



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе и инновациям
Пермского государственного национального
исследовательского университета

Доктор географических наук,
профессор

Сергей Васильевич ПЬЯНКОВ

« 28 » марта 2022 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Пермский государственный национальный исследовательский университет»

Диссертация *«Методы и алгоритмы поддержки принятия решений по противодействию деструктивным воздействиям в социальных сетях на основе многофакторного анализа ролей пользователей»* выполнена на кафедре прикладной математики и информатики.

В период подготовки диссертации соискатель **Рабчевский Андрей Николаевич** работал в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» на кафедре «Компьютерной безопасности и систем связи» и «Прикладной математики и информатики» на должности старшего преподавателя и инженера соответственно.

В 1983 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский ордена Трудового Красного Знамени государственный университет имени А.М.Горького» (в настоящее время Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет») по специальности «Радиофизика».

В период с 1983 по 2021 работал в сфере разработки, проектирования, внедрения и эксплуатации средств телекоммуникаций, разработки программного обеспечения и внедрения современных информационных технологий. В 2019 году прошел курсы повышения квалификации по программе «Искусственный интеллект (нейросетевые технологии)» и успешно выполнил выпускную работу.

В 2021 году А.Н. Рабчевский экстерном сдал экзамены кандидатского минимума в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Научным руководителем является **Леонид Нахимович Ясницкий**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики и информатики Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет».

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

1. Личное участие соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации.

- Произвел обзор и сравнительный анализ существующих методов идентификации ролей пользователей социальных сетей.
- Собрал исходные знания экспертов в предметной области, выбрал концептуальную интеллектуальную модель для поддержки принятия решений.
- Предложил метод определения ролей пользователей, вовлеченных в протестное движение в социальных сетях.
- Предложил использовать синтетические данные для обучения нейросетевых моделей классификации ролей пользователей.
- Предложил использовать экспертные знания в качестве основы алгоритма генерации синтетических данных.
- Предложил способ генерации синтетических данных для обучения нейронных сетей.
- Показал эффективность нейросетевой классификации ролей пользователей на основе синтетических данных, построенных на базе экспертных знаний в предметной области.
- В результате предварительной обработки графовой информации получил представление графов социальных связей в виде кластерных сетей.
- Произвел обзор и сравнительный анализ существующих методов идентификации мостов в кластерных сетях.
- Предложил определение и методику идентификации мостов в кластерных сетях.
- Предложил метрику центральности по взвешенному вкладу, характеризующую свойства мостов и позволяющую однозначно выявлять мосты в кластерных сетях.
- Предложил алгоритм вычисления мостов в кластерных сетях.
- Произвел обзор и сравнительный анализ существующих методов идентификации наиболее влиятельных пользователей социальных сетей.
- Предложил методику выявления наиболее влиятельных пользователей на основе сочетания информации о социальных связях пользователей и уровня их публикационной активности.
- Предложил математическую модель и способ вычисления уровня информационного влияния пользователей в социальных сетях.
- Разработал прототип информационной системы выявления ролей пользователей и уровня их информационного влияния и участвовал в реализации ПО «Сервис анализа распространения контента», являющегося частью платформы «Поисковая система SEUS».

2. Научная новизна диссертационного исследования.

Научная новизна исследования заключается в развитии теории и методов идентификации ролей пользователей и уровня их влияния в социальных сетях, что представлено совокупностью следующих положений:

- Предложен метод подготовки синтетических данных для обучения и тестирования нейронных сетей, отличающийся тем, что для создания этих данных используются случайные числа, генерируемые в пределах интервалов, заданных экспертом в исследуемой предметной области, что позволяет классифицировать роли пользователей в социальных сетях, решить проблему труднодоступности обучающих необходимых данных и снизить до нуля риск утечки конфиденциальной информации.
- Предложен метод идентификации пользователей социальных сетей, который отличается использованием метрики центральности по взвешенному вкладу. Это позволяет довольно точно вычислять мосты в кластерных сетях и идентифицировать узлы. Кроме того, это позволяет определять уровень их влияния на социальную сеть
- Предложен метод идентификации пользователей социальных сетей, который отличается от известных методов учетом общего количества социальных связей пользователей и учетом уровня их активности. Это позволяет увеличить степень релевантности идентификации НВП и выделить пользователей, обладающих наибольшими возможностями донесения информации до участников сети.

3. Степень достоверности результатов, проведенных соискателем ученой степени.

Теоретическая обоснованность разработанных методов и алгоритмов подтверждается отзывами, собранными соискателем в ходе выступления на международных и всероссийских конференциях.

Достоверность и обоснованность результатов в части решения прикладной задачи подтверждается результатами использования в аналитических исследованиях, внедрением и опытной эксплуатацией разработанных методов и алгоритмов в составе ПО «Сервис анализа распространения контента», являющегося частью платформы «Поисковая система SEUS».

