

Кто готов включиться в экологические практики: анализ заинтересованности пользователей

Ольга Владимировна Захарова [✉], Анна Валерьевна Глазкова,
Арсений Николаевич Ходырев, Софья Денисовна Бессонова,
Евгения Олеговна Загайнова, Дарья Владимировна Иванова,
Алтынай Есенбаевна Калимова, Анастасия Артемовна Василец

Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия
Контакт для переписки: o.v.zakharova@utmn.ru [✉]

Аннотация. Работа посвящена решению задачи автоматизированного поиска пользователей социальных сетей, заинтересованных в участии в экологических практиках, масштабирование которых представляет социально важную задачу. В рамках исследования предполагается, что заинтересованные в участии в экологических практиках пользователи состоят в сообществах экологической тематики в социальных сетях. В статье предлагается типология пользователей социальных сетей с точки зрения их активности в экологических сообществах. Сбор данных осуществлялся в социальной сети ВКонтакте. Для прогнозирования степени заинтересованности пользователя в участии в экологических практиках использовался тематический вектор его подписок. На собранном наборе данных была оценена эффективность базового набора алгоритмов классификации, включающего в себя линейные, вероятностные, метрические, логические и ансамблевые классификаторы. В качестве входных данных для классификаторов использовались тематические векторы подписок пользователей, в качестве выходных — метки категорий пользователей с точки зрения их активности в экологических сообществах. Полученные результаты показывают, что интерес пользователя к экологическим практикам может быть спрогнозирован на основе тематики его подписок. В дальнейшей работе для решения данной задачи могут быть использованы более сложные наборы признаков.

Ключевые слова: экологические практики, обработка отходов, экологические сообщества, анализ социальных сетей, классификация, машинное обучение, ВКонтакте

Благодарности: исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках проекта «Тюменский карбоновый полигон» (FEWZ-2024-0016).

Цитирование: Захарова О. В., Глазкова А. В., Ходырев А. Н., Бессонова С. Д., Загайнова Е. О., Иванова Д. В., Калимова А. Е., Василец А. А. 2024. Кто готов включиться в экологические практики: анализ заинтересованности пользователей // Вестник Тюменского государственного университета. Социально-экономические и правовые исследования. Том 10. № 4 (40). С. 77–96. <https://doi.org/10.21684/2411-7897-2024-10-4-77-96>

Поступила 08.04.2024; одобрена 17.06.2024; принята 19.09.2024

Who is ready to join green practices: automatic analysis of user interest

Olga V. Zakharova[✉], Anna V. Glazkova, Arseniy N. Hodyrev,
Sofia D. Bessonova, Evgeniya O. Zagainova, Darya V. Ivanova,
Altynai E. Kalimova, Anastasija A. Vasilec

University of Tyumen, Tyumen, Russia

Corresponding author: o.v.zakharova@utmn.ru[✉]

Abstract. The paper discusses the importance of identifying social media users interested in participating in green practices — actions aimed at preserving or transforming the environment; scaling up these practices is a socially significant task. We provide user taxonomy based on their engagement in online environmental communities, which includes four categories of users and aspects describing these categories: a) disinterested users (not members of environmental communities); b) passive subscribers (members of environmental communities, inactive); c) active subscribers (members of environmental communities, active); d) agents of influence (the most involved group of active subscribers). Based on the proposed taxonomy, we collected a dataset of 1 663 entries. The data collection was carried out on the VKontakte social network. We used the thematic vector of user subscriptions to predict the degree of their interest towards participating in environmental practices. Using the collected dataset, we evaluated the effectiveness of the basic set of classification algorithms, including linear, probabilistic, metric, logical, and ensemble classifiers. We used thematic vectors of user subscriptions as input data and the labels of user activity in environmental communities as targets. The best result in terms of the F1-score was obtained using the Random Forest classifier (85.59%). The results show that users' interest towards environmental practices can be

predicted based on the themes of their subscriptions. In further work, more complex sets of features can be used to solve this task.

Keywords: green practices, waste management, green communities, social media analysis, classification, machine learning, VKontakte

Acknowledgements: this study was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the Carbon Measurement Test Area in Tyumen Region (FEWZ-2024-0016).

Citation: Zakharova, O. V., Glazkova, A. V., Hodyrev, A. N., Bessonova, S. D., Zagainova, E. O., Ivanova, D. V., Kalimova, A. E., & Vasilec, A. A. (2024). Who is ready to join green practices: automatic analysis of user interest. *Tyumen State University Herald. Social, Economic, and Law Research*, 10(4), 77–96. <https://doi.org/10.21684/2411-7897-2024-10-4-77-96>

Received Apr. 8, 2024; Reviewed Jun. 17, 2024; Accepted Sep. 19, 2024

Введение

Современное общество сталкивается с большим количеством экологических проблем, которые влияют на окружающую среду и здоровье людей. Глобальные проблемы требуют принятия мер на государственном уровне, однако каждый человек может внести свой вклад в улучшение отношений «общество–природа», участвуя в экологических практиках. Экологические практики направлены на гармонизацию отношений человека и природы [Zakharova и др., 2021]. Они представляют собой осмысленные действия людей, нацеленные на преобразование природной среды либо на ее поддержание в состоянии, достаточном для естественного воспроизведения ее основных параметров [Захарова, 2022]. К экологическим практикам относятся, в частности, сортировка мусора, переработка отходов, обмен, участие в акциях по продвижению ответственного потребления и так далее [Zakharova и др., 2022]. Вовлечение населения в такую деятельность имеет решающее значение для преодоления экологического кризиса. Вовлечение людей в экологические практики возможно не только путем оказания инфраструктурной, информационной, финансовой, организационной поддержки экологических инициатив на государственном, региональном и местном уровне, но и путем увеличения числа участников экологических практик, расширения территориального охвата, экологизации новых видов деятельности. Для этого необходимо понимать, кто потенциально готов включиться в экологические практики.

Согласно статистике¹, основным источником информации о состоянии окружающей среды являются социальные сети. По охвату аудитории они сегодня обходят телевидение [Ахтырский, 2022]. В связи с этим социальные сети могут послужить мощным

¹ Экологическая повестка: за десять месяцев до выборов в Госдуму (аналитический доклад), 30.12.2020 // ВЦИОМ: оф. сайт. <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/ehkologicheskaja-povestka-za-desjat-mesjacev-do-vyborov-v-gosdumu> (дата обращения: 27.03.2024).

