20,000 € (Ricco J.-B. et al., 2020; Thiel V. et al., 2022). Именно сочетание шкал с анализами больших данных позволило создать современные СППВР, которые способны осуществлять персонафицированный подход к хирургическому пациенту (Jin H. et al., 2023; Malibari A. A. et al., 2022; Yasnitsky L. N. et al., 2020).

В разных отраслях хирургии применяются основанные на СППВР технологии предоперационной оценки состояния пациента с целью прогнозирования и профилактики послеоперационных осложнений: абдоминальной хирургии (Tian C. et al., 2022; Корымасов Е. А. и др., 2021), а также в нейрохирургии (Dauleac C. et al., 2022; Kozaki T. et al., 2021) и в кардиохирургии (Somasundaram N. et al., 2021). Применение данной технологии в абдоминальной хирургии ограничено и находится на стадии прототипов из-за необходимости использовать субъективные или текстовые данные для анализа клинической ситуации (Mirjalili S. et al., 2016), чтобы сделать адекватный выбор хирургической тактики (Салахов Е. К. и др., 2015; Самойлов А. С. и др., 2022; Семенова Е. А. и др., 2024). Именно поэтому чаще всего хирург выбирает способ лечения, основываясь на своем личном опыте. Сохраняющийся процент осложнений в экстренной и плановой абдоминальной хирургии говорит о ненадежности такого подхода (Брехов Е. И. и др., 2016). Поэтому при прогнозировании и профилактике послеоперационных осложнений, анализе причин специфических и неспецифических осложнений необходимо учитывать не только область операции и индивидуальный опыт хирурга, но и состояния, не связанные с пораженным органом, например, пневмонию, декомпенсацию сопутствующих сердечно-сосудистых заболеваний и т. д. (Sartelli M. et al., 2019; Гельфанд Б. Р. и др., 2017; Тарасенко С. В. и др., 2020), что в перспективе и позволяют сделать СППВР.

### **Цель исследования**

Улучшение результатов хирургического лечения пациентов при заболеваниях органов брюшной полости за счет разработки и внедрения модульной системы поддержки принятия врачебных решений для прогнозирования и профилактики послеоперационных осложнений.

### **Основные задачи исследования**

1. Разработать и внедрить модульную систему поддержки принятия врачебных решений для прогнозирования абдоминальных осложнений в раннем послеоперационном периоде.

2. Разработать способ прогнозирования и профилактики эвентраций в раннем послеоперационном периоде после лапаротомии.

3. Создать на основании изучения механических и функциональных свойств современных сетчатых имплантатов и нейросетевого обучения на клинических результатах лечения пациентов систему поддержки принятия врачебных решений для определения вида хирургического вмешательства и расположения сетчатого имплантата при грыжах передней брюшной стенки.

4. Создать систему поддержки принятия врачебных решений для уточнения степени тяжести, диагностики и выбора способа лечения при остром панкреатите.

5. Разработать систему поддержки принятия врачебных решений для профилактики осложнений и снижения летальности при вторичном распространенном перитоните.

6. Оценить эффективность внедрения разработанной модульной системы поддержки принятия врачебных решений на основе научно-обоснованной клинической практики.

### **Научная новизна исследования**

Впервые обоснована и реализована модель персонифицированного программного подхода при помощи создания модульной системы поддержки принятия врачебных решений к периоперационной профилактике и лечению ранних послеоперационных осложнений в абдоминальной хирургии, сочетающая данные о клинико-анамнестических факторах, типе вмешательства и рисках для пациента, для формирования индивидуальных рекомендаций по выбору оптимальной хирургической тактики.

Предложена модель испытаний, имитирующая поведение сетчатого имплантата, установленного в грыжевой дефект передней брюшной стенки под влиянием внутрибрюшного давления.

Впервые разработан способ профилактики инфекции области хирургического вмешательства при помощи обработки сетчатого имплантата раствором хлоргексидина (Патент РФ № 2630985 от 15.09.2017. Выбор способа интраоперационной профилактики инфекции области хирургического вмешательства при герниопластике сетчатыми имплантатами).

Определена значимость внутрибрюшного давления (ВБД) в патогенезе развития экстренных заболеваний органов брюшной полости.

Впервые разработан прибор динамического измерения ВБД у реанимационных пациентов с программным обеспечением для мониторинга ВБД (Патент № 2791696 от 6 декабря 2021 г.) со специальным программным обеспечением Intraabdominal pressure program of expert examination, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021611514 от 29 января 2021 г.

Оценены существующие системы прогнозирования риска развития осложнений после герниопластики. Впервые предложена детерминированная система поддержки принятия врачебных решений для прогнозирования рис-

ка развития послеоперационных осложнений, определения степени тяжести при остром панкреатите (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017617070, 23.06.2017. Medical Disease Assistant).

Оценены факторы риска развития эвентраций в раннем послеоперационном периоде. Выявлены наиболее значимые. На основании проведенного регрессионного анализа создана статистическая система поддержки принятия врачебных решений, позволяющая выявлять высокий риск развития эвентрации в послеоперационном периоде.

Разработан оригинальный способ ушивания апоневроза после лапаротомии у пациентов с высоким риском развития эвентраций (Патент № 2803132 от 15.02.2022).

Впервые создана нейросетевая система поддержки принятия врачебных решений для определения способа оперативного лечения при вентральных грыжах (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019617699 от 19.06.2019. Hernia Expert).

Впервые разработана статистическая детерминированная система поддержки принятия врачебных решений для определения тактики лечения вторичного распространенного перитонита (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024660141 «Ассистент экстренного хирурга» от 02 мая 2024 г.).

Оценена эффективность внедрения модульной СППВР в хирургии грыж, острого панкреатита, вторичного распространенного перитонита, эвентраций после лапаротомий, позволившая снизить количество осложнений и летальность.

### **Практическая и теоретическая значимость работы**

Результаты проведенного исследования непосредственно относятся к практической медицине. Теоретическая значимость работы заключается в формулировании новых закономерностей, механизмов и принципов прогнозирования осложнений в абдоминальной хирургии, а также в разработке концепции интеграции модульной системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР) в клиническое мышление хирурга.

Впервые установлена достоверная связь между уровнем С-реактивного белка, показателями общего белка и альбумина крови с риском развития послеоперационных эвентраций, что позволило обосновать роль системного воспалительного ответа и белкового обмена в несостоятельности швов передней брюшной стенки. Определено, что наличие инфекционных осложнений и повторных оперативных вмешательств является самостоятельным фактором, повышающим вероятность формирования эвентрации. Показано, что тяжесть вторичного распространенного перитонита по индексу МИП закономерно возрастает при развитии абдоминального сепсиса, что подтверждает необходимость стратификации пациентов по степени тяжести уже на этапе первичной операции.

Выявлены новые закономерности микроциркуляторных нарушений при остром панкреатите: снижение амплитуды эндотелиальных колебаний отражает степень выраженности эндотелиальной дисфункции и может служить объективным критерием эффективности метаболической терапии.

Разработан и теоретически обоснован алгоритм хирургического лечения вторичного распространенного перитонита с учетом степени интраабдоминальной гипертензии, тяжести перитонита и состава перитонеального экссудата, что позволило оптимизировать выбор метода санации и показания к повторным вмешательствам.

Предложена биомеханическая модель испытания сетчатых имплантатов, имитирующая их поведение в условиях воздействия внутрибрюшного давления, на основании которой установлены зависимости между удельными нагрузками и степенью деформации различных типов имплантатов. Полученные результаты обосновали индивидуализированный подход к выбору сетчатого материала при реконструкции передней брюшной стенки.

Предложен новый научный подход к прогнозированию рисков осложнений в абдоминальной хирургии на основе адаптивных алгоритмов мягких вычислений, моделирующих клиническое мышление врача. Разработанные пять экспертных систем и нейросетевая модель обеспечили формализацию многомерных зависимостей между клинико-лабораторными параметрами и исходами лечения.

Применение методов лингвистического анализа медицинских текстов и нейросетевого обучения позволило унифицировать клинические данные, устранить неоднозначность терминологии и повысить точность системных решений при выборе хирургической тактики до 82 %. В результате кластерного анализа выявлена скрытая стратификация пациентов с грыжами передней брюшной стенки: один из четырех выделенных классов характеризуется наличием летальных исходов, что указывает на существование ранее неочевидных прогностических подгрупп.

Сформулирована концепция единого интегрального подхода к профилактике осложнений со стороны передней брюшной стенки, включающая взаимосвязанное прогнозирование риска эвентраций в раннем послеоперационном периоде и грыжеобразования – в позднем.

Разработан метаалгоритм, агрегирующий результаты отдельных СППВР и обеспечивающий системную интерпретацию взаимосвязанных патологических процессов, при которых одно осложнение (например, ущемленная грыжа) может являться триггером другого (перитонит или эвентрация). Такой подход формирует новую парадигму восприятия пациента как единой клинико-патофизиологической системы, что расширяет теоретические основы персонализированной хирургии.

Практическая значимость исследования заключается во включении результатов работы разработанных СППВР для пациентов с острым панкреатитом, грыжами передней брюшной стенки, эвентрациями и вторичным распространенным перитонитом в работу хирургических отделений

Городской клинической больницы № 4 г. Перми, Городской клинической больницы № 2, Пермской краевой клинической больницы, что позволило повысить качество принятия клинических решений и стандартизировать тактику ведения пациентов.

Применение созданных систем сопровождалось снижением частоты инфекционных осложнений в послеоперационном периоде в 2,8 раза, профилактикой эвентраций у 22 пациентов с высоким риском их развития при помощи предложенной техники шва апоневроза, уменьшением числа инфекций области хирургического вмешательства (ИОХВ) лапаротомной раны с 12,5 до 4,2 %, а также повышением точности определения хирургической тактики при грыжах до 92 %.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Разработанная статистическая система поддержки принятия врачебных решений на основе регрессионного анализа для прогнозирования и профилактики эвентраций и использование оригинального приема ушивания передней брюшной стенки у хирургических пациентов обеспечивают персонализированный подход к профилактике несостоятельности швов лапаротомной раны и позволяет снизить частоту эвентраций в группе высокого риска.

2. Детерминированная система поддержки принятия врачебных решений, использующая результаты экспериментального тестирования сетчатых имплантатов, обеспечивает дифференцированный подбор материалов для пластики передней брюшной стенки с учетом их физико-механических характеристик и анатомических вариантов расположения.

3. Разработанная нейросетевая система поддержки принятия врачебных решений, обученная на верифицированных клинических данных 1461 пациента с вентральными, паховыми и послеоперационными грыжами, позволила осуществлять персонифицированный выбор оптимального вида оперативного вмешательства и прогнозировать развитие послеоперационных осложнений.

4. Разработанная детерминированная система поддержки принятия врачебных решений, интегрирующая существующие стандартизированные шкалы APACHE II, Ranson, BISAP, Glasgow-Imrie, Atlanta (2012), технологию скрининга эндотелиальной дисфункции у пациентов с острым панкреатитом, обеспечили автоматизированную диагностику степени тяжести острого панкреатита с точностью до 91 % и возможностью прогнозирования осложненного течения заболевания в течение первых 24 часов госпитализации за счет раннего выявления микроциркуляторных нарушений и их коррекции.

5. Предложенная статистически-детерминированная система поддержки принятия врачебных решений, построенная на верифицированных данных пациентов с вторичным распространённым перитонитом, позволяет с точностью до 81 % у пациентов с абдоминальным сепсисом и у 79 % – без

сепсиса, идентифицировать группу высокого риска развития осложнений и летального исхода, обеспечивая дифференцированный подход для ранних повторных вмешательств по требованию с целью санации очага инфекции.

6. Модульная система поддержки принятия врачебных решений, включающая клинические, лабораторные показатели, инструментальные диагностические данные пациента с детерминированными, статистическими и нейросетевыми моделями, обеспечивает раннее прогнозирование и профилактику послеоперационных осложнений в абдоминальной хирургии, стратифицируя риски и клинический прогноз, позволяя объективизировать индивидуальный выбор тактики хирургического лечения в хирургии грыж, острого панкреатита, вторичного распространенного перитонита и его осложнений.