4. Теоретическая и практическая значимость исследования.

Теоретическая значимость исследования состоит в

- разработке новых представлений экспертных знаний;
- разработке новых алгоритмических моделей интеллектуальной обработки текущей и ретроспективной информации и поддержки принятия решений;
- в развитии теории и методов идентификации ролей пользователей и уровня их влияния в социальных сетях, интегрирующих акциональный, структурный и интерпретационный подходы анализа социальных сетей с использованием нейросетевых технологий.

Практическая значимость исследования состоит в разработке системы поддержки принятия решения при противодействии деструктивным воздействиям в социальных, реализованной в виде ПО «Сервис анализа распространения контента», являющегося частью платформы «Поисковая система SEUS».

Использование синтетических данных для обучения и тестирования нейросетевого классификатора ролей пользователей позволило существенно сократить затраты и сроки

подготовки датасетов для обучения нейросетей, а дополнительное использование экспертных знаний в алгоритме синтеза множеств позволило повысить точность нейросетевой модели классификатора и повысить качество классификации.

Алгоритм идентификации мостов в кластерных сетях позволил выявлять пользователей, способствующих максимальному росту охвата аудитории, которых существовавшие методики не выявляли или выявляли неточно.

Математическое обоснование модели идентификации наиболее влиятельных пользователей позволило повысить производительность труда специалистов при проведении подробных аналитических исследований за счет повышения релевантности поиска и снижения количества исследуемых пользователей.

Разработана и прошла государственную регистрацию «Программа вычисления мостов в кластерных сетях».

Разработана и прошла государственную регистрацию «База данных для классификации ролей пользователей социальных сетей».

Разработанные методы и алгоритмы внедрены в программный комплекс «поисковая система «SEUS» производства ООО «СЕУСЛАБ» в виде ПО «Сервис анализа распространения контента», что в свою очередь позволило:

- приблизительно в 1000 раз сократить затраты на создание датасета и минимизировать риск утечки конфиденциальной информации;
- выявить пользователей, играющих решающую роль в распространении информации и увеличении охвата аудитории социальной сети, вовлеченной в социальное явление, которые ранее технически не могли быть обнаружены в поисковой системе «SEUS»;
- снизить трудозатраты аналитиков при проведении исследований в 10,7 раза, а при проведении более детальных исследований, учитывающих структуру воздействия на сеть, в 42,8 раз.

5. Обязательные ссылки на авторов или источник заимствования материалов или отдельных результатов. При использовании в диссертации результатов научных работ, выполненных соискателем ученой степени лично и (или) в соавторстве, соискатель ученой степени отметить в диссертации это обстоятельство.

Диссертационная работа представляет собой оригинальное исследование с корректным указанием ссылок на источники цитируемых материалов. Автор работы корректно ссылается как на научные работы, выполненные им лично, так и в соавторстве.

6. Соответствие диссертации научной специальности по действующей номенклатуре специальностей научных работников.

Диссертационная работа посвящена разработке и развитию методов и алгоритмов интеллектуальной поддержки решений на основе многофакторного анализа ролей пользователей социальных сетей. Практическая апробация разработанных методов произведена на примере аналитических исследований по выявлению наиболее влиятельных пользователей социальных сетей, вовлеченных в протестные движения.

Разработанные методы и алгоритмы могут быть также использованы для построения систем поддержки принятия решений и в рамках информационных систем в очень широком спектре, знаниями о функционировании которых обладают эксперты.

Указанная область исследования соответствует паспорту специальности 05.13.10 - Управление в социальных и экономических системах:

- п.6 «Разработка и совершенствование методов получения и обработки информации для задач управления социальными и экономическими системами»;
- п.7 «Разработка методов идентификации в организационных системах на основе ретроспективной, текущей и экспертной информации».

7. Полнота изложения материалов в работах, опубликованных соискателем ученой степени (с включением списка опубликованных работ по теме диссертации).

По теме диссертационной работы опубликовано 12 печатных и приравненных к ним работ, в том числе: 1 свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ, 1 свидетельство о государственной регистрации базы данных, 10 статей, 3 из которых в журналах, входящих в перечень ВАК РФ, 2 в изданиях, индексируемых в базе Scopus и 5 в прочих изданиях.