инструментом привлечения людей к проблемам экологии и экологическим практикам. Для распространения экологических практик необходимо осуществлять поиск заинтересованных пользователей не только по явным признакам, таким как комментирование постов или членство в экологических сообществах в социальных сетях. Чтобы привлекать к участию в экологических практиках не состоящих в экологических сообществах людей, необходимо определять их потенциальный интерес к экологической тематике на основе информации, опубликованной на их персональных страницах в социальных сетях. Такой информацией может быть, например, тематика сообществ, в которых состоят пользователи. В таком случае задача поиска нужной группы пользователей схожа с задачей фильтрации на основе содержания при разработке рекомендательных систем [Кутянин, 2017].

В статье описывается подход к построению модели машинного обучения для автоматизированного определения степени заинтересованности пользователя социальной сети ВКонтакте¹ (VK) в участии в экологических практиках на основе перечня его подписок. Задача автоматизированного определения степени заинтересованности пользователей в экологических практиках рассматривается как *задача многоклассовой классификации*. Первым этапом работы является формирование набора данных. Поскольку готовых датасетов для рассматриваемой задачи не существует, авторы предлагают типологию пользователей социальных сетей с точки зрения их активности в экологических сообществах: *агенты влияния, активные подписчики, пассивные подписчики, незаинтересованные пользователи*. Активность пользователя включает в себя несколько аспектов: членство в экологических сообществах, комментарии под постами сообщества или реакции «Мне нравится» (лайки) на посты сообщества. На основе предложенной типологии авторы формируют набор данных, содержащий анонимные данные о подписках 1 663 пользователей. На созданном наборе данных обучены и протестированы несколько широко используемых классификаторов. В качестве входных данных для классификаторов использовались тематические векторы подписок пользователей, в качестве целевой переменной — метки категорий с точки зрения типологии активности пользователей. Полученные результаты показывают, что информация о тематике подписок может быть использована для прогнозирования степени заинтересованности пользователей в участии экологических практик.

Обзор литературы

Для изучения профилей зеленых пользователей мы опираемся на подход теории практик, которая получила распространение с 1970-х гг. [Giddens, 1979; Волков, Хархордин, 2008; Shove и др., 2012; Hui и др., 2017]. Социальные практики понимаются как организованные наборы действий, которые связываются в более широкие комплексы действий, образующих «основную область изучения социальных наук» [Giddens, 1984, с. 2]. Говоря о социальных практиках, Э. Гидденс подчеркивал их рекурсивный характер: люди воспроизводят в своей активности структуры социальной жизни, стабилизируя социальные отношения. При этом практики могут стремительно и эффективно из-

¹ ВКонтакте. <https://vk.com/> (дата обращения: 13.12.2024).

меняться за счет изменения ключевых элементов или их сочетаний [Nash и др., 2017]. Динамизм социальных практик, по мнению исследователей, может помочь в решении сложных проблем, в т. ч. экологических [Shove и др., 2012]. Поэтому, сталкиваясь с необходимостью изменения социальных практик по отношению к природе, исследователи всё чаще обращаются к теории практик [Spaargaren, 2011]. С одной стороны, они предлагают использовать потенциал теории практик для ускорения темпа перемен [Nash и др., 2017; Anibaldi и др., 2021]; с другой, они обращаются к теории практик как способу преодоления дуализма между индивидуальными решениями и социальными структурами [House, 2019]. Оба эти утверждения связаны между собой: когда мы можем эффективно изменять практику как целостный набор действий, нам нет нужды фокусироваться на субъективных ценностях, индивидуальных действиях и решениях.

Чтобы обозначить социальные практики, которые нацелены на гармонизацию отношений «общество–природа» мы используем выражение «зеленые» или «экологические». На сегодняшний день такие практики принимают самые различные формы [Захарова, 2020; Лебедева, 2021; Глазкова и др., 2022], часто ускользающие от эмпирического наблюдения [Сорвина, 2019], что создает сложности для их изучения. Кроме того, сложности связаны с низкой степенью локализации объекта исследования. При этом, согласно проведенным ранее исследованиям в г. Тюмени, экологические сообщества широко представлены в социальной сети ВК и включают сотни тысяч человек [Захарова и др., 2021], а содержание постов экологических онлайн-сообществ является ценным источником информации о специфике и деятельности сообществ [Батанина и др., 2021; Каминская и др., 2019; Яницкий, 2010].

Анализ социальных сетей (social network analysis) направлен на исследование социальных структур и связей путем изучения социальных медиа. Внимание исследователей привлекают задачи выявления наиболее активных и влиятельных пользователей. Значительная часть исследований проводится на материале русскоязычного контента. Во многих работах для определения активности, компетентности и влиятельности пользователей используются методы, основанные на теории графов (например, [Гнедаш, 2022; Пастухов и др., 2022]). Низомутдинов и Видясова [2021] определяют активность пользователей в сообществах в социальных сетях исходя из количества комментариев, оставленных ими под постами сообщества. Результаты исследования показали, что в каждом сообществе существует ядро активных пользователей, которые оставляют больше всего реакций на посты, публикуемые в группах. В работах Д. А. Губанова и соавторов оценивается доля наиболее влиятельных пользователей в интернет-сообществах [Губанов, Чхартишвили, 2016; Gubanov, 2022].

Авторы исследования показывают, что ядро пользователей, на долю которых приходится большая часть общей влиятельности пользователей, составляет не более 5%. Влиятельность в данных исследованиях определяется на основании активности пользователя в сообществе: создания постов и комментариев, выставления лайка постам или комментариям. Черемисова [2016] определяет активность пользователя на основе количества времени, проведенного в социальных сетях: большинство пользователей, проводящих в социальных сетях более 6,5 часов в месяц, размещают в открытом доступе на своих страницах подробную информацию о себе, которая может быть использована

при анализе данных, в социологических исследованиях или в других целях. Кметь [2015] рассматривает типологии пользователей социальных сетей на основе их поведенческих стратегий. Так, базовая классификация пользователей предполагает их разделение на активных и пассивных [Constantinides, 2014]. В свою очередь степень активности пользователей может различаться в зависимости от шаблона поведения: генераторы контента, участники дискуссии в пассивные наблюдатели [Халилов, 2017].

Несмотря на интерес исследователей к рассматриваемой тематике, практически отсутствуют работы, которые прогнозируют степень заинтересованности пользователей в экологических практиках. Анализ экологической повестки в текстах на русском языке к настоящему времени в основном ограничивается частотным и вероятностным анализом.

