

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора физико-математических наук, доцента Цымблера Михаила Леонидовича 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

Тема диссертационного исследования С.Л. Синотовой лежит в области разработки интеллектуальных систем поддержки принятия врачебных решений (ППВР) при применении вспомогательных репродуктивных технологий для прогнозирования у женщин осложнений течения беременности и родов, а также возникновения у новорожденных детей наследственных заболеваний. Тема является актуальной, поскольку в настоящее время, с одной стороны, вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) становятся более доступными для массового использования и наблюдается ежегодное увеличение проведения протоколов ВРТ, а с другой стороны, имеющиеся прогностические модели исходов ВРТ не ориентированы на оценку здоровья детей и не учитывают взаимосвязи с материнским здоровьем.

2. Научная новизна полученных результатов

Научная новизна результатов, полученных С.Л. Синотовой в диссертации, заключается в следующем.

1. Впервые спроектирована и разработана интеллектуальная система ППВР, охватывающая все этапы проведения протокола ВРТ и позволяющая предсказать исходы от наступления беременности женщины до здоровья ребенка, зачатого при помощи ВРТ, в возрасте до трех лет.

2. Предложен и на основе методов интеллектуального анализа данных реализован новый подход к интеграции данных о проведении протоколов ВРТ в различных медицинских учреждениях в единую базу данных.

3. Обоснованность и достоверность научных положений, сформулированных в диссертации

Достоверность результатов, полученных С.Л. Синотовой в работе, обеспечивается корректным применением математических методов и подтверждается успешной эксплуатацией разработанной интеллектуальной системы ППВР в реальной российской клинике. Защищаемые положения основаны на обзоре и детальном анализе текущего состояния современных исследований в области прогнозирования результатов применения протокола ВРТ (список использованных источников состоит из более чем ста наименований). Результаты работы прошли апробацию на двух международных конференциях и опубликованы в 10 работах, включая 5 статей в научных журналах категории К-1 Перечня ВАК. На разработанную интеллектуальную систему получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

4. Практическая значимость результатов диссертации

Разработанный С.Л. Синотовой подход к созданию интеллектуальных систем ППВР имеет большую ценность в клинической практике центров ВРТ, поскольку подобная система позволяет на основе прогнозов гибко изменять тактику ведения беременности и родов и способствует повышению эффективности проведения протоколов ВРТ. Практическая значимость полученных результатов подтверждена внедрением разработанной С.Л. Синотовой интеллектуальной системы в АО «Центр семейной медицины» (Екатеринбург).

5. Оценка содержания диссертации и ее оформления

Диссертационная работа С.Л. Синотовой содержит 129 страниц основного текста (всего 162 страницы), 37 рисунков (без приложений) и 15 таблиц (без приложений). Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и шести приложений.

В первой главе содержится анализ текущего состояния современных исследований в области прогнозирования результатов применения ВРТ. Анализ показывает отсутствие моделей предсказания успешности протоколов ВРТ, выраженной в терминах долгосрочного здоровья ребенка. Необходимость подобных моделей в практическом здравоохранении подтверждает актуальность исследования. Далее описаны базы данных и информационные системы медицинских организаций, предоставивших данные для проведения исследования, и показаны проблемы, имеющиеся в данных. Описаны основные принципы работы проектируемой интеллектуальной системы ППВР. Показано, что требуемое математическое и алгоритмическое обеспечение должно представлять собой набор иерархических моделей машинного обучения, позволяющих на основе прогнозов принимать персонифицированные управленческие решения по тактике ведения беременности и родов пациентки на каждом этапе протокола ВРТ. Поставленная задача относится к классу задач машинного обучения с учителем и состоит в нахождении функций и разрешающих правил, которые по признаковому описанию объектов (женщин или детей) выдают прогноз исходов (результатов протоколов ВРТ). 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.

Во второй главе представлена структура разработанной базы данных, объединяющей информацию от медицинских организаций, и описаны особенности обработки ее таблиц. Представлены разработанные алгоритмы предобработки и интеграции разнородных исходных данных. Описан

алгоритм обработки текстовых данных, обеспечивающий исправление орфографических ошибок и семантическую кластеризацию слов.

В третьей главе представлены структура и схема работы интеллектуальной системы ППВР, а также реализация методов и алгоритмов, обеспечивающих прогнозирование здоровья ребенка, зачатого при помощи ВРТ. Описаны входные и выходные данные подсистем, входящих в интеллектуальную систему. Представлены модели машинного обучения, входящие в состав интеллектуальной системы ППВР.