- 1) **Rabchevskiy A. N.** Modelling the structure of protest movement advocacy in social media using graph and neural network analysis = Моделирование структуры пропаганды протестного движения в социальных сетях с помощью анализа графов и нейронных сетей / A. N. Rabchevskiy, E. G. Ashikhmin, E. A. Rabchevskiy. – текст: электронный. – https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-89477-1_1 // Science and Global Challenges of the 21st Century - Science and Technology. Perm Forum 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, Springer, Cham. – 2021. – Vol. 342. – P. 3–15. – Ст. на англ. языке. (**Scopus**)

В данной работе предложен подход к моделированию структуры пропаганды протестного движения на основе социальных ролей пользователей, предложено понятие «Социальная роль пользователя социальной сети», описано значение социальных ролей пользователей как элементов модели целенаправленного воздействия на социальную сеть, представлен обзор существующих способов выявления ролей пользователей, кратко описан собственный метод выявления ролей пользователей на основе анализа графов их социальных связей. Также предложен обзор методов выявления наиболее влиятельных пользователей и описан использованный метод.

*Представлена структура пользователей социальной сети ВКонтакте, вовлеченных в протестное движение, на примере пропаганды и протестных акций вокруг так называемого «Дворца Путина» в период с 19 по 31 января 2021г. Предложен краткий анализ выявленной структуры, в результате которого было отмечено особое значение пользователей, выполняющих роль мостов, соединяющих отдельные сообщества с ядром сети протестного движения, обеспечивающих расширение охвата аудитории и устойчивость структуры к блокирующему воздействию. (**Вклад соискателя 80%**)*

- 2) **Rabchevskiy A. N.** Creating and using synthetic data for neural network training, using the creation of a neural network classifier of online social network user roles as an example = Создание и использование синтетических данных для обучения нейронной сети, на примере создания нейросетевого классификатора ролей пользователей онлайн-социальных сетей / A. N. Rabchevskiy, L. N. Yasnitskiy. – текст: электронный. –

https://doi.org/10.1007/978-3-030-93677-8_36 // Digital Science. DSIC 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 381. Springer, Cham. – 2022. – Vol. 381. – P. 412–421. – Ст. на англ. языке. (Scopus)

В статье предлагается использование синтетических данных для обучения нейросетевого классификатора социальных ролей пользователей в онлайн-социальных сетях, активно публикующих различные виды материалов (посты, репосты, комментарии) в социальных сетях во время наиболее активной фазы политических акций протестного характера, что позволяет сократить затраты на получение данных и сохранить конфиденциальность персональных данных пользователей. Приводится пример создания датасета на основе алгоритма, учитывающего диапазоны значений входных параметров нейронной сети, полученные на основе анализа реальных данных, а также знания экспертов о соотношениях значений различных параметров для различных ролей пользователей.

Обучение и тестирование нейросети выполнялось в нескольких пакетах. Валидация нейросетевого классификатора выполнялась путем сравнения результатов классификации синтетической нейросетевой модели с реальными данными нескольких выборок пользователей. Результаты валидации показали адекватность синтетической нейросетевой модели реальным данным. Показана эффективность синтеза датасетов в случаях, когда получение реальных данных затруднено или невозможно. (Вклад соискателя 80%)

- 3) **Rabchevsky, A. N.** Comparison of methods for identifying user roles in online social networks = Сравнение методов идентификации ролей пользователей социальных сетей / A. N. Rabchevsky, L. N. Yasnitsky, V. S. Zayakin. – текст: непосредственный. – DOI: 10.15593/2499-9873/2021.2.06 // Прикладная математика и вопросы управления / Applied Mathematics and Control Sciences. – 2021. – № 2. – С. 93–111. – Ст. на англ. языке. **(из Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук)**

В данной работе представлены данные исследования информации о пользователях социальной сети ВКонтакте Пермского края, опубликовавших материалы протестной тематики в течение 2020 года. Представлены описания ролей пользователей социальной сети на основе данных об их публикационной активности. Описаны существующие методы выявления ролей пользователей онлайн-социальных сетей на основе кластеризации и нейросетевой классификации. Указаны проблемы, связанные с подготовкой датасетов для качественного обучения нейронных сетей.

Авторами выполнены исследования по выявлению ролей пользователей с использованием различных методов кластеризации, а также предложены оригинальные методы численной оценки ролей пользователей и экспертной нейросетевой классификации ролей пользователей на основе искусственно синтезированных датасетов. Представлены результаты сравнения различных методов кластеризации, метода численной оценки и метода экспертной нейросетевой классификации, указаны их достоинства и недостатки. Показана высокая корреляция между методом численной оценки и методом экспертной нейросетевой классификации. Отмечена более высокая эффективность метода экспертной нейросетевой классификации ролей пользователей социальных сетей по сравнению с различными методами кластеризации. В заключении указаны оптимальные области применения предложенных методов классификации ролей пользователей

социальных сетей и намечены направления дальнейших исследований. **(Вклад соискателя 80%)**

- 4) **Рабчевский А. Н.** Выявление мостов в кластерных сетях и оценка уровня их информационного влияния / **А. Н. Рабчевский**, В. С. Заякин, Е. А. Рабчевский. – текст: непосредственный. // Информационные системы и технологии. – 2021. – № 5(127). – С. 21–30. **(из Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук)**