### **Степень достоверности результатов**

Степень достоверности полученных результатов определяется достаточным объёмом клинического материала ( $n = 2350$ ), корректным разделением пациентов на группы наблюдения и сравнения, использованием современных методов статистической обработки данных с проверкой статистических гипотез, а также сопоставлением полученных данных с результатами, представленными в отечественной и зарубежной литературе. Верификация разработанных систем поддержки принятия врачебных решений проведена на независимых выборках пациентов, что подтверждает воспроизводимость и устойчивость полученных алгоритмов. Дополнительным подтверждением достоверности служит получение патентов на каждую из систем, что указывает на оригинальность методических подходов и признание их научной новизны.

### **Соответствие паспорту специальности**

Проведенное научное диссертационное исследование полностью соответствует паспорту специальности 3.1.9. «Хирургия» (Медицинские науки), в частности пунктам: 2 («Разработка и усовершенствование методов диагностики и предупреждения хирургических заболеваний»), 3 («Обобщение интернационального опыта в отдельных странах, разных хирургических школ и отдельных хирургов»), 4 («Экспериментальная и клиническая разработка методов лечения хирургических болезней и их внедрение в клиническую практику»), 5 («Усовершенствование методов диспансеризации и профилактики хирургических заболеваний»).

### **Публикации и внедрение результатов исследования**

По теме диссертации опубликовано 44 печатных работы, в том числе 29 статей в рецензируемых изданиях, входящих в список ВАК для публикации результатов исследований по докторским диссертациям (К1-5, К2-11,

КЗ-4), из них девять – Scopus. Получено четыре свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, три патента на изобретение. По теме диссертации опубликовано две монографии.

### **Апробация результатов исследования**

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на XIX Зимней школе по механике сплошных сред (г. Пермь, 24 февраля 2015 г.); 1-й Всемирной конференции по хирургии грыж передней брюшной стенки (г. Милан, Италия, 25–29 апреля, 2015 г.); I Национальном хирургическом конгрессе (г. Москва, 4–7 апреля, 2017 г.); IX, XI Всероссийских конференциях общих хирургов (г. Ярославль, 2016, 2020 г.); I, III Съездах хирургов Приволжского федерального округа (г. Нижний Новгород, 2016, 2022 гг.); XXI, XXII, XXX Международных конгрессах Ассоциации гепатопанкреатобилиарных хирургов стран СНГ «Актуальные проблемы гепатопанкреатобилиарной хирургии» (2014, 2015, 2023 гг.); II, III Конгрессах хирургов Уральского федерального округа России (г. Екатеринбург, 2017, 2019 гг.); Общероссийских хирургических форумах (г. Москва, 2018, 2019 гг.); конференции и мастер-классе «Герниология как наука – взгляд европейца» (г. Калининград, 3–4 мая 2018 г.); XX Юбилейном съезде хирургов Дагестана (г. Махачкала, 2023); I, II, VII Всероссийских съездах герниологов (г. Москва, 2016, 2017, 2024 гг.); Межрегиональных научно-практических конференциях «Актуальные вопросы современной хирургии» (г. Пермь, 2019, 2024, 2025 гг.); XIII, XV, XVI Съездах хирургов России (г. Москва, 2021, 2023, 2025 гг.); VII, VIII Съездах хирургов Юга России (2021, 2025 гг.).

### **Личный вклад автора**

В рамках данного диссертационного исследования автором самостоятельно была выстроена концептуальная основа, являющаяся базой всей дальнейшей работы. Одним из ключевых направлений стало создание двух систем мягких вычислений, направленных на диагностику и профилактику осложнений передней брюшной стенки, в частности – послеоперационных вентральных грыж и эвентраций.

Для достижения поставленных целей автор лично собрал и систематизировал широкий спектр клинических, лабораторных и инструментальных данных, а также провёл углублённый анализ результатов экспериментальных биомеханических исследований, касающихся сетчатых имплантатов. Особое внимание было уделено разработке математических моделей и алгоритмов экспертных систем, интегрирующих многомерные показатели риска с биомеханическими характеристиками как тканей, так и самих имплантатов.

На этапе обработки информации автор осуществил комплексный статистический анализ всех полученных данных, что позволило не только

подтвердить корректность работы систем, но и провести их верификацию и валидацию. Стоит подчеркнуть, что внедрение разработанных вычислительных подходов в клиническую практику также выполнялось самим автором: была проведена всесторонняя оценка их эффективности, проанализировано влияние на прогнозирование осложнений и выбор наиболее обоснованной тактики лечения. Все этапы исследования – от предварительного планирования и проведения экспериментов до интерпретации результатов и подготовки практических рекомендаций – выполнены непосредственно автором.

### **Связь работы с научными программами**

Работа включена в план научно-исследовательских работ Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации под номером № 121031700180-6.

### **Внедрение результатов исследования в практику**

Ключевые научные положения и значимые практические результаты, изложенные в диссертационной работе, используются в хирургических отделениях ГАУЗ ПК «Городская клиническая больница № 4», ГБУЗ ПК «Городская клиническая больница им. Ф. Х. Граля», а кроме того, при обучении студентов и врачей на циклах повышения квалификации на кафедре общей хирургии ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера» Минздрава России.

### **Структура и объем диссертации**

Объем представленной диссертации составляет 232 страницы машинописного текста. В её структуре выделяются следующие разделы: введение, обзор литературы, описание использованных материалов и методов, собственные результаты исследований, аналитическое обсуждение, заключение, а также выводы и практические рекомендации. Кроме того, отражены перспективные направления дальнейшего изучения темы и дан список используемых сокращений.

Текст работы дополнен 35 иллюстрациями и 22 таблицами, что способствует наглядности изложения. Список литературы насчитывает 109 отечественных и 182 зарубежных источника, что свидетельствует о широкой информационной базе проведённого исследования.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

## Дизайн исследования и материалы и методы

Клиническое исследование и наблюдение за пациентами с хирургическими заболеваниями выполнено на базе кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера» Министерства здравоохранения России, на базе отделений хирургии, сердечно-сосудистой, торакальной хирургии ГАУЗ ПК «Городская клиническая больница № 4» (главный врач – канд. мед. наук Ронзин А. В.). Дизайн исследования представлен на Рисунке 1.

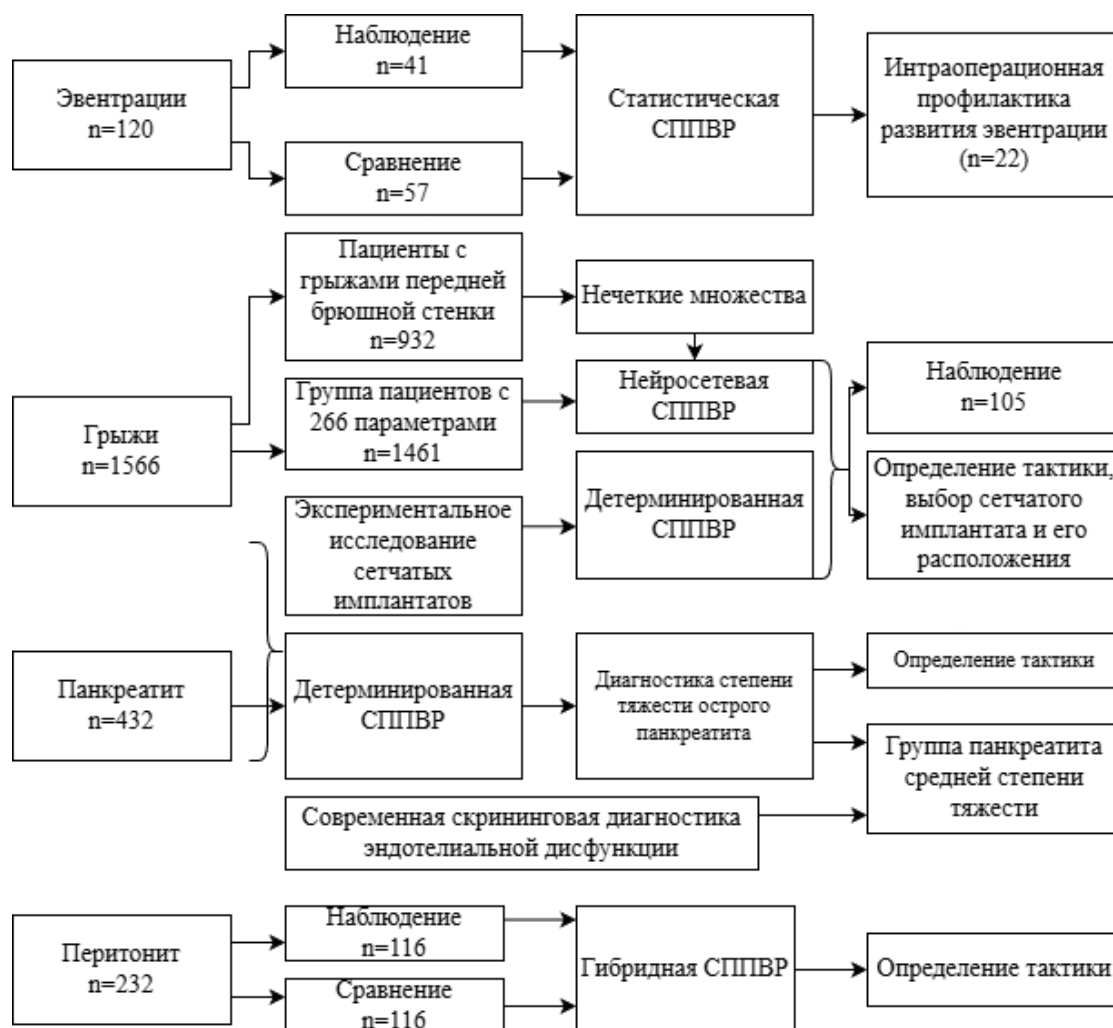


Рисунок 1 – Дизайн исследования

Выбор исследуемых нозологических форм был обусловлен их высокой клинической значимостью и общностью ведущей проблемы – развитием тяжелых осложнений со стороны брюшной полости и передней брюшной стенки. Острый панкреатит, перитонит, грыжи живота и эвентрации существенно различаются по этиологии и патогенезу, однако все они характеризуются многофакторностью течения, высоким риском не-

благоприятных исходов и необходимостью раннего прогнозирования специфических и неспецифических осложнений. В условиях ограниченной чувствительности традиционных методов диагностики и оценки риска именно компьютерное совмещение клиничко-лабораторных данных с биомеханическими моделями позволяет сформировать единый подход к созданию модульной системы поддержки принятия решений, направленной на своевременное выявление осложнений и оптимизацию тактики лечения. Данные заболевания не взаимоисключающие, наоборот, в некоторых наблюдаемых случаях они взаимоотягощали друг друга.

Для прогнозирования вида герниопластики и оптимизации выбора сетчатого имплантата среди существующих видов систем поддержки принятия решений выбрана экспертная система. В рамках исследования были проанализированы четыре различных типа хирургических сетчатых эндопротезов. В первую группу вошёл микропористый полипропиленовый имплантат Surgipro™ SPM (Medtronic, Ирландия). Вторая модель – макропористый монофиламентный полиэстеровый сетчатый имплантат Parietex™ Lightweight Monofilament Mesh (Medtronic, Ирландия). Третий образец – макропористый полифиламентный полиэстеровый эндопротез Parietex™ Hydrophilic 2-Dimensional Mesh (Medtronic, Ирландия). Четвертый тестируемый материал – полимерный имплантат на основе производных метакриловой кислоты с полипропиленовой армирующей сеткой «Реперен» (REP).

В рамках эксперимента была разработана оригинальная модель, имитирующая поведение сетчатых эндопротезов, устанавливаемых в области дефекта передней брюшной стенки под воздействием внутрибрюшного давления, что описано как работа ортотропной мембраны. Для испытаний применяли образцы прямоугольной формы размером 75×25 мм, вырезанные из каждого типа сетчатого имплантата. Механические испытания проводились с использованием видеоэкстензометра AVE (Instron) и испытательной машины Instron 5965, оснащённой тензометрическим датчиком с максимальной нагрузкой 500 Н. Во время тестирования образцы подвергались деформации со скоростью 0,0067 с<sup>-1</sup>, при этом соотношение длины базы деформирования к ширине составляло 0,35.

Для анализа вариантов лечения грыж при помощи нейросетей проведено ретроспективно-проспективное исследование 1566 пациентов, которые находились на лечении в хирургическом отделении Городской клинической больницы № 4. Все пациенты были разделены на две группы: ретроспективная (обучающая) группа – 1461 пациент, данные о которых взяты из медицинской информационной системы больницы. Также рандомно набрана проспективная (валидационная) группа из 105 пациентов, в которой в определении хирургической тактики вместе с оперирующим хирургом участвовало нейросетевое моделирование. Результаты нейросетевого моделирования сопоставлялись с экспертной оценкой оперирующего хирурга.