Данная работа восполняет данный пробел. Существующие типологии пользователей социальных сетей были адаптированы к задаче автоматизированного определения степени заинтересованности пользователей в экологических практиках. На основе типологии пользователей собран набор данных и протестированы методы машинного обучения для прогнозирования категории пользователей.

Методы

Типология пользователей с точки зрения их активности в экологических сообществах

На основе анализа работ, сделанного в предыдущем разделе, были выделены четыре группы пользователей по степени их заинтересованности в участии в экологических практиках. В качестве аспектов заинтересованности использовались следующие показатели активности пользователей: членство в экологических сообществах; наличие комментариев и/или реакций «Мне нравится» (лайков) под постами сообщества. По аналогии с типологиями пользователей, описанными ранее [Кметь, 2015; Халилов, 2021], в основе используемой типологии лежат логические оппозиции: активность — неактивность, компетентность в тематике сообщества — некомпетентность.

- *Незаинтересованные пользователи* — пользователи соцсети, не состоящие в экологических сообществах.
- *Пассивные подписчики* — пользователи, состоящие в экологических сообществах, но не проявляющие в них активность, т. е. не оставляющие комментарии и не ставящие лайки.
- *Активные подписчики* — пользователи, состоящие в экологических сообществах и проявляющие активность: оставляют комментарии и/или лайки.
- *Агенты влияния* — наиболее вовлеченная группа активных пользователей, больше других реагирующая на посты сообщества.

Предложенная типология была использована при сборе анонимных данных пользователей социальной сети ВКонтакте. Собранные данные использовались для формирования категорий пользователей и последующего обучения моделей машинного обучения

для автоматизированного определения степени заинтересованности пользователей в участии в экологических практиках.

Формирование категорий пользователей

В качестве источника данных для исследования была рассмотрена социальная сеть ВКонтакте, поскольку она является наиболее популярной в России¹ [Kozitsin, 2023]. В рамках данного исследования предполагается, что пользователи ВКонтакте, заинтересованные в участии в экологических практиках, состоят в сообществах экологической тематики. В качестве источника данных было выбрано сообщество «Экологическое движение „РазДельный Сбор“»² (далее — РС), тематика которого обозначена как «Общественная организация». Сообщество РС регулярно организует различные мероприятия, направленные на формирование и развитие в России новой системы обращения с отходами. Для популяризации своей деятельности общественная организация использует социальные медиа, ее самой представительной онлайн-площадкой является сообщество ВКонтакте [Грабовская, 2019]. Согласно результатам опроса, представленного Пупковой и Грабовской [2019], общество позитивно оценивает вклад РС в процесс формирования новых социокультурных практик обращения с отходами. На момент сбора данных (апрель 2023 г.) в сообществе РС состояло более 85 тысяч пользователей.

С помощью VK API³ и языка программирования Python 3.10.12 были получены анонимные данные с 58 400 открытых страниц (профилей) пользователей, состоящих в экологическом сообществе РС. Для каждой страницы были получены показатели количества комментариев и лайков постов в сообществе РС. На основании анализа активности владельцев полученных страниц в сообществе пользователи были разделены на две группы: 57 537 пользователей, не проявляющих активность в сообществе (не оставлявших комментариев и лайков), и 863 пользователя, реагирующих на посты сообщества. Из первой группы случайным образом были отобраны 400 профилей. Таким образом была сформирована категория *пассивных подписчиков*. Для формирования последней категории — *незаинтересованных пользователей* — были получены данные 400 случайных пользователей социальной сети ВКонтакте, не состоящих в сообществе РС. Итого для проведения экспериментов были отобраны страницы 1 663 пользователей.

Следующим шагом стало разделение группы из 863 пользователей на активных подписчиков и агентов влияния. В настоящее время функционал VK API не позволяет собирать данные об авторах постов в сообществах ВКонтакте, поэтому разделение этих двух категорий выполнялось на основе имеющейся информации о количестве

¹ ВЦИОМ назвал самые популярные соцсети в России // Ведомости. 18.04.2022. <https://www.vedomosti.ru/media/news/2022/04/18/918515-vtsiom-samie-populyarnie-sotsseti#140737497457204> (дата обращения: 14.12.2024).

² Экологическое движение «РазДельный Сбор». <https://vk.com/rsbor> (дата обращения: 13.12.2024).

³ API | VK для разработчиков. <https://dev.vk.com/ru/reference> (дата обращения: 13.12.2024).

комментариев и лайков. Была применена кластеризация методом *k*-средних, на основе которой все страницы пользователей были разделены на два кластера, содержащих 837 и 36 профилей, соответственно. Количество пользователей в категориях оказалось несбалансированным. Наиболее активные пользователи были отнесены к меньшему кластеру, что соответствует утверждению о том, что совокупная доля не более 5% пользователей обеспечивает большую часть общей влияния пользователей [Губанов, Чхартишвили, 2016; Gubanov, 2022]. В данной работе использовались следующие параметры кластеризации: количество кластеров — 2, максимальное количество итераций — 300, критерий толерантности — $1e-4$. Реализация алгоритма выполнялась с помощью библиотеки Scikit-learn [Pedregosa, 2011]. На основании разбиения страниц пользователей, полученного с помощью метода *k*-средних, были сформированы категории *активных подписчиков* и *агентов влияния*.

Формирование набора признаков

В данной работе для прогнозирования степени заинтересованности пользователя в участии в экологических практиках используется перечень тематик его подписок. Для формирования набора признаков была собрана информация о подписках с каждой страницы пользователя, включенной в набор данных. Сбор информации о подписках пользователей осуществлялся в три этапа.

1. Получение списка сообществ, на которые подписан пользователь.
2. Получение тематики сообщества в соответствии с фиксированным списком тематик сообществ ВКонтакте (477 позиций). Тематика иллюстрирует характер информации, размещаемой в сообществе.¹ Так, тематика экологического сообщества РС, на основании которого был построен набор данных, звучит как «Общественная организация». Использование тематик подписок пользователей в качестве признаков позволяет в дальнейшем сделать выводы о схожести к экологической тематике, а также привлекать к экологическим практикам пользователей не в экологических сообществах, но близких по тематике.
3. Формирование вектора подписок пользователя (размер вектора — 477), где каждой тематике сопоставлено количество сообществ данной тематики, на которые подписан пользователь.