*В данной работе предложена методика выявления наиболее влиятельных пользователей социальных сетей, соединяющих кластеры (сообщества) с ядром сети и выполняющих роль мостов в ярко выраженных кластерных сетях, основанная на оригинальной метрике центральности по взвешенному вкладу. Представлено описание метрики и алгоритм ее вычисления. **(Вклад соискателя 80%)***

- 5) **Рабчевский А. Н.** Оценка потенциального уровня информационного влияния пользователей в социальных сетях / **А. Н. Рабчевский**, Е. А. Рабчевский. – текст: непосредственный. // Информационные системы и технологии. – 2022. – № 1(129). – С. 114–122. **(из Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук)**

*В статье рассмотрены существующие методы выявления наиболее влиятельных пользователей, основанные на акциональном и теоретико-графовом подходах. Показана целесообразность использования комплексного подхода, учитывающего как уровень активности пользователей, так и параметры графов их социальных связей. Предложен метод выявления наиболее влиятельных пользователей социальных сетей на основе расчета потенциального уровня влияния пользователей. Приведены результаты применения метода для исследования пользователей, вовлеченных в протестные акции во время выборов президента республики Беларусь в 2020 году и информационного вброса о «дворце Путина». Сделан вывод о простоте и практической значимости предложенного метода. **(Вклад соискателя 80%)***

- 6) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021616086 от 16.04.2021. «Программа вычисления мостов в кластерных сетях». / **А. Н. Рабчевский**, В. С. Заякин. Заявка № 2021615157, поступила 13.04.2021. **(Вклад соискателя 80%)**
- 7) Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2021621533 от 15.07.2021. «База данных для классификации ролей пользователей социальных сетей». / **А. Н. Рабчевский**, В. С. Заякин. Заявка № 2021621400/69, поступила 07.07.2021. **(Вклад соискателя 80%)**
- 8) **Рабчевский А.Н.** Нейросетевая система классификации пользователей социальных сетей и экспертный способ ее создания / А. Н. Рабчевский. – текст: непосредственный. //XVIII всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. (Москва, 17 марта 2020 г.). – 2020. – С. 298–299. **(Вклад соискателя 100%)**
- 9) Рабчевский Е.А. Экспертный способ формирования обучающих выборок на примере создания нейросетевой системы классификации пользователей социальных сетей / Е. А.

Рабчевский, А. Н. Рабчевский, Л. Н. Ясницкий. – текст: непосредственный. DOI: 10.18127/j19998554-202005-05 // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2020. – Т. 22. – № 5. – С. 54–63. (Вклад соискателя 80%)

- 10) **Рабчевский А.Н.** Экспертная система для автоматического выявления ролей пользователей в социальных сетях на основе нейросетевых технологий / **А. Н. Рабчевский**, Е. А. Рабчевский, В. С. Заякин, Л. Н. Ясницкий. – 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. Под редакцией Л.Н. Ясницкого. (Пермь, 12–18 октября 2020 г.). – 2020. – С.118 – 127. (Вклад соискателя 80%)
11. **Рабчевский А.Н.** Применение нейро-сетевой фильтрации для оптимизации алгоритмов выявления наиболее влиятельных узлов в социальных сетях / **А. Н. Рабчевский**. – текст: непосредственный. // Нейрокомпьютеры и их применение. XIX Всероссийская научная конференция, (Москва, 30 марта 2021 г.). – 2021. – С.158–159. (Вклад соискателя 100%)
12. Рабчевский Е.А. О некоторых аспектах структур пропаганды политического протеста в социальных сетях / Е. А. Рабчевский, **А. Н. Рабчевский**. – текст: непосредственный. // Деятельность террористических и экстремистских организаций, направленная на насильственное изменение конституционного строя, как угроза государственной и общественной безопасности стран СНГ: Сборник материалов совместного заседания ученого совета Научно-исследовательского института проблем безопасности СНГ и Научно-консультативного совета при АТЦ СНГ. М.: АТЦ СНГ. – 2021. – С. 193–211. (Вклад соискателя 60%)

Диссертация «Методы и алгоритмы поддержки принятия решений по противодействию деструктивным воздействиям в социальных сетях на основе многофакторного анализа ролей пользователей» **Андрея Николаевича Рабчевского** рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.10 - Управление в социальных и экономических системах.

Заключение принято на заседании кафедры прикладной математики и информатики.

Присутствовало на заседании 11 человек.

Результаты голосования:

«за» - 11 чел.;

«против» - 0 чел.;

«воздержалось» - 0 чел.

Протокол № 4 от 28.03 2022 г.



Заведующий кафедрой прикладной математики и информатики,
доктор физико-математических наук, профессор
Сергей Владимирович Русаков