Для решения проблемы неоднородности данных были выбраны следующие подходы: язык регулярных выражений (Regex) и метод «мешок слов»

с предварительной лемматизацией. В результате работы алгоритмов получена таблица с 266 значениями для каждого пациента. В обучающей группе, состоящей из 1461 пациента, медиана возраста составила 57 лет (43–67 лет), при этом мужчин было 918 (62,80 %), а женщин 543 (37,20 %). Валидационная группа включала 105 пациентов, медиана возраста которых составила 56 лет (44–65 лет), из них 71 (67,62 %) мужчина и 34 (32,38 %) женщины.

В обеих группах преобладали заболевания сердечно-сосудистой системы – у 1118 (76,5 %) оперированных. Также у 316 (20,0 %) пациентов они осложнились хронической сердечной недостаточностью. У 1112 (94,92 %) пациентов зафиксированы сопутствующие заболевания органов гепатопанкреатобилиарной зоны, включающие хронический панкреатит, хронический холецистит и другие. Группы статистически полностью совпадали по перечню сопутствующих диагнозов.

Среди типов грыж в обеих группах преобладали паховые, пупочные и послеоперационные грыжи. В обучающей группе грыжи оперированы в плановом порядке в 1130 случаях (77,34 %), а в экстренном – 331 случае (22,66 %). В валидационной группе оперированы в плановом порядке 84 человека (80,0 %), экстренно – 21 (20,0 %).

На основе анализа литературных источников по использованию теории нечетких множеств и нейросетевых технологий при разработке медицинских систем для различных заболеваний (Абдухалимова З. К. и др., 2018; Коробова Л. А. и др., 2018; Оразбаев Б. Б., 2016; Пархоменко С. А. и др., 2018; Стрункин Д. Ю. и др., 2012) построена и обучена прогнозирующая модель для решения задачи определения технологии лечения для пациента  $i$ -го класса и задачи прогнозирования неблагоприятных событий. Для решения задач выбран язык программирования Python и библиотеки `sklearn`, `pandas`, `numpy`, `matplotlib`. В качестве платформы для вычислений выбран Google Colab.

При формулировке диагноза, определении показаний и противопоказаний к лечению при остром панкреатите руководствовались следующими нормативными и методическими документами: европейскими и российскими национальными клиническими рекомендациями, российскими медико-экономическими стандартами оказания квалифицированной помощи больным с диагнозом острый панкреатит, критериями качества оказания медицинской помощи.

Были проанализированы 426 историй болезни пациентов с острым и хроническим панкреатитом, проходивших лечение в хирургическом стационаре ГАУЗ ПК ГKB № 4 в период с 2012 по 2020 г. Всего выбран 21 показатель, который фигурировал при обследовании большинства больных острым панкреатитом.

Среди пролеченных пациентов в основном были мужчины – 277 (65,02 %), женщин – 149 (34,98 %). Также преобладали пациенты в возрасте 25–45 лет – 154 (36,15 %) мужчины и 43 (9,86 %) женщины.

При обследовании пациентов с вторичным распространенным перитонитом был осуществлен одноцентровый анализ, объединивший как рет-

роспективные, так и проспективные наблюдения за пациентами, перенесшими хирургическое вмешательство по поводу вторичного распространенного перитонита (ВРП) в ГАУЗ ПК «Городская клиническая больница № 4» г. Перми в период с 2016 по 2020 г. При расчетах минимально необходимого объема выборки по Lu et al. (2016), исходя из уровня статистической значимости 0,05 и мощности 80 %, минимально допустимый объем выборки для каждой из анализируемых групп составил 116 пациентов. Внутри каждой группы пациенты были дополнительно распределены на две подгруппы. К первой подгруппе относились больные без признаков абдоминального сепсиса (86 человек в группе наблюдения и 79 – в группе сравнения). Во вторую подгруппу вошли пациенты с диагностированным абдоминальным сепсисом (30 – в группе наблюдения и 37 – в группе сравнения).

Характеристики острых хирургических заболеваний органов брюшной полости, послуживших источником ВРП, представлены в Таблице 1. Диагностика основывалась на критериях III Международного консенсуса по сепсису и септическому шоку «Сепсис-3» (Руднов В. А. и др., 2016).

*Таблица 1 – Виды острых хирургических заболеваний органов брюшной полости, являющихся источником развития ВРП (n=232)*

Заболевание	Группа наблюдения		Группа сравнения	
	абс.	%	абс.	%
Острый аппендицит	30	37,05	27	34,18
Язвенная болезнь желудка/ДПК	32	50,23	39	63,74
ЗНО толстой кишки	16	31,98	12	28,15
Спаечная болезнь брюшной полости	9	16,98	7	11,74
Мезентериальный тромбоз	6	17,83	7	16,04
Дивертикулярная болезнь толстой кишки	6	11,32	5	12,08
Острый холецистит	3	3,49	2	2,53
Острая язва тонкой кишки	3	5,66	2	3,97
Ущемленная грыжа	2	4,49	1	1,27
Заворот тонкой кишки	2	2,33	3	3,49
Нетравматическая перфорация толстой кишки	1	3,33	1	2,70
Заворот сигмовидной кишки	1	1,16	1	1,27
ЗНО желудка	1	3,33	3	5,23
Послеоперационный перитонит	4	6,82	6	13,34
Итого	116		116	

Оценка ВБД проводилась на всех этапах хирургического лечения – в предоперационном, интраоперационном и раннем послеоперационном периодах. Для мониторинга внутрибрюшного давления у пациентов, находящихся в отделении реанимации, применялся оригинальный прибор динамического измерения ВБД (Патент № 2791696 от 6 декабря 2021 г.) в сочетании с программным обеспечением IAPPEE (Intraabdominal pressure program of expert examination, Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2021611514 от 29 января 2021 г.). Анализ данных, полученных в ходе измерения, осуществлялся автоматически: программа формировала графическое отображение динамики колебаний ВБД, что существенно повышало информативность мониторинга и позволяло оперативно выявлять изменения состояния пациента.

С целью выделения факторов риска эвентраций на базе ГАУЗ ПК ГKB № 4, проведено ретроспективное контролируемое рандомизированное исследование 120 пациентов, оперированных в 2013–2025 гг. Все пациенты были разделены на три группы: группу 1 ( $n=57$ ), в которой в раннем послеоперационном периоде было отмечено развитие эвентрации, группу 2 ( $n=41$ ), подобранную из медицинской информационной системы в случайном порядке, группу 3 ( $n=22$ ), которая являлась группой наблюдения. Группы были полностью сопоставимы по гендерному составу, возрасту, характеру и профилю патологии (Таблица 2).

*Таблица 2 – Характеристика пациентов с эвентрациями по группам*

<b>Параметр</b>	<b>Группа 1 (<math>n=57</math>)</b>	<b>Группа 2 (<math>n=41</math>)</b>	<b>Группа 3 (<math>n=22</math>)</b>
Гендерный состав	–	–	–
Мужчины	39 (68,4 %)	28 (68,3 %)	13 (59,1 %)
Женщины	18 (31,6 %)	13 (31,7 %)	9 (40,9 %)
Возраст больных (медиана, станд. откл.)	66,0 (57,0–74,0)	63,0 (53,0–70,0)	61,5 (45,5–68,5)
Профиль отделения	–	–	–
Онкология	21 (36,8 %)	15 (36,6 %)	9 (40,9 %)
Сердечно-сосудистая хирургия	7 (12,3 %)	7 (17,1 %)	0 (0,0 %)
Абдоминальная хирургия	28 (49,1 %)	18 (43,9 %)	12 (54,5 %)
Торакальная хирургия	1 (1,8 %)	1 (2,4 %)	1 (4,5 %)

В третьей группе применялся разработанный нами подход к ушиванию лапаротомной раны с учетом высокого риска эвентрации. После выполнения основного этапа операции апоневроз передней брюшной стенки

ушивался по оригинальной методике (Патент на шов № 2803132 от 15.02.2022). Перечень нозологических форм заболеваний представлен в Таблице 3. Пациенты трех групп были сопоставимы по полу, возрасту, характеру патологии.

*Таблица 3 – Перечень нозологических форм заболеваний пациентов трех групп*

<b>Нозологическая форма заболеваний</b>	<b>Группа 1 (n=57), абс. (%)</b>	<b>Группа 2 (n=41), абс. (%)</b>	<b>Группа 3 (n=22), абс. (%)</b>
ЖКБ	6 (5,36)	8 (7,14)	1 (0,89)
Атеросклероз	7 (6,25)	7 (6,25)	0 (0,0)
Спаечная болезнь	3 (2,68)	3 (2,68)	1 (0,89)
Острый аппендицит	0 (0,0)	1 (0,89)	0 (0,0)
Киста поджелудочной железы	1 (0,89)	1 (0,89)	0 (0,0)
Дивертикулярная болезнь толстой кишки	2 (1,79)	0 (0,0)	1 (0,89)
ЯБЖ	7 (6,25)	3 (2,68)	0 (0,0)
ЯБДПК	2 (1,79)	1 (0,89)	1 (0,89)
Грыжи	1 (0,89)	1 (0,89)	1 (0,89)
Травма живота	3 (2,68)	1 (0,89)	1 (0,89)
Ожирение	1 (0,89)	0 (0,0)	0 (0,0)
ЗНО кишки	19 (16,96)	13 (11,61)	4 (3,57)
ЗНО желудка	4 (3,57)	2 (1,79)	2 (1,79)
ЗНО БДС	1 (0,89)	0 (0,0)	0 (0,0)
ЗНО поджелудочной железы	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (1,79)

### **Статистическая обработка данных**

Обработка и анализ данных осуществлялись на аппаратной платформе Huawei Matebook 14 D под управлением операционной системы Windows 11. Использовались электронные таблицы LibreOffice Calc версии 24.8.7.2. Статистические расчеты, а также визуализация результатов выполнялись с использованием программных сред R в оболочке RStudio, jamovi (Jamovi V., 2021), Python версии 3.12.1.

Нормальность распределения подтверждалась с помощью критерия Шапиро – Уилка. При нормальном распределении данных в выборке рассчитывались средние значения с определением стандартной ошибки ( $M \pm m$ ), а статистическая значимость различий между группами устанавливалась с использованием  $t$ -критерия Стьюдента либо  $W$ -критерия Вилкоксона. При распределении, отличном от нормального, рассчитывались медиана ( $Me$ ) и межквартильный размах ( $P25, P75$ ), а для сравнения групп применялся  $U$ -критерий Манна – Уитни. Критический уровень значимости устанавливался на уровне  $p < 0,05$ . Для анализа взаимосвязи между количественными переменными использовался коэффициент корреляции Спирмена, таблицы сопряженности с применением точного критерия Фишера. При необходимости также проводилась оценка корреляции с помощью коэффициента Пирсона для количественных показателей с нарушением нормальности распределения. Сравнительный анализ между тремя и более группами осуществлялся с использованием критерия Краскела – Уоллиса для непрерывных переменных и  $\chi^2$ -теста для категориальных признаков, при этом уровень статистической значимости устанавливался на  $p < 0,05$ . Для последующей детальной интерпретации различий проводился Post-hoc-анализ: применялся тест Данна для непрерывных данных и точный критерий Фишера для категориальных переменных. Для создания моделей использовались логистическая регрессия, нормализация коэффициентов к общей шкале путем деления всех коэффициентов на абсолютное значение наименьшего коэффициента среди всех (по модулю). Валидация разработанных шкал проведена на независимой выборке пациентов или через кросс-валидацию. Для оценки результатов применения моделей оценивали результаты предсказаний наступлений событий методом ROC-анализа.

## РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Все применяемые в работе системы поддержки принятия врачебных решений объединены в общую модульную систему 2 (Рисунок 2). Начальным этапом ее функционирования является анализ входного клинического материала, физикальных, лабораторных и инструментальных результатов обследования поступающих хирургических пациентов, позволяющий выявить активную нозологию и направить соответствующие параметры в релевантный СППВР-модуль, где осуществлялась дальнейшая обработка.