Данные о количестве подписок для страниц разных категорий пользователей представлены в табл. 1. В табл. 2 представлены десять наиболее популярных тематик подписок для разных категорий пользователей (в порядке убывания популярности). Тематики, присутствующие в списке самых популярных для всех категорий пользователей, выделены темно-серым цветом. Светло-серым выделены тематики, встречающиеся более чем у одного пользователя. Без выделения цветом остались тематики, входящие в число десяти самых популярных только для одной категории пользователей.

¹ Бизнес ВКонтакте: продвижение. <https://vk.com/biz/article/sozдание-vybor-tipa-i-tematiki> (дата обращения: 13.12.2024).

Табл. 1. Количество подписок для разных категорий пользователей

Table 1. The no. of subscriptions for different user categories

Тип пользователей	Кол-во пользователей	Ср. кол-во подписок	Мин. кол-во подписок у пользователя	Макс. кол-во подписок у пользователя
Агенты влияния	36	162,77	2	1 381
Активные подписчики	827	171,25	1	1 433
Пассивные подписчики	400	128,71	2	1 372
Незаинтересованные пользователи	400	251,49	1	2 536

Табл. 2. 10 наиболее популярных тематик подписок внутри категорий пользователей

Table 2. Top-10 of subscription topics within user categories

№	Агенты влияния	Активные подписчики	Пассивные подписчики	Незаинтересованные пользователи
1	Городское сообщество	Городское сообщество	Образование	Юмор
2	Образование	Образование	Городское сообщество	Творчество
3	Творчество	Творчество	Творчество	Образование
4	Туризм, путешествия	Здоровый образ жизни	Публичная страница	Городское сообщество
5	Общественная организация	Туризм, путешествия	Туризм, путешествия	Кино
6	Здоровый образ жизни	Юмор	Интернет-СМИ	Публичная страница
7	Юмор	Интернет-СМИ	Юмор	Интернет-СМИ
8	Интернет-СМИ	Обучающие курсы	Культура	Музыкальная группа
9	Государственная организация	Культура	Обучающие курсы	Фотография
10	Культура	Родители и дети	Здоровый образ жизни	Туризм, путешествия

В списке тематик сообществ социальной сети ВКонтакте отсутствуют тематики, напрямую указывающие на экологическую направленность сообщества. Это позволяет нам использовать вектор тематик подписок пользователей в качестве признаков для прогнозирования заинтересованности пользователя в экологических практиках. В случае, если бы информация об экологической направленности сообществ явно присутствовала в векторе признаков, использование векторов тематик подписок представлялось бы некорректным.

В социальной сети ВКонтакте отсутствует в явном виде информация о наиболее распространенных тематиках сообществ. Для иллюстрации распределения тематик мы выгрузили данные о 9 962 сообществах ВКонтакте, которые можно найти по ключевым словам «экология», «экологический» или «экологичный». Среди данных сообществ мы отобрали те, в которых состоят не менее 100 человек и в названии кото-

рых встречается подстрока «эко», и визуализировали распределение тематик для них. Далее мы визуализировали распределение тематик для 2 000 случайных сообществ, в которых состоят не менее 100 пользователей, и в названии которых нет подстроки «эко». На рис. 1 и 2 представлены распределения тематик для случайных сообществ и сообществ, найденных по ключевым словам. Тематики, к которым относятся сообщества экологической тематики, довольно разнообразны. В рамках нашего эксперимента все тематики из 15 наиболее распространенных тематик экологических сообществ встретились также среди тематик 2 000 случайных сообществ.



Рис. 1. Распределение тематик 2 000 случайных сообществ ВКонтакте

Fig. 1. The distribution of topics of 2 000 random communities in VKontakte

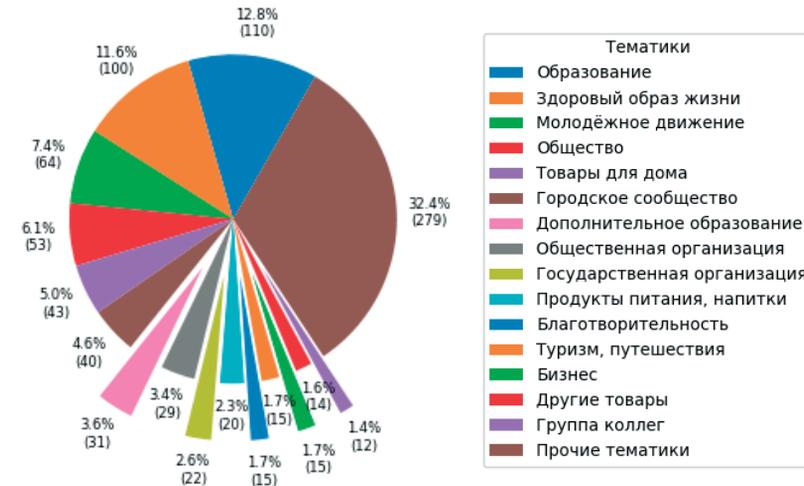


Рис. 2. Распределение тематик экологических сообществ ВКонтакте

Fig. 2. The distribution of topics of green communities in VKontakte

Модели машинного обучения

Для автоматизированной классификации пользователей по степени их заинтересованности в экологических практиках были сравнены восемь базовых алгоритмов классификации. По аналогии с [Вычегжанин, Котельников, 2020] был выбран набор алгоритмов, обеспечивающий методологическое разнообразие за счет разных подходов, лежащих в их основе:

- линейный классификатор — метод опорных векторов (Support Vector Machine, SVM);
- вероятностные классификаторы — гауссовский байесовский классификатор (Gaussian Naive Bayes, GNB), логистическая регрессия (Logistic Regression, LR);
- метрический классификатор — метод k ближайших соседей (k-Nearest Neighbors, kNN);
- логический классификатор — дерево решений (Decision Tree, DT);
- ансамблевые классификаторы — адаптивный бустинг (Adaptive Boosting, AB), градиентный бустинг (Gradient Boosting, GB), случайный лес (Random Forest, RF).

В экспериментах использовалась реализация данных алгоритмов из библиотеки Scikit-Learn [Pedregosa и др., 2011]. Качество алгоритмов оценено при помощи F-меры, которая вычисляется следующим образом:

$$F1 = 2 * \frac{precision * recall}{precision + recall},$$

$$precision = \frac{TP}{TP + FP},$$

$$recall = \frac{TP}{TP + FN},$$

где TP — количество случаев, когда классификатор верно отнес пользователя к рассматриваемой категории, TN — количество случаев, когда классификатор верно утверждает, что пользователь не принадлежит к рассматриваемой категории, FP — количество случаев, когда классификатор неверно отнес пользователя к рассматриваемой категории, FN — количество случаев, когда классификатор неверно утверждает, что пользователь не принадлежит к рассматриваемой категории.