В четвертой главе изложены результаты применения разработанной интеллектуальной системы ППВР к реальным данным. Описаны признаки и исходы прогнозирования, полученные с помощью алгоритмов из главы 2. Представлены прогнозные модели, входящие в разработанную систему, и оценки качества прогноза (построены матрицы ошибок, рассчитаны чувствительность и специфичность, представлены ROC-кривые). Представлен пользовательский интерфейс системы.

6. Замечания по диссертации

По содержанию диссертационной работы С.Л. Синотовой имеются следующие замечания:

1. Для решения поставленных задач автором применяются методы машинного обучения. Однако в работе обойдены вниманием глубокие нейронные сети, применение которых в сходных задачах из области медицины является актуальным, поскольку потенциально может обеспечить более высокую точность прогноза, чем остальные методы машинного обучения.
2. Оценивая эффективность разработанных моделей, автор в своей работе использует различные меры точности прогноза. Однако наряду с этим хотелось бы узнать оценку экономической эффективности разработанной интеллектуальной системы ППВР: экономия времени медицинского персонала, снижение стоимости процедур в клинике и др.

3. Описывая алгоритмы и структуру разработанной программной системы, автор использует несколько устаревшие графические средства (например, блок-схемы на стр. 29, 54, 63). Вместо этого желательно применение в тексте работы нотации языка UML (Unified Modeling Language).
4. В приложении Е текста работы (стр. 144-162) автор приводит полный исходный код интерфейса разработанной программной системы, что видится избыточным. Стандартным подходом в подобных случаях является размещение репозитория с исходными текстами системы в сети Интернет на портале GitHub и добавление соответствующей библиографической ссылки в тексты диссертации и автореферата. Сходное замечание касается нежелательности приведения полного исходного кода разработанных алгоритмов и его замены на псевдокод, который без излишних деталей реализации помог бы раскрыть суть алгоритмов (например, для алгоритмов на стр. 42-44, 64-66).
5. В разделе 2.1. (стр. 51 и там рис. 2.5) автор описывает схему базы данных, интегрированной из различных источников и допускает неточность в фразе «в результате получилась одна таблица с ключом "ID ребенка"», не указывая вид ключа: имеющаяся в виду таблица «АС "РАМ"» имеет первичный ключ «ID пациента», тогда как поле этой таблицы «ID ребенка» является внешним ключом. Кроме того, в данном описании было бы желательно указать нормальную форму, в которой находится полученная база данных.
6. В описании используемых метрик качества прогноза (стр. 45-46) автор указывает лишь названия используемых метрик (среднеквадратичная ошибка MSE, средняя абсолютная ошибка MAE, коэффициент детерминации R^2), но необходимо также дать определяющие их формулы. Помимо этого, было бы желательно привести обоснование выбора упомянутых метрик. Неясно также, почему наряду с упомянутыми метриками автор не использует общепринятую F-меру.

7. Текст диссертационной работы не свободен от погрешностей оформления, опечаток и пунктуационных ошибок. Некоторые примеры:
- 1) в основном тексте и в приложениях имеются таблицы, разрывающиеся между страницами без надлежащего оформления такого разрыва (например, стр. 102-103 и 130-131 соответственно);
 - 2) в написании алгоритма, принадлежащего нескольким авторам «алгоритм Бройдена–Флетчера–Гольдфарба–Шанно» следует использовать тире, а не дефис (стр. 76); в тексте также вместо символа тире массово неверно используется дефис;
 - 3) пропущена запятая и имеется опечатка (отмечены полужирным шрифтом) в фразе «очевидно, позволяет более точно подогнать структуру дерева под обучающую выборку» (стр. 38).

Высказанные замечания, тем не менее, не снижают не снижают общего положительного впечатления от диссертации.

7. Заключение по работе

Текст диссертационной работы С.Л. Синотовой хорошо структурирован и изложен грамотным научно-техническим языком. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика». Автореферат адекватно отражает содержание диссертации. Научно-технический уровень работы соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

В целом считаю, что диссертационное исследование и полученные в нем результаты по своим актуальности, научной новизне, практической значимости, личному вкладу автора, публикациям в рецензируемых научных изданиях и апробациям на научных конференциях в полной мере отвечают

требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ и соответствуют специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика», а автор диссертации, Синотова Светлана Леонидовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук, доцент

Заместитель директора научно-образовательного центра «Искусственный интеллект и квантовые технологии»,

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»,

Тел.: +7 (351) 267-90-06, доб. 112

e-mail: mzym@susu.ru

Адрес: 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76

Цымблер Михаил Леонидович

30.07.2023

(подпись)

(дата)



М.П.