На этапе обратной маршрутизации выходных данных модульная система агрегировала предоставленные СППВР оценки – тяжести состояния, тактики оперативного или консервативного лечения, уровня риска осложнений – и приводила их к унифицированному, стандартизованному формату, обеспечивающему их сопоставимость и возможность комплексной интерпретации. Это, в свою очередь, позволяет не только идентифицировать прямые патофизиологические взаимосвязи между различными

нозологиями, но и распознать перекрестные осложнения, в которых одно заболевание может выступать как провоцирующий фактор для развития другого (например, ущемленная грыжа как триггер перитонита, а последний – как причина эвентрации).



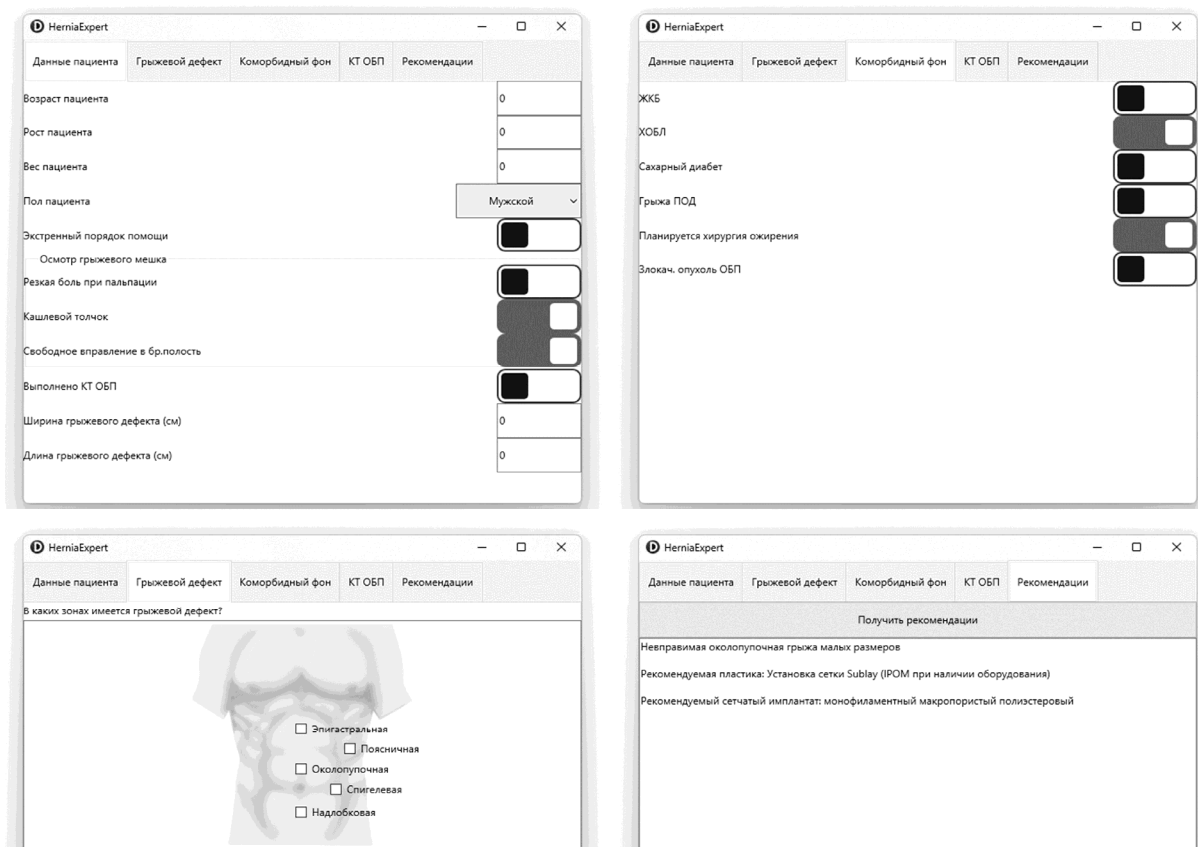
*Рисунок 2 – Модульная система обследования пациента абдоминального хирургического отделения при помощи мягких вычислений*

Таким образом, формировалась интегральная оценка суммарного риска развития осложнений как со стороны органов брюшной полости, так и передней брюшной стенки, основанная на совокупности данных, поступивших из всех активированных модулей. Принципиально важной функцией модульной СППВР становится формирование клинко-патофизиологической преемственности, позволяющей хирургу воспринимать пациента не как набор изолированных диагнозов, а как единый системный объект, в котором каждая патология может детерминировать другую. Подобный подход критически значим в условиях сочетанных и сопутствующих заболеваний и при необходимости проведения симультанных оперативных вмешательств.

### **Прогнозирующая модель выбора тактики лечения пациентов с грыжами передней брюшной стенки**

Первым этапом на основании обобщенных клинических наблюдений и результатов экспериментальных исследований была разработана детерминированная СППВР для выбора сетчатого имплантата (Рисунок 3).

Ее применение было протестировано на 77 больных с грыжами передней брюшной стенки. При определении лечебной тактики у пациентов с грыжами передней брюшной стенки учитывались рекомендации экспертной системы. Состояние больных отслеживалось в течение 30 дней послеоперационного периода. Программно-экспертная система продемонстрировала точность до 91 % при определении лечебной тактики у пациентов с грыжами передней брюшной стенки и 4,5 % сигналов ложного срабатывания.

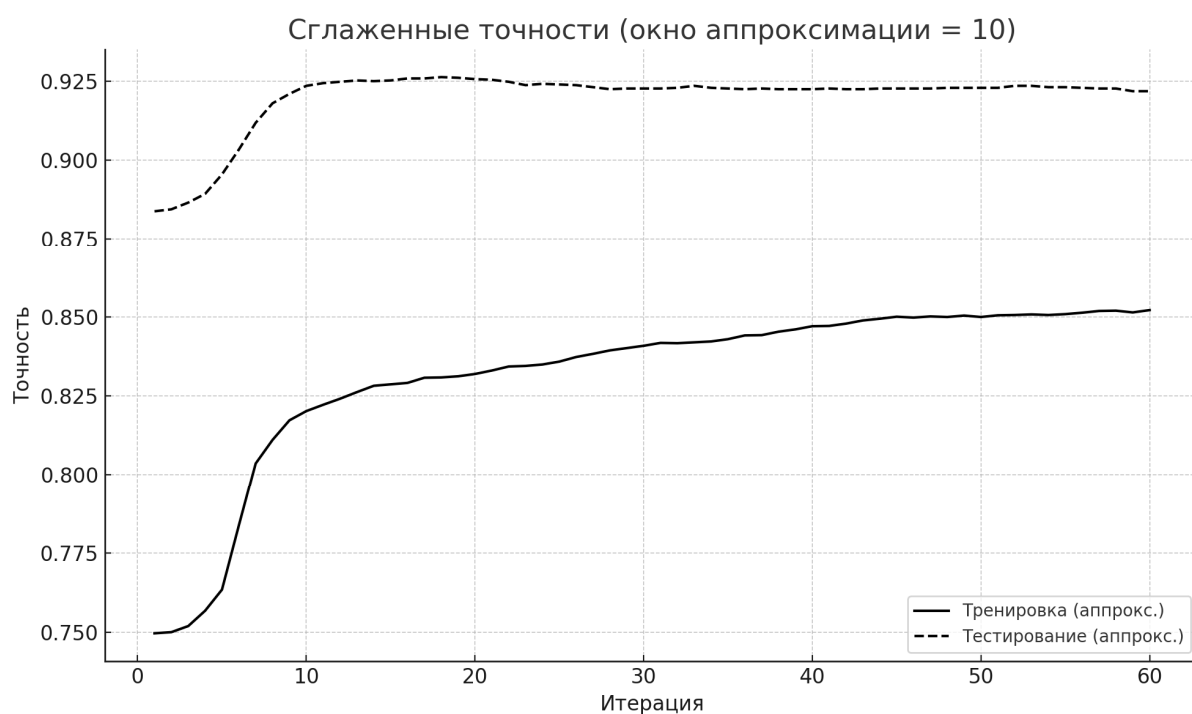


*Рисунок 3 – Интерфейс программы HerniaExpert. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019617699 от 29.05.2019 г.*

Вторым этапом построена и обучена нейросетевая СППВР на основе теории нечетких множеств, метода  $k$ -ближайших соседей (K-NN). Соответствие прогнозирования метода лечения примененному на практике методу было равно 76 %, что сопоставимо с результатами схожих СППВР при диагностике других заболеваний. При этом, согласно мнению экспертов-хирургов, по шкале Лайкерта для оставшихся 24 % был возможен выбор другого метода лечения. Мы считали недопустимым для систем поддержки принятия решений в медицине результат в 74–76 %, поэтому отказались от кластеризации, переформатировали базу данных пациентов, добавив в нее значения из МИС ГКБ № 4 до 1461, сформировали векторы

по 265 параметром для каждого пациента, а также оптимизировали ее путем ручной верификации данных. Для этого в базе данных был создан дополнительный столбик с вариантом хирургического лечения, который заполнялся экспертами по шкале Лайкерта и в соответствии с клиническими рекомендациями (Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2008; Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2021; Общероссийская общественная организация «Российское общество хирургов», Всероссийская общественная организация «Общество герниологов», 2024).

Нейронная сеть включала один скрытый слой из 100 нейронов и выходной слой, предназначенный для многоклассовой классификации. В качестве активационной функции для скрытого слоя использовался гиперболический тангенс ( $\tanh$ ), для выходного слоя применялась функция  $\text{softmax}$ . Функцией ошибки выступала кросс-энтропия. Гиперпараметры модели были настроены следующим образом: количество итераций – 60, скорость обучения ( $\alpha$ ) – 2. Данная настройка выбрана для оптимального баланса между сходимостью модели и временем обучения. График обучения с количеством аппроксимаций представлен на Рисунке 4. Благодаря проведенной верификации с экспертной оценкой вмешательств точность определения тактики составила 92 %.



*Рисунок 4 – График обучения нейросети с числом аппроксимаций 10, число итераций – 60*

## Экспертная система диагностики острого панкреатита

Одними из главных задач при создании СППВР диагностики степени тяжести острого панкреатита мы считали возможность его использования в лечебных учреждениях различной оснащенности и максимальную простоту для врача-хирурга (Рисунок 5). Для работы с программой врач-хирург вводил параметры в главное окно программы, с помощью которых происходила формулировка диагноза острого панкреатита со всеми имеющимися осложнениями.

The screenshot shows the MDAssistant software interface with the following data:

Клинические данные	Лабораторные данные	Инструментальные данные
ЧДД: 22	Креатинин: 120	<input checked="" type="checkbox"/> Уровни на рентг. бр.пол
Ч/з 48 ч: 16	Ч/з 48 ч: 70	<input type="checkbox"/> Жидк. в плевр полости
Адс: 100		<input type="checkbox"/> КТ: Панкреатический инфильтрат
Нарушение созн. <input type="checkbox"/> Через 48 часов <input type="checkbox"/>	Лейкоциты: 16	<input type="checkbox"/> КТ: Образование ПЖ
Иностр.подд. <input type="checkbox"/> Через 48 часов <input type="checkbox"/>	Билирубин: 40	<input checked="" type="checkbox"/> КТ: Некрозы железы
Температура тела: 38	Гемоглобин: 140	<input type="checkbox"/> КТ: Распространение за пределы ПЖ
ЧСС: 100		<input type="checkbox"/> КТ: Пузырьки воздуха в ПЖ
Сыпь на подошвах и ладонях <input type="checkbox"/>		
Признаки крови в стуле или рвоте <input type="checkbox"/>		
Запах алкоголя <input checked="" type="checkbox"/>		
Острый панкреатит впервые <input checked="" type="checkbox"/>		

**Сформулировать диагноз**

Острый панкреатит тяжелой степени. Панкреонекроз. Динамическая кишечная непроходимость. Желтуха смешанного генеза.

Рисунок 5 – Вид главного окна программы MDAssistant. Пациент П., 35 лет

Диагноз в приложении разделен на два раздела: основной и осложнения. Основной диагноз представлен ранжированием панкреатита по степеням тяжести. Во втором выбраны основные осложнения, в большинстве своем определяющие хирургическую тактику лечения пациента (Рисунок 6). При анализе степени тяжести острого панкреатита выявили, что преобладали пациенты с острым панкреатитом легкой степени тяжести – 306 (72 %) человек. Меньше всего пациентов было с острым панкреатитом средней степени тяжести, так как постановка такого диагноза в большинстве случаев происходила ретроспективно в случае появления положительной динамики по результатам лабораторных и клинических исследований в течение 48 суток.