Значения метрики получены путем макроусреднения по всем категориям, т. е. простого усреднения значений F-меры, полученных для каждой категории. Для получения объективных оценок качества классификаторов использовалась кросс-валидация на десять фолдов (десятикратная перекрестная проверка), при которой набор данных десять раз разбивался на обучающую и тестовую подвыборки в соотношении 90:10. При разбиении данных на обучающую и тестовую подвыборки к обучающей подвыборке применялась процедура оверсэмплинга, т. е. случайного дублирования примеров из моноритарных классов до достижения равных размеров категорий. Оверсэмплинг был реализован с помощью библиотеки Imbalanced-learn [Lemaitre и др., 2017]. В результате кросс-валидации были получены десять значений F-меры на контрольных подмножествах данных. Итоговая оценка качества классификатора представляет собой среднее арифметическое этих значений.

Результаты и обсуждение

В табл. 3 представлены итоговые значения F-меры, полученные для каждого классификатора. Три лучших результата выделены серым цветом, наиболее высокий — самым насыщенным оттенком. В наших экспериментах самое высокое значение F-меры было получено с помощью метода RF (85,59%). В целом, три ансамблевых классификатора (AB, GB и RF) показали лучшие результаты. Среди прочих методов самое высокое значение F-меры получено DT (75,25%).

Табл. 3. Результаты

Table 3. Results

Классификатор	SVM	GNB	LR	kNN	DT	AB	GB	RF
F-мера, %	72,53	48,96	64,53	56,54	75,25	75,77	78,08	85,59

Эмпирический анализ ошибок классификатора RF позволил сделать следующие выводы:

- Категория агентов влияния, выделенная с помощью кластеризации методом k-средних на основе комментариев и лайков, лучше других определяется с помощью классификатора. Для данного класса почти отсутствуют ошибки второго рода (когда страницы агентов влияния бывают отнесены к другим классам), однако присутствует некоторое количество ошибок первого рода (когда пользователей других категорий относят к категории агентов влияния).
- Наибольшее число ошибок классификатора связано с неразличением категорий активных и пассивных подписчиков. Вероятно, в дальнейшем следует доработать критерии разделения этих категорий.
- Незаинтересованные пользователи, как и агенты влияния, достаточно качественно выделяются классификатором. Ошибки как правило связаны с тем, что классификатор относит пользователей данной категории к активным или пассивным подписчикам или, наоборот, относит активных и пассивных подписчиков к категории незаинтересованных пользователей.

Исследование было сфокусировано на одной из наиболее распространенных экологических практик — раздельном сборе отходов [Батанина и др., 2021] — на примере сообщества «Экологическое движение „Раздельный Сбор“» в социальной сети ВКонтакте. Это сообщество не только помогает людям разделять отходы, оно также организует отправку сырья на переработку, просветительские мероприятия по продвижению экологической повестки среди детей и взрослых [Пупкова, Грабовская, 2019; Грабовская, 2019].

В табл. 2 показаны 10 наиболее популярных тематик подписок внутри категорий пользователей как входящих в число участников экологического сообщества, так и не входящих. У подписчиков экологических сообществ наиболее распространенными являются три темы: «Городское сообщество», «Образование», «Творчество» — независимо

Кто готов включиться в экологические практики...

от того, являются ли эти подписчики агентами влияния, активными подписчиками или пассивными подписчиками. Кроме того, общими являются и другие темы: «Туризм», «Путешествия», «Юмор», «Интернет-СМИ». Это подтверждает наше предположение, что подписчики экологических сообществ в ВК имеют схожие интересы.

Наибольшее внимания заслуживают темы, наиболее популярные не только среди участников экосообществ, но и среди незаинтересованных пользователей. Мы выявили шесть таких тематик: «Общественная организация», «Государственная организация», «Родители и дети», «Кино», «Музыкальная группа», «Фотография». Это означает, что именно в сообществах такой тематики в ВК следует искать потенциальных участников экологических сообществ и экологических активностей. Также подписчики таких групп могут больше других быть заинтересованы в приобретении экотоваров. Согласно теории практик, постепенное изменения отдельных элементов за счет новых конфигураций с другими практиками, позволит трансформировать всю практику в целом, сделать ее более экологичной [Нун и др., 2017; Shove и др., 2012].

Проведенное исследование дает возможность наполнить новыми значениями, «экологизировать» новые виды деятельности, связанные с гражданским активизмом (участие в решении государственных и общественных задач) и повседневными практиками (родительские практики, музыкальные увлечения и т. д.). Благодаря полученной информации станет возможно увеличить число участников практик раздельного сбора отхода и расширить территориальный охват этой практики за счет включения в нее жителей других территорий. Автоматизация процесса определения таких потенциально заинтересованных пользователей поможет минимизировать затраты на их выявление.

Заключение

В работе представлен подход к формированию набора данных и построению классификатора для задачи автоматизированного определения степени заинтересованности пользователя социальной сети ВКонтакте в участии в экологических практиках. Для решения данной задачи авторами предложена типология пользователей экологических сообществ, разработаны критерии для сбора данных с пользовательских страниц в соответствии с предложенной типологией и проведена оценка эффективности нескольких методов машинного обучения. В наших экспериментах лучший результат получен с помощью метода случайного леса (85,59% по F-мере). Полученные результаты могут найти практическое применение в деятельности экологических объединений. Прогнозирование заинтересованности пользователей в участии в экологических практиках может позволить масштабировать эти практики и привлечь пользователей со схожими интересами к участию в экологических инициативах. Предложенный подход к формированию набора данных носит универсальный характер и может быть использован в сходных задачах анализа активности и интересов пользователей социальных сетей.

В рамках данной работы набор признаков для обучения классификатора был получен на основании тематик подписок пользователя, что позволяет в дальнейшем привлекать к экологическим практикам пользователей, состоящих в сообществах близкой тематики.

Тем не менее, данный подход не использует все современные доступные средства моделирования страниц пользователей социальных сетей. Одним из направлений дальнейшей работы может быть использование текстовых данных со страниц пользователей, а также различных бинарных и категориальных признаков. Оценка эффективности признаков для решения данной задачи также представляется интересной перспективной задачей исследования. В ходе наших экспериментов наибольшее количество ошибок классификатора связано с неразличением категорий активных и пассивных подписчиков — критерии разделения этих категорий подписчиков будут конкретизированы в дальнейшей работе. Более точное разделение возможно с помощью введения более сложного критерия активности подписчиков или проведения кластеризации. Кроме того, для миноритарных категорий пользователей в будущем возможен сбор дополнительных данных.

