

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, доцента Берикова Владимира Борисовича на диссертационную работу Синотовой Светланы Леонидовны на тему «Разработка математического и алгоритмического обеспечения системы поддержки принятия врачебных решений для прогнозирования здоровья ребенка, зачатого при помощи вспомогательных репродуктивных технологий», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

1. Актуальность темы исследования

Актуальность и практическая важность темы связана с тем, что достаточно большой процент женщин страдает бесплодием. Применение вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ) увеличивает вероятность родов. Тем не менее, многим женщинам после проведения протоколов ВРТ не удается забеременеть или выносить ребенка. Таким образом, нагрузка на здоровье женщины при проведении протокола ВРТ и значительные финансовые затраты оказываются неоправданными. Кроме того, несмотря на многолетний опыт применения ВРТ, до сих пор существует неоднозначность в оценке здоровья зачатых с их помощью детей. Большое число имеющихся факторов, наличие различных методик ВРТ и медикаментозного сопровождения, отсутствие систематических данных об исходах беременностей и рожденных детях создают сложности в прогнозировании результата применения ВРТ. В связи с этим в клинической практике необходим инструмент, помогающий консультировать пациентов до начала применения ВРТ и помогающий принимать персонифицированные врачебные решения во время проведения протокола ВРТ. Цель применения такого инструмента – прогнозирование успешности проведения протокола ВРТ, а именно наступления беременности и возможных осложнений ее течения, а также прогнозирование здоровья рожденного ребенка.

В настоящий момент большинство исследований в области прогнозирования результатов использования ВРТ ориентированы на прогнозирование наступления беременности пациентки или прогнозирование живорождения. Но они не ориентированы на оценку долгосрочной успешности протокола (выраженной в здоровье ребенка до трех лет) и не используют такие важные для прогнозирования здоровья ребенка признаки, как показатели здоровья матери, данные проведенного протокола ВРТ и течения беременности.

Таким образом актуальность создания системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР) для прогнозирования здоровья ребенка, зачатого при помощи ВРТ, не вызывает сомнений.

2. Научная новизна полученных результатов

Научная новизна результатов диссертационного исследования заключается в следующем:

1) предложена структура СППВР, позволяющая моделировать многоэтапные процессы, которая применена к имеющимся данным о здоровье ребенка, зачатого при помощи ВРТ;

2) предложено математическое и алгоритмическое обеспечение для объединения и обработки не обладающих функциональной совместимостью данных разных медицинских учреждений в единую базу на основе методов интеллектуального анализа данных;

3) разработано математическое и алгоритмическое обеспечение СППВР, состоящее из моделей машинного обучения, позволяющих на всех этапах проведения протокола ВРТ предсказать его исходы: от наступления беременности до здоровья ребенка в возрасте до трех лет.

3. Обоснованность и достоверность научных положений, сформулированных в диссертации

Обоснованность и достоверность научных результатов исследования достигнута благодаря корректной постановке и формализации задачи, использованию хорошо зарекомендовавших себя математических методов, алгоритмов анализа данных и машинного обучения для создания СППВР, успешной апробацией и внедрением созданной СППВР.

Результаты исследования представлены в 11 научных работах, 5 из которых представлены в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ по защищаемой специальности. Также получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

4. Практическая значимость результатов диссертации

Практическая значимость результатов работы заключается в разработке системы поддержки принятия врачебных решений и в создании программного приложения, готового к использованию в качестве вспомогательного инструмента принятия решений для сотрудников и пациентов центров ВРТ.

Использование СППВР для прогнозирования здоровья ребенка, зачатого при помощи ВРТ, позволяет

- 1) прогнозировать состояние здоровья ребенка по анамнезу матери уже на этапе планирования беременности в центрах ВРТ;
- 2) оценить вероятность наступления беременности до вступления в протокол ВРТ, увеличить число успешных протоколов;
- 3) перейти к персонализированной медицине и скорректировать ведение протокола;
- 4) оценить риски возникновения осложнения течения беременности и развития инвалидизирующих заболеваний у ребенка;
- 5) получить дополнительное мнение об успешности проведения протокола ВРТ, основанное на использовании машинного обучения;
- 6) наглядно продемонстрировать пациентам основные этапы предстоящего процесса.

Практическая значимость подтверждена внедрением полученных результатов в АО «Центр семейной медицины», г. Екатеринбург, Россия.

5. Оценка содержания диссертации и её оформления

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, списка литературы, шести приложений. Работа изложена на 162 страницах, содержит 37 рисунков и 15 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования; сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования; показана научная новизна, теоретическая и практическая ценность результатов исследования.

В первой главе содержится описание предметной области: даны основные определения ВРТ и описание методов ВРТ, рассмотренных для создания СППВР. Далее в главе содержится анализ текущего состояния современных исследований в области прогнозирования различных результатов применения ВРТ, который показывает отсутствие моделей предсказания успешности протоколов ВРТ, выраженной в долгосрочном здоровье ребенка. Далее описаны базы данных и информационные системы медицинских организаций, предоставивших обезличенные данные для проведения исследования. Описаны основные принципы работы проектируемой СППВР. Данные разделы проработаны подробно, материалложен последовательно и хорошо структурирован. Далее решаемая проблема сформулирована в терминах анализа данных: представлена как задача создания иерархии моделей машинного обучения с учителем.