Среди проведенного лечения преобладало консервативное ведение – у 290 (68,08 %) пациентов. Остальные были оперированы по жизненным

показаниям. Применение СППВР диагностики степени тяжести острого панкреатита было протестировано на 44 больных с клиникой острого панкреатита, на этапе поступления у которых потребовалось лечение в условиях ОРИТ.



Рисунок 6 – Степени тяжести острого панкреатита (n=426)

Перспективно у 15 (34 %) пациентов результат СППВР указывал на тяжелую степень острого панкреатита, что не совпало с данными первичной диагностики, когда тяжесть состояния обуславливалась соматическим статусом. Программно-экспертная система продемонстрировала точность до 91 % при определении тяжелого острого панкреатита и 4,5 % сигналов ложного срабатывания. Был проведен ROC-анализ чувствительности метода, коэффициент площади кривой находился в интервале 0,8–0,9, свидетельствуя о хорошей информативности диагностического метода (М. D. Assistant, свидетельство на программный продукт № 2017617070 от 23.06.2017).

### Система поддержки принятия решений в диагностике эвентраций

Для построения статистической СППВР оценки риска развития эвентрации на основе имеющихся предикторов следовали следующему плану:

- преобразовали исходы к двум: наличие эвентрации – значение «1» и ее отсутствие – значение «0»;
- произвели машинное разделение данных на обучающую и тестовую выборки (примерно 30 % пациентов, выбранные программой случайно в автоматическом режиме) для оценки производительности модели;
- обучили модель логистической регрессии;
- осуществили оценку производительности модели с помощью метрик классификации и анализа коэффициентов модели (Таблица 4).

Таблица 4 – Коэффициенты логистической регрессионной модели диагностики эвентраций

<b>Событие после первичной операции</b>	<b>Коэффициент</b>
Отсутствие релапаротомии	-0,186949
Выполненная одна релапаротомия и более	0,187273
Отсутствие ИОХВ	-0,967904
Развитие ИОХВ	0,968228
Отсутствие вторичного перитонита	-0,561115
Наличие вторичного перитонита	0,561440
Отсутствие абдоминального сепсиса	-0,254642
Наличие абдоминального сепсиса	0,254966
Отсутствие СПОН	0,201384
Наличие СПОН	-0,201060
Отсутствие ХОБЛ	-0,333692
Наличие ХОБЛ	0,334017
Число эритроцитов в ОАК	-0,347369
Число гемоглобина в ОАК	-0,021126
Число палочкоядерных лейкоцитов в ОАК	0,067603
Количество общего белка в биохимическом анализе крови	-0,018817
Количество альбумина в биохимическом анализе крови	-0,146570
Количество СРП в биохимическом анализе крови	0,001885

На тестовой выборке полученная СППВР смогла корректно идентифицировать 81 % пациентов с имеющимися эвентрациями и 79 % без эвентраций. При помощи полученных рисков и рассчитанных пороговых значений при помощи языка программирования python и библиотеки kivy написано кросс-платформенное приложение для OS Windows и Android. Данное приложение использовалось для определения группы пациентов, которым требуются дополнительные мероприятия по профилактике эвентраций (Рисунок 7).

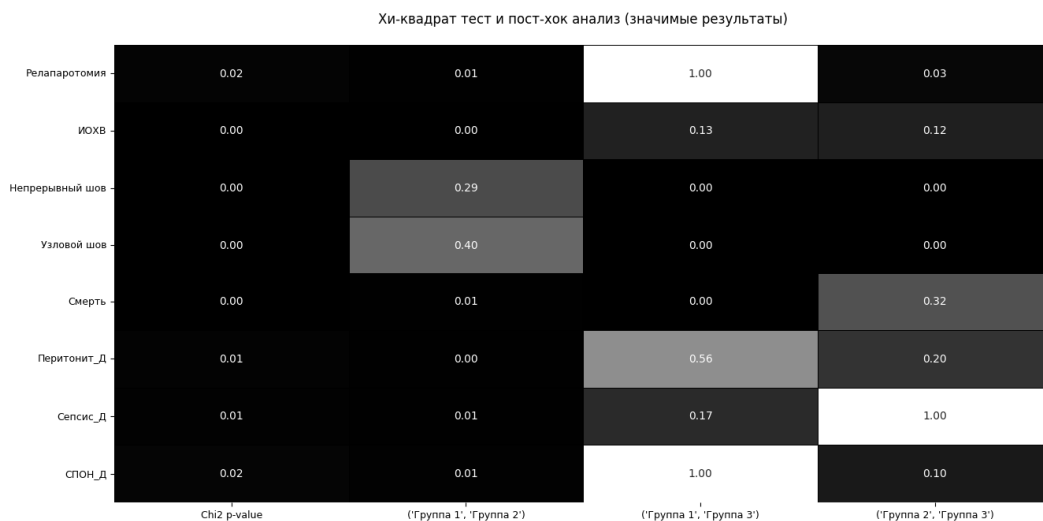
В ходе анализа предоперационных факторов риска эвентраций выявлено, что по характеру поступления в стационар группы не отличались ( $p=0,83$ ). Данные о среднем индексе массы тела (ИМТ), наличии анемии, хронической обструктивной болезни легких, сахарного диабета, среди сопутствующих заболеваний на момент поступления в группах не отличались

( $p=0,29$ ;  $p=0,23$ ;  $p=0,53$ ;  $p=0,88$  соответственно). Среднее время оперативного вмешательства в группах было идентичным, а в группе 3 составило 172,5 мин (диапазон 108,75–208,75 мин) ( $p=9,23E-01$ ). Развитие эвентрации также не зависело от доступа во всех трех группах: срединная лапаротомия была выполнена у 12 (10,71 %) человек в группе 3 ( $p=7,07E-01$ ), латеральная лапаротомия – у одного (0,89 %) пациента в группе 3 ( $p=3,33E-01$ ).

*Рисунок 7 – Интерфейс программы оценки риска развития эвентрации после лапаротомии RiskAssesment*

Проанализированы методы ушивания лапаротомной раны. Применение непрерывного шва апоневроза достоверно различалось между всеми тремя группами и такой шов использован у 25 (22,32 %) пациентов в группе 1, у 13 (11,61 %) – в группе 2 и у всех 22 (100 %) – в группе 3,  $p=4,83E-05$ . Узловой шов апоневроза был использован у 32 (28,57 %) пациентов в группе 1, у 27 (24,11 %) – в группе 2,  $p=8,64E-05$ . Формирование толстокишечных стом при операции было выполнено у 13 (11,61 %) пациентов в группе 1, у 8 (7,14 %) – в группе 2 и у 3 (2,68 %) – в группе 3, без статистически значимых различий,  $p=9,26E-01$ .

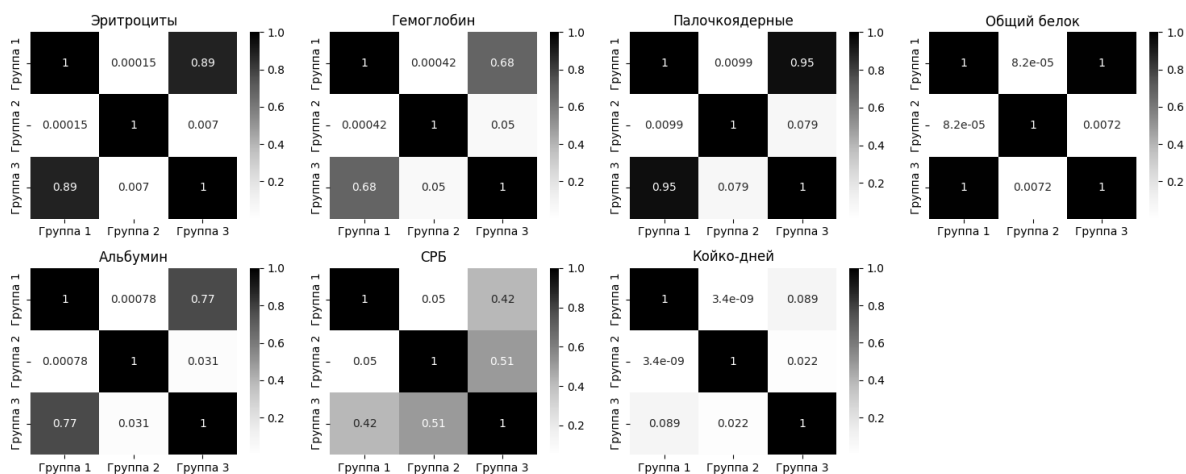
При проведении Post-hoc-анализа качественных переменных выявлены существенные различия между группами в релапаротомии, ИОХВ, непрерывном и узловом швах, смерти, перитоните, сепсисе и СПОН (Рисунок 8).



*Рисунок 8 – Данные Post-хок-анализа значимых результатов основных качественных факторов риска развития эвентраций*

В группе 3 благодаря использованию оригинального непрерывного шва апоневроза было выполнено достоверно меньшее число релапаротомий после первичной операции, достоверно меньшее количество инфекции области хирургического вмешательства и, как следствие, реже развивались сепсис и перитонит, летальность была сопоставима с таковой в группе 2.

В результате Post-хок-анализа количественных данных получены следующие данные (Рисунок 9). Группа 3 по основным лабораторным параметрам – количеству эритроцитов, гемоглобину, палочкоядерным нейтрофилам, альбумину – не отличалась от группы 1, тогда как различия между группой 2 и группами 1 и 3 были достоверными. При этом в группе 3 эвентрации в послеоперационном периоде не развивались.



*Рисунок 9 – Данные Post-хок-анализа значимых результатов основных количественных факторов риска развития эвентраций*

Применение авторской методики ушивания апоневроза передней брюшной стенки у группы пациентов с высоким риском развития эвентраций на основании регрессионной СППВР позволило уменьшить число инфекции области хирургического вмешательства, абдоминального сепсиса, а также успешно профилактировать развитие эвентраций после операций на органах брюшной полости.

### **Экспертная система поддержки принятия врачебных решений в лечении пациентов с перитонитом**

На основании проведенных клинических и экспериментальных исследований предложен алгоритм выбора варианта хирургического лечения ВРП, прогнозирования и профилактики ранних послеоперационных осложнений с учетом тяжести состояния пациента, тяжести течения перитонита, степени интраабдоминальной гипертензии (ИАГ), состава перитонеального экссудата.

Произведена оценка влияния значений показателя С-реактивного белка (СРП) и прокальцитонина у пациентов с ВРП, осложненным абдоминальным сепсисом, на возникновение летального исхода. Проведен анализ с использованием метода логистической регрессии для оценки влияния медианных уровней СРП (CRP\_MEDIAN) и прокальцитонина (PCT\_MEDIAN) на исход лечения пациентов с абдоминальным сепсисом.

Для анализа были использованы следующие модельные параметры:

- Константа модели (Intercept) составила -9,69922, что соответствовало базовому логиту смертности при нулевых значениях СРП и прокальцитонина. Для СРП коэффициент был равен 0,01876 при увеличении данного показателя на единицу. Для прокальцитонина составил 0,49165, демонстрируя увеличение логита смерти на 0,49165 при повышении уровня прокальцитонина на единицу.

Для CRP\_MEDIAN ( $z = 1,046$ ;  $p = 0,2956$ ) связь с исходом оказалась статистически не значимой на уровне 0,05, а для PCT\_MEDIAN ( $z = 2,116$ ;  $p = 0,0343$ ) была выявлена статистически значимая связь. Нулевое и остаточное отклонение позволили оценить качество подгонки модели. Критерий информативности Акаике (AIC) составил 16,412, что является показателем соотношения информативности модели и ее сложности.

Установлено, что математическая модель биномиальной логистической регрессии, учитывающая оба показателя одновременно, имела высокую достоверность ( $p < 0,01$ ), а при достижении по результатам лабораторной диагностики уровня С-реактивного белка 161,87 мг/л в сочетании с концентрацией прокальцитонина 17,80 нг/мл повышает вероятность неблагоприятного исхода хирургического лечения до 88 %

(Рисунок 10). Площадь под ROC-кривой (AUC) составила 0,9809, что указывает на высокую диагностическую точность рассматриваемых биомаркеров (Рисунок 11).