Определение пользователей, которые могут быть заинтересованы в экологических практиках, может быть полезно организаторам экомероприятий, чтобы вовлекать в них новых участников, а также менеджерам экологических сообществ в социальных сетях, чтобы расширять охват подписчиков. Кроме того, возможность автоматизированного определения заинтересованных пользователей позволит предпринимателям увидеть новые ниши для продажи экологичных товаров и услуг, развития партнерств, конкуренции. На основе знаний о «зеленых» пользователях сообществ возможна разработка стратегий продвижения товаров, логистики и так далее. Кроме того, представленная информация о сообществах может быть использована для продажи услуг группам в соцсетях (в частности, ВКонтакте) для развития рекламы, продвижения, рекомендательных сервисов. Такой продукт может быть интересен предпринимателям и SMM-менеджерам как способ изучения рынка, потребностей как потребителей экологичных товаров и услуг, так и пользователей социальных сетей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Ахтырский А. А. 2022. Объективизация развития экологической культуры в России: социологический анализ // *Телескоп: журнал социологических и маркетинговых исследований*. № 1. С. 16–24.
- Батанина И. А., Бродовская Е. В., Домбровская А. Ю., Парма Р. В. 2021. Экологическая повестка в российском сегменте социальных медиа: результаты анализа больших данных // *Известия Тульского государственного университета. Науки о земле*. № 2. С. 409–428.
- Волков В. В., Хархордин О. В. 2008. *Теория практик*. СПб.: ЕУ в СПб. 297 с.
- Вычегжанин С. В., Котельников Е. В. 2020. Распознавание точки зрения автора текста на основе ансамблей методов отбора признаков и методов классификации // *Cloud of Science*. Том 7. № 1. С. 114–134.
- Глазкова А. В., Захарова О. В., Захаров А. В., Москвина Н. Н., Еникеев Т. Р., Ходырев А. Н., Боровинский В. К., Пупышева И. Н. 2022. Поиск упоминаний экологических практик в социальных сетях с помощью методов классификации текстов // *Моделирование и анализ информационных систем*. Том 29. № 4. С. 316–332.
- Гнедаш А. А. 2022. Четвертая волна феминизма: политический дискурс и лидеры мнений в социальной сети Твиттер // *Вестник РУДН. Серия: Политология*. Том 24. № 1. С. 64–89.

- Грабовская Е. О. 2019. Коммуникативные стратегии при управлении имиджем организации в социальных медиа на примере экологического движения «Раздельный сбор» // Проблемы внедрения результатов инновационных разработок. С. 67–70.
- Губанов Д. А., Чхартшвили А. Г. 2016. Влиятельность пользователей и метапользователей социальной сети // Control Sciences. № 6. С. 12–17.
- Захарова В. А. 2022. Экологические практики молодежи в сфере потребления: аспекты актуализации проблемы // Caucasian Science Bridge. Том 5. № 4 (18). С. 120–125.
- Захарова О. В., Паюсова Т. И., Ахмедова И. Д., Суворова Л. Г. 2021. Зеленые практики: подходы к изучению // Социологические исследования. № 4. С. 25–36.
- Каминская Т. Л., Помигуев И. А., Назарова Н. А. 2019. Экологический активизм в цифровой среде как инструмент влияния на государственные решения // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. Том 153. № 5. С. 382–407.
- Кметь Е. Б. 2015. Выделение поведенческих категорий пользователей социальных сетей как основа разработки контентной стратегии // Практический маркетинг. № 7 (221). С. 9–15.
- Кутянин А. Р. 2017. Рекомендательные системы: обзор основных постановок и результатов // Интеллектуальные системы. Теория и приложения. Том 21. № 4. С. 18–30.
- Лебедева Д. Р. 2021. Человек экологический: повседневные практики заботы об окружающей среде как атрибут современного субъекта в представлениях молодых москвичей // Журнал социологии и социальной антропологии. Том 24. № 2. С. 110–143.
- Низомутдинов Б. А., Видясова Л. А. 2021. Применение автоматизированного сбора информации из сообществ социальных сетей для выявления активных пользователей // International Journal of Open Information Technologies. Том 9. № 12. С. 15–20.
- Пастухов Р. К., Дробышевский М. Д., Турдаков Д. Ю. 2022. Определение влиятельных пользователей социальной сети по двудольному графу комментариев // Труды Института системного программирования РАН (Труды ИСП РАН). Том 34. № 5. С. 127–142.
- Пупкова Ю. В., Грабовская Е. О. 2019. Эколого-просветительский потенциал социальных медиа (на примере онлайн-коммуникаций ассоциации «Раздельный сбор») // Информация и образование: границы коммуникаций. № 11. С. 156–158.
- Сорвина А. Р. 2019. Своеобразие функционирования концептов в экологическом дискурсе (на материале текстов сайта «BELLONA.RU») // Форум молодых ученых. Том 34. № 6. С. 1076–1079.
- Хашилов Д. 2017. Маркетинг в социальных сетях. М.: Манн, Иванов и Фербер. 240 с.
- Черемисова И. В. 2016. Контент-анализ страниц активных пользователей социальной сети «ВКонтакте» // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. Том 16. № 2. С. 74–80.
- Яницкий О. Н. 2010. Экологическое движение как сетевой социально-политический актор // Политическая наука. № 2. С. 109–131.
- Anibaldi R., Rundle-Thiele S., Roemer C. 2021. Theoretical Underpinnings in Research Investigating Barriers for Implementing Environmentally Sustainable Farming Practices: Insights from a Systematic Literature Review // Land. Том 10. № 4. С. 1–24.
- Constantinides E. 2014. Foundations of social media marketing // Procedia — Social and Behavioral Sciences. Том 148. С. 40–57.