Проведен анализ алгоритмов отбора признаков для машинного обучения и анализ методов, используемых для решения задачи машинного обучения с учителем. Описаны методы и алгоритмы, использованные в работе. В заключении сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе представлена разработка алгоритмического обеспечения для предобработки данных исследования. Глава содержит описание трех алгоритмов. Первым представлен алгоритм получения итогового набора данных. Имеется схема связи предоставленных от различных медицинских организаций данных и фрагменты кода алгоритма, описывающего объединение таблиц данных. Далее описан алгоритм обработки текстовых данных. Имеется блок-схема этого алгоритма и подробное описание каждого этапа алгоритма. Последним представлен алгоритм обработки орфографических ошибок. Имеется подробное описание и блок-схема алгоритма, а также фрагменты кода.

Во второй главе решена вторая задача диссертационного исследования, разработаны алгоритмы обработки, компоновки и анализа разнородных текстовых данных на примере данных медицинских организаций для выделения признакового описания моделируемых объектов.

В третьей главе описана разработка математического и алгоритмического обеспечения СППВР для прогнозирования здоровья ребенка, зачатого при помощи ВРТ. Глава состоит из четырех разделов:

- 1) входные и выходные данные для каждого блока системы;
- 2) структура разрабатываемой системы;
- 3) перечисление всех моделей машинного обучения в составе системы;
- 4) результаты сравнения алгоритмов для отбора признаков и машинного обучения.

Материал последовательно описывает принципы работы создаваемой СППВР и позволяет на должном уровне детализации представить составляющие элементы создаваемой СППВР и процесс их взаимодействия.

В третьей главе решена третья задача диссертационного исследования, разработана структура СППВР, которая позволяет осуществлять многоэтапное прогнозирование здоровья ребенка, зачатого при помощи ВРТ.

В четвертой главе изложены результаты применения алгоритмов предобработки данных исследования, описано создание моделей машинного обучения на примере имеющихся данных и полученные результаты, описан процесс создания программного приложения, позволяющего работать с СППВР, и представлены данные апробации приложения. Для разрабатываемых моделей машинного обучения описаны размеры выборок, наборы значимых признаков, алгоритмы создания моделей машинного обучения

и оценки качества прогнозирования. Описан интерфейс программного приложения и показано несколько примеров работы пользователя с приложением, предоставлены результаты опытной эксплуатации СППВР на новых данных. Результаты говорят об успешной апробации СППВР и возможности ее применения в лечебном процессе, о чем получен акт внедрения.

В четвертой главе решена последняя задача диссертационного исследования, создано математическое и алгоритмическое обеспечение СППВР для многоэтапного прогнозирования здоровья ребенка, зачатого при помощи ВРТ, реализована СППВР в виде программного приложения и апробирована СППВР в клинической практике.

Работа оформлена должным образом, материал изложен последовательно, хорошо структурирован.

5) Замечания и вопросы по диссертации

Вместе с этим следует отметить некоторые замечания и вопросы по содержанию диссертации:

1. Для получения прогноза целевых показателей в каждом блоке разработанной системы принятия решений используется набор различных моделей, каждая из которых формирует отдельное решение. Неясно, как при этом формируется итоговый прогноз, и учитывает ли он имеющиеся частные прогнозы, как, например, в ансамблевом подходе.
2. В работе не оценивается статистическая значимость различий между показателями качества моделей.
3. Не приводятся показатели ресурсоемкости разработанной системы (требуемый объем памяти, скорость вычислений). Может ли медик использовать систему в реальном времени?
4. На стр. 38 автор пишет, что «если объекты узла равномерно распределены по классам, то энтропия равна единице». Однако значение энтропии в этом случае максимально, но не обязательно равно единице.
5. В приложении имеется код программы интерфейса, занимающий 18 страниц текста. Возникает сомнение в целесообразности приведения таких подробностей. То же касается кода на рис. 1.7, 2.20.
6. Что означает набор значений для признака в последних трех строках таблицы 3 на стр. 77?
7. На стр. 11 под «разрешающим правилом», видимо, имеется в виду «решающее правило».
8. В списке литературы в тексте диссертации отсутствуют публикации автора.

Приведенные замечания носят дискуссионный либо технический характер, и в целом не снижают научной ценности работы.

6) Общая характеристика работы

Диссертационная работа Синотовой Светланы Леонидовны обладает научной новизной, актуальностью, имеет несомненную теоретическую и практическую ценность.

7) Заключение по работе

Диссертационная работа изложена грамотным научно-техническим языком, в полной мере отвечает требованиям по актуальности, научной новизне, практической значимости, личному вкладу автора, отражению результатов в публикациях, а также полностью соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ и специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Автор диссертации Синотова Светлана Леонидовна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, доцент

Главный научный сотрудник,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт математики им. С. Л. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук,

Тел.: +7 (383) 329-75-75

e-mail: berikov@math.nsc.ru

Адрес: 630090, г. Новосибирск, пр. ак. Коптюга, 4


Бериков Владимир Борисович



(дата)

(подпись)



М.П.

Подпись В. Б. Берикова заверена
Членский секретарь Даурчева Н. А.
26.01.2023