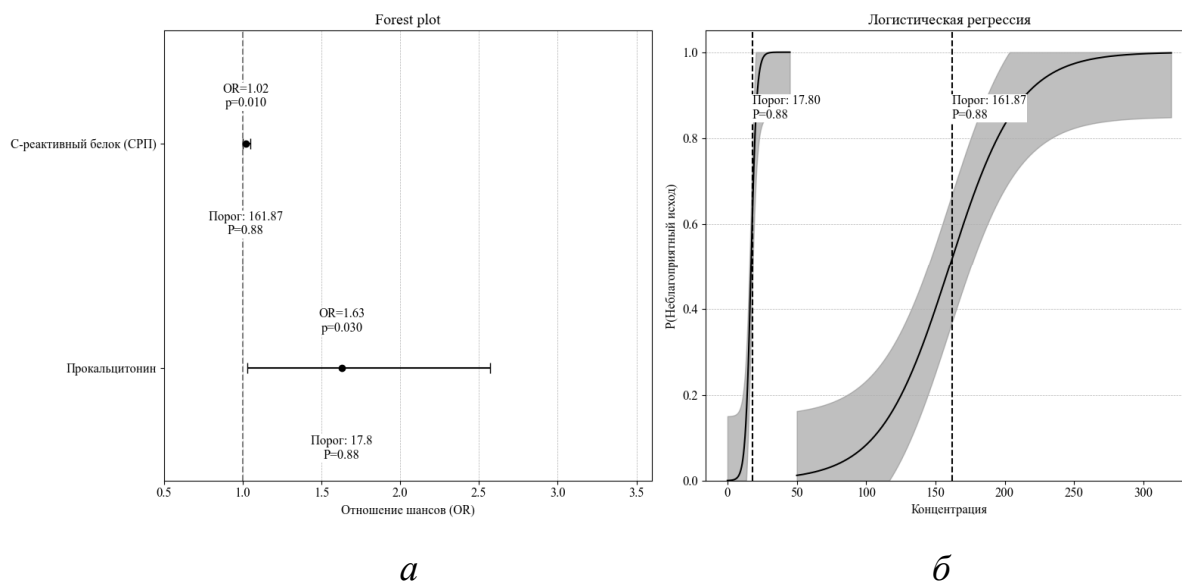


Рисунок 10 – Диаграмма доверительных интервалов (а) и график предельных значений уровней (б) СРП и прокальцитонина

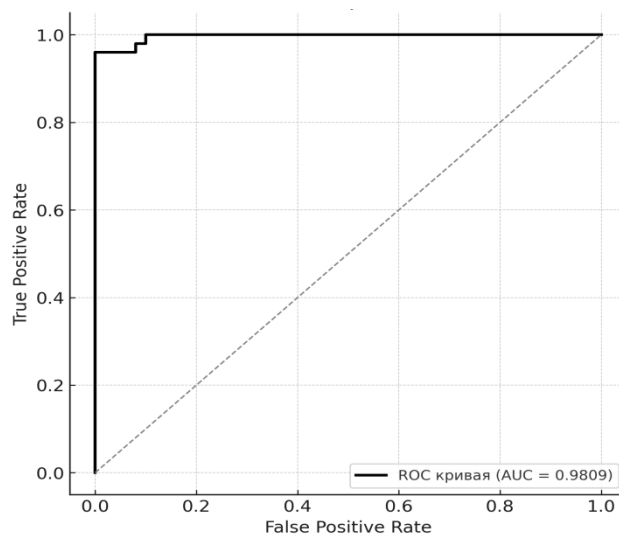


Рисунок 11 – Результаты проведенного ROC-анализа метода предсказания исхода лечения сепсиса

На основании полученных данных разработана гибридная СППВР «Ассистент экстренного хирурга» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024660141 от 02.05.2024) (Рисунок 12). Программа включала в себя 16 вопросов с различными вариантами ответов (от двух до четырех).

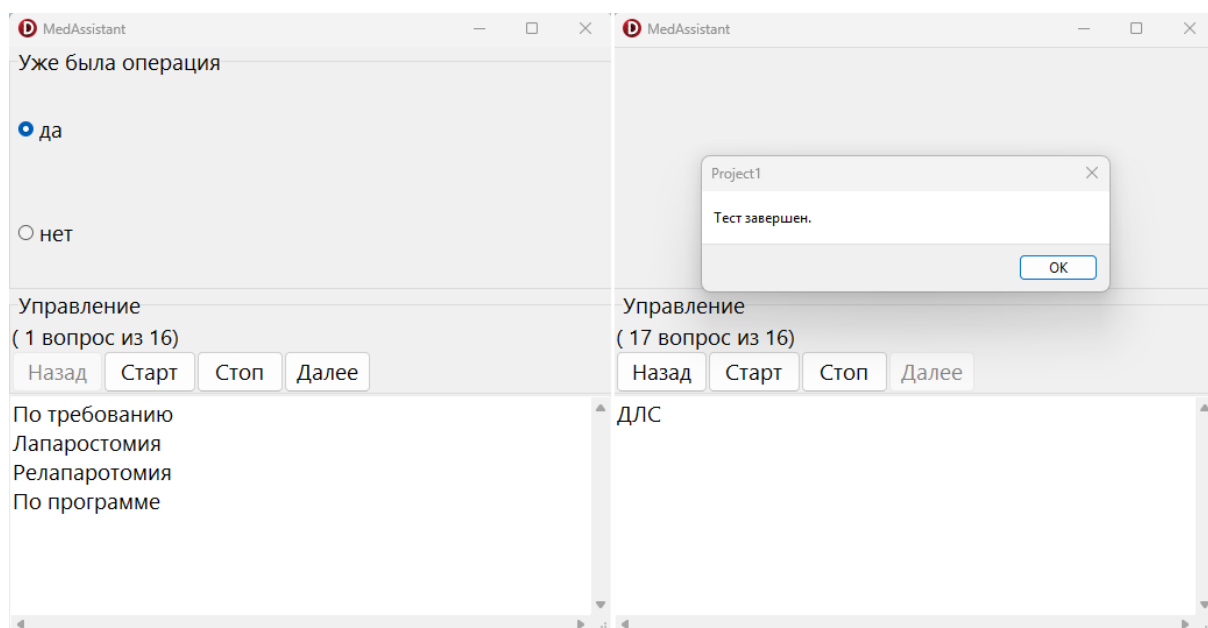


Рисунок 12 – Интерфейс программы «Ассистент экстренного хирурга»

В группе наблюдения ( $n=116$ ) выбор лечебной тактики проводился с учетом результатов работы СППВР «Ассистент экстренного хирурга». Осложнения у пациентов без абдоминального сепсиса представлены в Таблице 5, у них ни разу не определялись несостоятельность межкишечного анастомоза и третичный перитонит, в отличие от пациентов с сепсисом (Таблица 6).

Таблица 5 – Структура ранних послеоперационных осложнений у пациентов с ВРП без сепсиса

Осложнение	Группа наблюдения, абс. (%)	Группа сравнения, абс. (%)
Эвентрация	3 (3,49)	11 (13,92)
Острая язва тонкой кишки	1 (1,16)	1 (1,27)
Несостоятельность ушитого перфорационного отверстия	2 (2,33)	3 (3,80)
Ранняя спаечная кишечная непроходимость	2 (2,33)	3 (3,80)
Внутрибрюшное кровотечение	0 (0,00)	1 (1,27)
Пневмония	3 (3,49)	3 (3,80)
Тромбоэмболия легочной артерии	2 (2,33)	2 (2,53)

Таблица 6 – Структура ранних послеоперационных осложнений у пациентов с ВРП и абдоминальным сепсисом

Осложнение	Группа наблюдения, абс. (%)	Группа сравнения, абс. (%)
Эвентрация	1 (3,33)	4 (10,81)
Острая язва тонкой кишки	2 (6,67)	5 (13,51)
Несостоятельность межкишечного анастомоза	4 (13,33)	4 (10,81)
Несостоятельность ушитого перфорационного отверстия	1 (3,33)	2 (5,41)
Третичный перитонит	1 (3,33)	8 (21,62)
Ранняя спаечная кишечная непроходимость	4 (13,33)	4 (10,81)
Внутрибрюшное кровотечение	2 (6,67)	2 (5,41)
Пневмония	4 (13,33)	5 (13,51)
Тромбоэмболия легочной артерии	0 (0,00)	1 (2,70)

Летальность у пациентов без абдоминального сепсиса в группе наблюдения составила 10 (11,63 %) пациентов, в группе сравнения – 13 (16,46 %) человек ( $p=0,371$ ). Летальность у пациентов с абдоминальным сепсисом в группе наблюдения составила 19 (63,33 %) пациентов, в группе сравнения – 34 (91,89 %) человек ( $p=0,004$ ). Общая летальность в группе наблюдения составила 29 (25,00 %) пациентов, в группе сравнения – 47 (40,52 %) человек ( $p=0,012$ ).

Внедрение предложенной программной экспертной системы поддержки принятия врачебных решений в выборе типа первичных и повторных оперативных вмешательств при ВРП позволило достоверно снизить показатели общей летальности с 40,52 до 25,00 % и летальности среди пациентов с абдоминальным сепсисом с 91,89 до 63,33 %.

## ВЫВОДЫ

1. Разработанная модульная система поддержки принятия врачебных решений на основе регрессионного и нейросетевого анализа позволила прогнозировать ранние осложнения после операций на органах брюшной полости.

2. Разработанный способ прогнозирования и профилактики эвентраций после лапаротомии позволил снизить количество случаев инфекции

области хирургического вмешательства с 31,25 до 4,46 % и предотвратить развитие эвентраций.

3. Созданная гибридная система поддержки принятия врачебных решений на основе результатов испытаний сетчатых имплантатов и нейросетевой модели с учетом 266 индивидуальных показателей клинических, лабораторных и инструментальных данных пациентов с грыжами передней брюшной стенки обеспечила 92 % совпадений с референсными экспертными решениями по выбору способа герниопластики.

4. Система поддержки принятия врачебных решений на основе экспертной системы в диагностике степени тяжести острого панкреатита и формулировании диагноза позволила выделить валидную группу острого панкреатита средней степени тяжести с точностью 91 и 4,5 % ложно-положительных срабатываний ( $AUC\ ROC = 0,8-0,9$ ), а проведение метаболической терапии в этой группе с последующим мониторингом микроциркуляции выявило достоверное снижение степени тяжести эндотелиальной дисфункции на 2-й и 3-й дни метаболической терапии ( $p < 0,02$ ).

5. При вторичном распространенном перитоните созданная система поддержки принятия врачебных решений, использующая контроль уровня ВБД каждые 6 часов, подсчет баллов ПИР каждые 24 часа, пороги СРБ  $> 161,87$  мг/л и прокальцитонина  $> 17,80$  нг/мл, позволила раньше выявлять высокий риск послеоперационных осложнений и неблагоприятного исхода при вторичном распространенном перитоните, что в сочетании с оптимальной тактикой хирургического лечения позволило снизить показатели летальности у пациентов без абдоминального сепсиса с 16,46 до 11,63 % ( $p = 0,371$ ) и летальности среди пациентов с абдоминальным сепсисом с 91,89 до 63,33 % ( $p = 0,004$ ).

6. Клиническая оценка эффективности разработанных систем поддержки принятия врачебных решений показала диагностическую точность 91–92 %, совпадение решений врача с экспертной оценкой при лечении грыж увеличилось с 62,2 до 82,0 %, а внедрение алгоритмов прогнозирования и профилактики осложнений сопровождалось уменьшением общей летальности при вторичном распространенном перитоните с 40,52 до 25,00 % и полным предотвращением случаев эвентрации.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Использование в абдоминальной хирургии предложенной модульной СППВР у пациентов с острым панкреатитом, грыжами живота и осложнениями в виде эвентраций и распространенного перитонита в сочетании с абдоминальным сепсисом, включающего современные методы оценки эндотелиальной дисфункции и автоматизированную обработку данных с применением моделей машинного обучения, позволяет выбрать

оптимальную хирургическую тактику, спрогнозировать возможные осложнения и своевременно скорректировать лечебную тактику.

2. Пациентам с заболеваниями органов брюшной полости, которым планируется проведение операции лапаротомным доступом, рекомендуется использовать СППВР для оценки риска развития эвентрации в раннем послеоперационном периоде.