- Giddens A. 1979. *Central Problems in Social Theory — Action, Structure and Contradiction in Social Analysis*. Berkeley; Los Angeles: University of California Press. 294 с.
- Giddens A. 1984. *The Constitution of Society*. Berkeley, Los Angeles, University of California Press. 402 с.
- Gubanov D. A. 2022. Methods for analysis of information influence in active network structures // *Automation and Remote Control*. Том 83. № 5. С. 743–754.
- House J. 2019. Modes of Eating and Phased Routinisation: Insect-Based Food Practices in the Netherlands // *Sociology*. Том. 53. № 3. С. 451–467 <https://doi.org/10.1177/0038038518797498>
- Hui A., Schatzki T., Shove E. 2017. *The Nexus of Practices: Connections, constellations, practitioners*. UK: Routledge. 236 с.
- Kozitsin I. V. 2023. Opinion dynamics of online social network users: a micro-level analysis // *The Journal of Mathematical Sociology*. Том 47. № 1. С. 1–41.
- Lemaitre G., Nogueira F., Aridas C. K. 2017. Imbalanced-learn: A Python toolbox to tackle the curse of imbalanced datasets in machine learning // *Journal of machine learning research*. Том 18. № 17. С. 1–5.
- Nash N., Whitmarsh L., Capstick S., Hargreaves T., Poortinga W., Thomas G., Sautkina E., Xenias D. 2017. Climate-relevant behavioral spillover and the potential contribution of social practice theory // *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*. Том 8. № 6. С. 1–32.
- Pedregosa F., Varoquaux G., Gramfort A., Michel V., Thirion B., Grisel O., Blondel M., Prettenhofer P., Weiss R., Dubourg V., Vanderplas J., Passos A., Cournareau D., Brucher M., Perrot M., Duchesnay É. 2011. Scikit-learn: Machine learning in Python // *The Journal of Machine Learning Research*. № 12. С. 2825–2830.
- Shove E., Pantzar M., Watson M. 2012. *The Dynamics of Social Practice: Everyday Life and How it Changes*. United States: SAGE Publications Ltd. 208 с.
- Spaargaren G. 2011. Theories of practices: agency, technology, and culture: exploring the relevance of practice theories for the governance of sustainable consumption practices in the new world-order // *Global Environmental Change*. Том 21. № 3. С. 813–822.
- Zakharova O. V., Glazkova A. V., Pupysheva I. N., Kuznetsova N. V. 2022. The Importance of Green Practices to Reduce Consumption // *Changing Societies & Personalities*. Том 6. № 4. С. 884–905.
- Zakharova O. V., Pupysheva I. N., Payusova T. Y., Zakharov A. V., Sulkarnaeva L. D. 2021. Green Values in Crowdfunding Projects // *Glocalism*. № 1. С. 6.

References

- Akhtirskii, A. A. (2022). Objectification of the development of environmental culture in Russia: Sociological analysis. *Telescope: Journal of Sociological and Marketing Research*, (1), 16–24. [In Russian]
- Batanina, I., Brodovskaya, E., Dombrovskaya, A. & Parma, R. (2021). Environmental agenda in the Russian segment of social media: Results of the big data analysis. *Izvestiya Tula State University*, (2), 409–428. [In Russian]
- Volkov, V. V., & Kharkhordin, O. V. (2008). *Theory of Practice*. EU v SPb. [In Russian]
- Vychegzhanin, S. & Kotelnikov, E. (2020). Stance detection based on ensembles of feature selection and classification methods. *Cloud of Science*, 7(1), 114–134. [In Russian]

- Glazkova, A. V., Zakharova, O. V., Zakharov, A. V., Moskvina, N. N., Enikeev, T. R., Hodyrev, A. N., ... & Pupyshva, I. N. (2022). Detecting mentions of green practices in social media based on text classification. *Modeling and Analysis of Information Systems*, 29(4), 316–332. [In Russian]
- Gnedash, A. A. (2022). The fourth wave of feminism: Political discourse and opinion leaders in Twitter. *RUDN Journal of Political Science*, 24(1), 64–89. [In Russian]
- Grabovskaya, E. O. (2019). Communicative strategies for managing the organization's image in social media using the example of the environmental movement "Separate waste collection." *Problems of Implementing Innovative Technologies' Results* (pp. 67–70). [In Russian]
- Gubarov, D. A., & Chkhartishvili, A. G. (2016). The influence of users and meta users of the social network. *Control Sciences*, (6), 12–17. [In Russian]
- Zakharova, V. A. (2022). Ecological practices of youth in the sphere of consumption: Aspects of actualization of the problem. *Caucasian Science Bridge*, 5(4), 120–125. [In Russian]
- Zakharova, O. V., Payusova, T. I., Akhmedova, I. D., & Suvorova, L. G. (2021). Green Practices: Approaches to Investigation. *Sotsiologicheskie issledovaniya* [Sociological Studies], (4), 25–36. [In Russian]
- Kaminskaya, T. L., Pomiguyev, I. A., & Nazarova, N. A. (2019). Digital Environmental Activism as an Instrument of Influence on Government Decisions. *Monitoring of Public Opinion: Economic and Social Changes*, 153(5), 382–407. [In Russian]
- Kmet, E. B. (2015). Behavioral categories construction of the users of social networks as a basis for the development of the content strategy. *Practical Marketing*, (7), 9–15. [In Russian]
- Kutyarin, A. R. (2017). Recommender systems: overview of main statements and results. *Intelligent Systems. Theory and Applications*, 21(4), 18–30. [In Russian]
- Lebedeva, D. (2021). Homo Ecologicus: Daily Pro-Environmental Practices as an Attribute of The Modern Subject in the Understanding of Young Moscovites. *Journal of Sociology and Social Anthropology*, 24(2), 110–143. [In Russian]
- Nizomutdinov, B. A., & Vidiysova, L. A. (2021). Application of automated collection of information from social network communities to identify active users. *International Journal of Open Information Technologies*, 9(12), 15–20. [In Russian]
- Pastukhov, R. K., Drobyshevskiy, M. D., & Turdakov, D. Yu. (2022). Detecting Influential Users in Social Networks Based on Bipartite Comments Graph. *Proceedings of the Institute for System Programming of the RAS (Proceedings of ISP RAS)*, 34(5), 127–142. [In Russian]
- Pupkova, Yu. V. & Grabovskaya E. O. (2019) Eco-educational potential of social media (the case study of online communications association "Separate waste collection"). *Information and Education: Borders of Communication*, 19(11), 156–158. [In Russian]
- Sorvina, A. R. (2019). The Diversity of Concepts Functioning in Ecological Discourse (Based on Bellona.Ru Texts). *Forum Molodykh Uchenykh*, 34(6), 1076–1079. [In Russian]
- Halilov, D. (2017). *Marketing in Social Networks*. Mann, Ivanov, and Ferber. [In Russian]
- Cheremisova, I. V. (2016). Content analysis of pages of active users of the VKontakte social network. *Vestnik Volgogradskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya 11, Estestvennye Nauki*, (2), 74–80. [In Russian]
- Yanitskiy, O. N. (2010). Ecological movement as an online political actor. *Politicheskaya nauka*, (2), 109–131. [In Russian]