3. Всем пациентам с высоким риском эвентрации показано ушивание апоневроза передней брюшной стенки двумя петлевыми нитями PDS Plus 0 с антибактериальным покрытием по технологии small bytes с двух сторон раны с захватом брюшины и мышечно-апоневротического слоя, завязывая анкерный узел через каждые 5–6 см и в середине раны, далее после прохождения центра раны наложение второго слоя с захватом латеральной границы белой линии и влагалища прямой мышцы живота в обоих направлениях.

4. Всем пациентам с острым панкреатитом рекомендуется оценка степени тяжести при помощи детерминированной СППВР Medical Disease Assistant для выбора адекватной тактики лечения, а также правильной формулировки диагноза.

5. Пациентам с острым панкреатитом средней степени тяжести рекомендуется диагностика эндотелиальной дисфункции современными скрининговыми методами.

6. Метаболическая терапия пациентам с острым панкреатитом средней степени тяжести может уменьшить развитие эндотелиальной дисфункции как патогенетического звена развития панкреонекроза.

7. В раннем послеоперационном периоде всем больным с вторичным распространенным перитонитом рекомендуется проведение динамического измерения внутрибрюшного давления при помощи аппаратно программного комплекса и регистрации графика его изменения при помощи программы “IAPPEE” Intraabdominal pressure program of expert examination.

8. Для оценки изменения состояния пациентов с вторичным распространенным перитонитом и определения тактики хирургического лечения рекомендуется использование статистически детерминированной СППВР «Ассистент экстренного хирурга», включающую значения концентрации СРП (более 161,87 мг/л) и прокальцитонина (более 17,80 нг/мл) на ранних этапах госпитализации.

9. Использование гибридной СППВР у пациентов с грыжами передней брюшной стенки позволяет учесть 266 физикальных, лабораторных и инструментальных показателей пациента и осуществить персонафицированный подход к выбору способа герниопластики и варианта размещения сетчатого имплантата.

10. Пациентам с первичными вентральными грыжами или послеоперационными грыжами размерами до 10 см следует применять полиэстеровый макропористый сетчатый имплантат.

11. Пациентам с первичными или рецидивными грыжами более 10 см, на фоне ожирения III стадии, птоза брюшной стенки показано применение полипропиленового микропористого или полифиламентного полиэстерового макропористого имплантатов.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В перспективе планируется проведение многоцентровых исследований с расширением клинической базы для повышения воспроизводимости и обоснованности разработанных моделей в различных медицинских учреждениях; создание дополнительных экспертных систем-модулей по другим нозологиям для единой системы поддержки принятия врачебных решений для прогнозирования и профилактики осложнений у пациентов с абдоминальной хирургической патологией.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Список работ, опубликованных в журналах, рекомендуемых ВАК Министерства образования и науки РФ и входящих в МБД

1. Самарцев, В. А. Дифференцированное применение однорядного шва в абдоминальной хирургии для профилактики хирургической инфекции / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, А. Г. Кучумов. – Текст : непосредственный // Новости хирургии. – 2013. – Т. 21, № 6. – С. 38–46. – DOI 10.18484/2305-0047.2013.6.38. – EDN RTABLV (МБД).
2. Самарцев, В. А. Ушивание срединных лапаротомных ран: современное состояние проблемы / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**. – Текст : непосредственный // Хирургическая практика. – 2013. – № 2. – С. 10–14. – EDN RTPHAL (К-3).
3. Мини-лапаротомные технологии в диагностике и лечении послеоперационных интраабдоминальных осложнений / В. А. Самарцев, П. Я. Сандаков, Ю. Б. Бусырев, С. И. Зинец, А. С. Осокин, **В. А. Гаврилов**. – Текст : непосредственный // Пермский медицинский журнал. – 2013. – Т. 30, № 5. – С. 60–66. – EDN RJMFID (К-2).
4. Исследование микрорельефа и измерение механического отклика современных биополимерных шовных материалов при наноиндентировании / А. Г. Кучумов, В. Н. Солодько, В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, Е. С. Чайкина. – Текст : непосредственный // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Математика. Механика. Информатика. – 2013. – Т. 13, № 2–1. – С. 69–77. – DOI 10.18500/1816-9791-2013-13-2-1-69-77. – EDN SJJAYT (К-1).

5. Modelling of the pathological bile flow in the duct with a calculus / A. G. Kuchumov, Y. I. Nyashin, V. A. Samarcev, **V. A. Gavrilov**. – Текст : непосредственный // Acta of Bioengineering and Biomechanics. – 2013. – Vol. 15, no. 4. – P. 9–17. – DOI 10.5277/abb130402. – EDN SLLOLT (МБД).

6. Non-Newtonian flow of pathological bile in the biliary system: experimental investigation and CFD simulations / A. G. Kuchumov, V. Gilev, V. Popov, V. Samartsev, **V. Gavrilov**. – Текст : непосредственный // Korea-Australia Rheology Journal. – 2014. – Vol. 26, № 1. – P. 81–90. DOI: 10.1007/s13367-014-0009-1 (МБД).

7. Самарцев, В. А. Sutures in abdominal surgery: biomechanical study and clinical application / В. А. Самарцев, А. Г. Кучумов, **В. А. Гаврилов**. – Текст : непосредственный // Central European Journal of Medicine. – 2014. – Т. 9, № 6. – P. 849–859. DOI: 10.2478/s11536-013-0334-7 (МБД).

8. Frequency and temperature dependence of skin bioimpedance during a contralateral cold test / S. Podtaev, K. Tsiberkin, D. Nikolaev, V. Samartsev, **V. Gavrilov**. – Текст : непосредственный // Physiological Measurement. – 2015. – Vol. 36, no. 3. – P. 561–577. – DOI 10.1088/0967-3334/36/3/561. – EDN UFKVML (МБД).

9. Словииков, С. В. Методология определения механических характеристик атравматических дугообразных медицинских игл / С. В. Словииков, В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**. – Текст : непосредственный // Российский журнал биомеханики. – 2016. – Т. 20, № 3. – С. 249–256. – DOI 10.15593/RZhBiomeh/2016.3.05. – EDN XBEAZL (К-2).

10. Противоспаечные барьеры в абдоминальной хирургии: современное состояние проблемы / В. А. Самарцев, М. В. Кузнецова, **В. А. Гаврилов**, М. П. Кузнецова, А. А. Паршаков. – Текст : непосредственный // Пермский медицинский журнал. – 2017. – Т. 34, № 2. – С. 87–93. – EDN YLOSLB (К-2).

11. Задняя сепарационная герниопластика TAR при послеоперационных вентральных грыжах W3 / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, А. А. Паршаков, М. В. Кузнецова. – Текст : непосредственный // Пермский медицинский журнал. – 2017. – Т. 34, № 1. – С. 35–42. – EDN XYGOLV (К-2).

12. Оценка биомеханических свойств современных хирургических сетчатых имплантатов: экспериментальное исследование / В. А. Самарцев, В. Э. Вильдеман, С. В. Словииков, **В. А. Гаврилов**, А. А. Паршаков, М. П. Кузнецова, А. Ю. Сидоренко. – Текст : непосредственный // Российский журнал биомеханики. – 2017. – Т. 21, № 4. – С. 441–447. – DOI 10.15593/RZhBiomeh/2017.4.11. – EDN YMCSQP (К-2).

13. Паршаков, А. А. Профилактика осложнений в хирургии послеоперационных грыж передней брюшной стенки: современное состояние проблемы (обзор) / А. А. Паршаков, **В. А. Гаврилов**, В. А. Самарцев. – Текст : непосредственный // Современные технологии в медицине. –

2018. – Т. 10, № 2. – С. 175–186. – DOI 10.17691/stm2018.10.2.21. – EDN USWBNR (МБД).

14. Спаечная болезнь брюшной полости: состояние проблемы и современные методы профилактики / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, Б. С. Пушкарев, А. А. Паршаков, М. П. Кузнецова, М. В. Кузнецова. – Текст : непосредственный // Пермский медицинский журнал. – 2019. – Т. 36, № 3. – С. 72–90. – DOI 10.17816/pmj36372-90. – EDN UUVYOH (К-2).

15. Профилактика раневых инфекционных осложнений после герниопластики сетчатыми протезами: экспериментально-клиническое исследование / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, А. А. Паршаков, М. В. Кузнецова. – Текст : непосредственный // Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б. В. Петровского. – 2020. – Т. 8, № 1 (27). – С. 12–21. – DOI 10.33029/2308-1198-2020-8-1-12-21. – EDN BIAWUR (К-2).

16. Влияние хирургического гемостатического препарата «Гемоблок»<sup>TM</sup> на бактериальную колонизацию *in vitro* / М. В. Кузнецова, А. А. Паршаков, М. П. Кузнецова, Е. В. Афанасьевская, **В. А. Гаврилов**, В. А. Самарцев. – Текст : непосредственный // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2020. – Т. 22, № 1. – С. 67–70. – DOI 10.36488/смас.2020.1.67-70. – EDN LIZUJJ (К-1).

17. Самарцев, В. А. Синдром интраабдоминальной гипертензии: современное состояние проблемы / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, Б. С. Пушкарев. – Текст : непосредственный // Хирургическая практика. – 2020. – № 2 (42). – С. 35–42. – DOI 10.38181/2223-2427-2020-2-35-42. – EDN ZZQYIF (К-3).

18. Факторы риска периоперационных осложнений у пациентов с грыжами передней брюшной стенки (обзор) / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, А. А. Паршаков, М. А. Канаева. – Текст : непосредственный // Хирургическая практика. – 2020. – № 3. – С. 5–10. – DOI 10.38181/2223-2427-2020-3-5-10 (К-3).

19. Improving the effectiveness of using contemporary materials in abdominal surgery based on interdisciplinary approach / V. A. Samartsev, A. G. Kuchumov, Y. I. Nyashin, **V. A. Gavrilov**, A. A. Parshakov. – Текст : электронный // International Journal of Advanced Science and Technology. – 2020. – Vol. 29, no. 7. – P. 1909–1923. – URL: <http://serisc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/17114> (МБД).

20. Факторы риска развития эвентрации в абдоминальной хирургии / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, М. В. Кузнецова, М. П. Кузнецова. – Текст : непосредственный // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2020. – № 10. – С. 68–72. – DOI 10.17116/hirurgia202010168. – EDN JLHHZF (К-1).

21. Сравнительные результаты бактериального исследования перитонеального экссудата при вторичном распространенном перитоните /

В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, М. П. Кузнецова, Е. В. Афанасьевская, Б. С. Пушкарев. – Текст : непосредственный // Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б. В. Петровского. – 2021. – Т. 9, № 4 (34). – С. 111–117. – DOI 10.33029/2308-1198-2021-9-4-111-117. – EDN BTVNEL (К-2).

22. Симультанное хирургическое вмешательство у пациентки с послеоперационной вентральной грыжей W3 и высоким операционным риском. Клинический случай / В. А. Самарцев, А. А. Паршаков, **В. А. Гаврилов**, И. П. Жилина. – Текст : непосредственный // Хирургическая практика. – 2022. – № 3 (45). – С. 70–77. – DOI 10.38181/2223-2427-2022-3-70-77. – EDN VKNOVJ (К-3).

23. Диагностика и коррекция нарушений микроциркуляции и эндотелиальной дисфункции в комплексной терапии острого панкреатита антиоксидантными препаратами / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, С. Ю. Подтаев, Б. С. Пушкарев, А. А. Домрачев, А. Ю. Сидоренко. – Текст : непосредственный // Пермский медицинский журнал. – 2022. – Т. 39, № 3. – С. 63–72. – DOI 10.17816/pmj39363-72. – EDN RGFDEB (К-2).

24. Симультанные операции в хирургической гастроэнтерологии и герниологии: профилактика и прогнозирование осложнений / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, А. А. Паршаков, М. П. Кузнецова, Б. С. Пушкарев. – Текст : непосредственный // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2023. – № 6 (214). – С. 79–83. – DOI 10.31146/1682-8658-esg-214-6-79-83. – EDN FFODLV (МБД).

25. Клинический случай лечения послеоперационного пареза кишечника при вторичном распространенном перитоните / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, М. П. Кузнецова, А. А. Домрачев, Б. С. Пушкарев. – Текст : непосредственный // Пермский медицинский журнал. – 2023. – Т. 40, № 4. – С. 120–126. – DOI 10.17816/pmj404120-126. – EDN YBPUWB (К-2).

26. Периоперационная профилактика осложнений в хирургии вентральных грыж / В. А. Самарцев, А. А. Паршаков, **В. А. Гаврилов**, М. В. Кузнецова. – Текст : непосредственный // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2023. – № 8. – С. 40–45. – DOI 10.17116/hirurgia202308140. – EDN EHLENU (К-1).

27. Клинический случай этапного комбинированного лечения пациента с инфицированным панкреонекрозом и его ранними и поздними осложнениями / В. А. Самарцев, А. А. Домрачев, **В. А. Гаврилов**, Д. Ю. Соcнин, Р. А. Степанов, А. А. Паршаков, А. С. Кобелева. – Текст : непосредственный // Пермский медицинский журнал. – 2024. – Т. 41, № 3. – С. 143–152. – DOI 10.17816/pmj413143-152. – EDN SSPVKF (К-2).

28. Современные подходы к диагностике и оперативному лечению пациентов с острой обтурационной кишечной непроходимостью / В. А. Са-

марцев, Б. С. Пушкарев, **В. А. Гаврилов**, А. А. Паршаков, М. П. Кузнецова, А. А. Домрачев. – Текст : непосредственный // Вестник хирургии им. И. И. Грекова. – 2024. – Т. 183, № 6. – С. 35-43. – DOI 10.24884/0042-4625-2024-183-6-35-43. – EDN XYIGOI (МБД).

29. Прогнозирование и профилактика развития эвентраций после лапаротомии / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, М. П. Кузнецова, Б. С. Пушкарев, А. А. Домрачев. – Текст : непосредственный // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2025. – № 1. – С. 47–53. – DOI 10.17116/hirurgia202501147. – EDN JGAKZM (К-1).

### Список работ, опубликованных в других изданиях

1. Профилактика инфекции области хирургического вмешательства в абдоминальной хирургии / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, А. А. Паршаков, А. Ю. Сидоренко. – Текст : непосредственный // Харизма моей хирургии. – 2018. – С. 238–241.

2. Опыт использования задней сепарационной герниопластики TAR у пациентов с послеоперационными грыжами W3 / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, А. А. Паршаков, М. В. Кузнецова. – Текст : непосредственный // Харизма моей хирургии. – 2018. – С. 318–321.

3. Дифференцированный выбор сетчатых имплантатов в герниологии с учетом их механических и анизотропных свойств / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, В. Э. Вильдеман, А. А. Паршаков. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы медицины. Инновационные технологии в хирургии. – 2018. – С. 134–137.

4. Биоэтика и современные информационные и хирургические технологии в герниологии / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, А. А. Паршаков, М. В. Кузнецова. – Текст : непосредственный // Современный мир, актуальные вопросы биоэтики, молекулярной и персонализированной медицины : сборник материалов Международного евро-азиатского конгресса по вопросам биоэтики, молекулярной и персонализированной медицины Biomed-inn-2019, Пермь, 05–08 ноября 2019 года / под ред. И. П. Корюкиной, Ю. В. Каракуловой, В. Ю. Мишланова, Е. Г. Фурмана. – Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2019. – С. 147–152. – EDN EVWKZI.

5. Самарцев, В. А. Биоэтика и нейросетевые технологии в комплексном лечении острого панкреатита / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, А. Ю. Сидоренко. – Текст : непосредственный // Современный мир, актуальные вопросы биоэтики, молекулярной и персонализированной медицины : сборник материалов Международного евро-азиатского конгресса по вопросам биоэтики, молекулярной и персонализированной медицины Biomed-inn-2019, Пермь, 05–08 ноября 2019 года / под ред. И. П. Корюки-

ной, Ю. В. Каракуловой, В. Ю. Мишланова, Е. Г. Фурмана. – Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2019. – С. 142–146. – EDN JQCVZZ.

6. Симультанные операции в герниологии / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, А. А. Паршаков [и др.]. – Текст : непосредственный // Нестираемые скрижали: сепсис et cetera : сборник материалов конференции Ассоциации общих хирургов, приуроченной к юбилею кафедры общей хирургии ЯГМУ, Ярославль, 18–19 мая 2020 года. – Ярославль : Цифровая типография, 2020. – С. 503–504. – EDN AVKLPJ.

7. Самарцев, В. А. Профилактика острой спаечной кишечной непроходимости / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, Б. С. Пушкарев. – Текст : непосредственный // Нестираемые скрижали: сепсис et cetera : сборник материалов конференции Ассоциации общих хирургов, приуроченной к юбилею кафедры общей хирургии ЯГМУ, Ярославль, 18–19 мая 2020 года. – Ярославль : Цифровая типография, 2020. – С. 445–447. – EDN GIQRUZ.

8. Разработка системы поддержки принятия врачебных решений на основе методов искусственного интеллекта / Л. Ю. Перелыгин, В. Ю. Столбов, С. В. Мулюкин, **В. А. Гаврилов**. – Текст : непосредственный // Интеллектуальные системы в науке и технике. Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века : сборник статей по материалам Международной конференции и Шестой всероссийской научно-практической конференции, Пермь, 12–18 октября 2020 года / под ред. Л. Н. Ясницкого. – Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2020. – С. 433–441. – EDN RSEQXR.

9. Самарцев, В. А. Диагностика тяжести острого панкреатита при помощи скринингового программно-экспертного подхода / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**. – Текст : непосредственный // Биомеханика-2020 : материалы XIV Всероссийской конференции с международным участием, Пермь, 03–05 декабря 2020 года. – Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2020. – С. 222–226. – EDN VIUTRI.

10. Перелыгин, Л. Ю. Прогнозирование результатов хирургического лечения грыж на основе теории нечетких множеств / Л. Ю. Перелыгин, **В. А. Гаврилов**, Д. А. Истомин. – Текст : непосредственный // Биомеханика-2020 : материалы XIV Всероссийской конференции с международным участием, Пермь, 03–05 декабря 2020 года. – Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2020. – С. 191–197. – EDN DKIIQM.

11. Результаты лечения распространенного перитонита, осложненного сепсисом / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, М. П. Кузнецова,

Б. С. Пушкарев. – Текст : непосредственный // Нестираемые скрижали: сепсис et cetera : сборник материалов конференции Ассоциации общих хирургов, приуроченной к юбилею кафедры общей хирургии ЯГМУ, Ярославль, 18–19 мая 2020 года. – Ярославль : Цифровая типография, 2020. – С. 165–166. – EDN FRJZMU.

12. Самарцев, В. А. Хирургическое лечение пациентов с грыжами передней брюшной стенки, отягощенными коморбидным статусом и высоким операционно-анестезиологическим риском / В. А. Самарцев, А. А. Паршаков, **В. А. Гаврилов**. – Текст : непосредственный // Научная сессия Пермского государственного медицинского университета имени академика Е. А. Вагнера : материалы научной конференции, Пермь, 15 мая 2023 года. – Пермь : Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера, 2023. – С. 90–93. – EDN NQYKDJ.

13. Результаты анализа факторов риска эвентраций в абдоминальной хирургии / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, М. П. Кузнецова, Б. С. Пушкарев. – Текст : непосредственный // Научная сессия Пермского государственного медицинского университета имени академика Е. А. Вагнера : материалы научной конференции, Пермь, 15 мая 2023 года. – Пермь : Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера, 2023. – С. 83–86. – EDN JXZXXA.

14. Симультанные хирургические вмешательства у пациентов с послеоперационными грыжами W3 и сопутствующим отягощенным коморбидным статусом / В. А. Самарцев, А. А. Паршаков, **В. А. Гаврилов**, Е. Ю. Вахтомина. – Текст : непосредственный // 100-летие Пермского медицинского журнала : материалы конференции с международным участием, посвященной 100-летию «Пермского медицинского журнала», Пермь, 23 сентября 2023 года. – Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2023. – С. 298–300. – EDN XROYIE.

15. Вторичный распространенный перитонит: выбор тактики хирургического лечения / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов**, Б. С. Пушкарев [и др.]. – Текст : непосредственный // 100-летие Пермского медицинского журнала : материалы конференции с международным участием, посвященной 100-летию «Пермского медицинского журнала», Пермь, 23 сентября 2023 года. – Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2023. – С. 294–297. – EDN DCAFHD.

### **Патенты и рационализаторские предложения**

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017617070 Российская Федерация. Medical Disease Assistant / Самарцев В. А., **Гаврилов В. А.**, Сидоренко А. Ю., Кузнецова М. П. ; заявитель : федеральное государственное бюджетное образовательное учреж-

дение высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – № 2017612801 : заявл. 03.04.2017 : опубл. 23.06.2017. – EDN SKTKKQ.

2. Патент № 2630985 С Российская Федерация, МПК А61К 31/165, А61Р 31/04. Способ интраоперационной профилактики инфекции области хирургического вмешательства при герниопластике сетчатыми имплантатами / Самарцев В. А., Кузнецова М. В., **Гаврилов В. А.**, Паршаков А. А. ; заявитель : федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – № 2016139317 : заявл. 06.10.2016 : опубл. 15.09.2017. – EDN WOGBKE.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019617699 Российская Федерация. HerniaExpert / Самарцев В. А., **Гаврилов В. А.**, Кузнецова М. П. [и др.] ; заявитель : федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – № 2019616248 : заявл. 29.05.2019 : опубл. 19.06.2019. – EDN GQWCDT.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021611514 Российская Федерация. “IAPPEE” Intraabdominal pressure program of expert examination / Самарцев В. А., **Гаврилов В. А.**, Шакиров М. Р. [и др.] ; заявитель : федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – № 2021610552 : заявл. 21.01.2021 : опубл. 29.01.2021. – EDN GСYKLM.

5. Патент № 2803132 С2 Российская Федерация, МПК А61В 17/04, А61В 17/00. Способ ушивания апоневроза после лапаротомии / Самарцев В. А., **Гаврилов В. А.**, Кузнецова М. П., Пушкарев Б. С. ; заявитель : федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – № 2022103948 : заявл. 15.02.2022 : опубл. 06.09.2023. – EDN ARTLAV.

6. Патент № 2791696 С1 Российская Федерация, МПК А61В 5/03. Способ мониторинга внутрибрюшного давления / Самарцев В. А., **Гаврилов В. А.**, Шакиров М. Р. [и др.] ; заявитель : федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагне-

ра» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – № 2021135917 : заявл. 06.12.2021 : опубл. 13.03.2023. – EDN ХУСРQH.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024660141 Российская Федерация. Ассистент экстренного хирурга / Самарцев В. А., **Гаврилов В. А.**, Домрачев А. А., Кузнецова М. П. ; заявитель : федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – № 2024618903 : заявл. 24.04.2024 : опубл. 02.05.2024. – EDN HSCQBM.

### Опубликованные монографии по теме исследования

1. Самарцев, В. А. Современные нити и непрерывный шов в хирургии : монография / В. А. Самарцев, **В. А. Гаврилов** ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Пермь : ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е. А. Вагнера Минздрава России, 2017. – 160 с. – Текст : непосредственный.

2. Периоперационная профилактика осложнений в герниологии : монография / В. А. Самарцев, А. А. Паршаков, **В. А. Гаврилов**, М. В. Кузнецова ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени Е. А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Пермь : Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2021. – 113 с. : ил., цв. ил. ; 21 см. – ISBN 978-5-398-02620-7. – Текст : непосредственный.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

ВБД – внутрибрюшное давление  
ЭВМ – электронная вычислительная машина  
СППВР – Система поддержки принятия врачебных решений  
МИП – Мангеймский индекс перитонита  
ИОХВ – инфекция области хирургического вмешательства  
ВРП – вторичный распространенный перитонит  
ГКБ – городская клиническая больница  
ЖКБ – желчнокаменная болезнь  
ЯБЖ – язвенная болезнь желудка  
ЯБДПК – язвенная болезнь двенадцатиперстной кишки  
ЗНО – злокачественное новообразование  
БДС – большой дуоденальный сосок  
МИС – медицинская информационная система  
ГКБ – городская клиническая больница  
ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии  
СПОН – синдром полиорганной недостаточности  
ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких  
СРП – С-реактивный протеид  
ИМТ – индекс массы тела  
ИАГ – интраабдоминальная гипертензия  
ПИР – прогностический индекс релапаротомии

---

Подписано в печать 23.12.2025. Формат 60×90/16.  
Усл. печ. л. 1,56. Тираж 100 экз. Заказ № 218.

---

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии издательства  
Пермского национального исследовательского политехнического университета.  
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29, к. 113.  
Тел. (342) 219-80-33.