- Anibaldi, R., Rundle-Thiele, S., & Roemer, C. (2021). Theoretical Underpinnings in Research Investigating Barriers for Implementing Environmentally Sustainable Farming Practices: Insights from a Systematic Literature Review. *Land*, 10(4), 1–24.
- Constantinides, E. (2014). Foundations of social media marketing. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*, 148, 40–57.
- Giddens, A. (1979). *Central Problems in Social Theory — Action, Structure and Contradiction in Social Analysis*. University of California Press
- Giddens, A. (1984). *The Constitution of Society*. University of California Press
- Gubanov, D. A. (2022). Methods for analysis of information influence in active network structures. *Automation and Remote Control*, 83(5), 743–754.
- House, J. (2019). Modes of Eating and Phased Routinisation: Insect-Based Food Practices in the Netherlands. *Sociology*, 53(3), 451–467. <https://doi.org/10.1177/0038038518797498>
- Hui, A., Schatzki, T., & Shove, E. (2017). *The Nexus of Practices: Connections, Constellations, Practitioners*. Routledge
- Kozitsin, I. V. (2023). Opinion dynamics of online social network users: a micro-level analysis. *The Journal of Mathematical Sociology*, 47(1), 1–41.
- Lemaitre, G., Nogueira, F., & Aridas, C. K. (2017). Imbalanced-learn: A Python toolbox to tackle the curse of imbalanced datasets in machine learning. *Journal of Machine Learning Research*, 18(17), 1–5.
- Nash, N., Whitmarsh, L., Capstick, S., Hargreaves, T., Poortinga, W., Thomas, G., Sautkina, E., & Xenias, D. (2017) Climate-relevant behavioral spillover and the potential contribution of social practice theory. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 8(6), 1–32.
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., ... & Duchesnay, É. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *The Journal of Machine Learning Research*, (12), 2825–2830.
- Shove, E., Pantzar, M., & Watson, M. (2012) *The Dynamics of Social Practice: Everyday Life and How it Changes*. SAGE Publications Ltd.
- Spaargaren, G. (2011). Theories of practices: agency, technology, and culture: exploring the relevance of practice theories for the governance of sustainable consumption practices in the new world-order. *Global Environmental Change*, 21(3), 813–822.
- Zakharova, O. V., Glazkova, A. V., Pupysheva, I. N., & Kuznetsova, N. V. (2022). The Importance of Green Practices to Reduce Consumption. *Changing Societies & Personalities*, 6(4), 884–905.
- Zakharova, O. V., Pupysheva, I. N., Payusova, T. Y., Zakharov, A. V., & Sulkarnaeva, L. D. (2021). Green Values in Crowdfunding Projects. *Glocalism*, (1), 6.

Информация об авторах

Ольга Владимировна Захарова, кандидат философских наук, руководитель проектного офиса Green Solutions Lab, доцент кафедры государственного и муниципального управления, Тюменский карбоновый полигон (FEWZ-2024-0016), Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия
o.v.zakharova@utmn.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1404-4915>

Анна Валерьевна Глазкова, кандидат технических наук, научный сотрудник проектного офиса Green Solutions Lab, доцент кафедры программного обеспечения, Тюменский карбоновый полигон (FEWZ-2024-0016), Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия
a.v.glazkova@utmn.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8409-6457>

Арсений Николаевич Ходырев, студент, кафедра программного обеспечения, Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия
stud0000247809@study.utmn.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7151-9852>

Софья Денисовна Бессонова, студент, кафедра программного обеспечения, Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия
stud0000260021@study.utmn.ru, <https://orcid.org/0009-0005-8049-6169>

Евгения Олеговна Загайнова, студент, кафедра программного обеспечения, Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия
stud0000200672@study.utmn.ru, <https://orcid.org/0009-0007-8565-962X>

Дарья Владимировна Иванова, студент, кафедра программного обеспечения, Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия
stud0000265221@study.utmn.ru, <https://orcid.org/0009-0008-0291-657X>

Алтынай Есенбаевна Калимова, студент, кафедра программного обеспечения, Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия
stud0000265592@study.utmn.ru, <https://orcid.org/0009-0003-0110-8179>

Анастасия Артемовна Василец, студент, кафедра программного обеспечения, Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия
stud0000265072@study.utmn.ru

Information about the authors

Olga V. Zakharova, Cand. Sci. (Phylos.), Head of the Green Solutions Lab Project Office, Associate Professor, Department of State and Municipal Administration, Carbon Measurement Test Area in Tyumen' Region (FEWZ-2024-0016), University of Tyumen, Tyumen, Russia
o.v.zakharova@utmn.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1404-4915>

Anna V. Glazkova, Cand. Sci. (Tech.), Researcher at the Green Solutions Lab Project Office, Associate Professor, Department of Software, Carbon Measurement Test Area in Tyumen' Region (FEWZ-2024-0016), University of Tyumen, Tyumen, Russia
a.v.glazkova@utmn.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8409-6457>

Arseniy N. Hodyrev, Undergraduate Student, Department of Software, University of Tyumen, Tyumen, Russia
stud0000247809@study.utmn.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7151-9852>

Sofia D. Bessonova, Undergraduate Student, Department of Software, University of Tyumen, Tyumen, Russia
stud0000260021@study.utmn.ru, <https://orcid.org/0009-0005-8049-6169>

Evgeniya O. Zagainova, Undergraduate Student, Department of Software, University of Tyumen, Tyumen, Russia
stud0000200672@study.utmn.ru, <https://orcid.org/0009-0007-8565-962X>

Darya V. Ivanova, Undergraduate Student, Department of Software, University of Tyumen,
Tyumen, Russia

stud0000265221@study.utmn.ru, <https://orcid.org/0009-0008-0291-657X>

Altynai E. Kalimova, Undergraduate Student, Department of Software, University of Tyumen,
Tyumen, Russia

stud0000265592@study.utmn.ru, <https://orcid.org/0009-0003-0110-8179>

Anastasija A. Vasilec, Undergraduate Student, Department of Software, University of Tyumen,
Tyumen, Russia

stud0000265072@study.utmn.ru