

УДК 004.942
DOI: 10.25559/SITITO.16.202004.1010-1019

Оригинальная статья

Мультиэвристический подход к анализу интернет-пространства для комплексной оценки факторов риска развития социально значимых заболеваний нервной системы у детей и молодежи

С. В. Пивнева, Н. Г. Витковская, Д. А. Денисова*

ФГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет», г. Москва, Российская Федерация

129226, Российская Федерация, г. Москва, ул. Вильгельма Пика, д. 4. с. 1

* dina_d_05@mail.ru

Аннотация

Работа направлена на комплексное изучение взаимодействия человека и интернет-технологий на современном этапе глобального развития методы нейрофизиологии и социальных наук. Особенностью нашего исследования состоит в применении мультиэвристического подхода к анализу интернет-пространства для комплексной оценки факторов риска развития социально значимых заболеваний нервной системы у детей и молодежи. В исследовании определена именно группа детей и молодежи студенческого возраста, поскольку имеется большой опыт работы с этой возрастной категорией. Основным в работе является разработка и реализация эвристических алгоритмов, включающих целый комплекс эвристик – это мультиэвристический подход. Рассмотрено понятие социокультурных матриц инкапсуляции и предложено его распространение на инкапсуляцию групп в интернет-пространстве. Представлены задачи исследования, состоящие в математическом моделировании интернет-пространства с помощью вектора смежности (вектора степеней) 2-го порядка и решение обратной задачи восстановления по заданным характеристикам как подход к исследованию адекватности сгенерированных моделей социальных, гендерных и возрастных групп, разработке подхода к формированию метрик для определения структуры интернет-сообществ: множества социальных, гендерных, возрастных и т.п. групп. Также определены социокультурные матрицы инкапсуляции в интернет-пространстве на основе разработанных метрик. Разработаны оригинальные алгоритмы кластеризации ситуаций при анализе инкапсулированных групп. Разработаны эвристические алгоритмы для анализа интернет-пространства с применением кластеризации ситуаций. При этом кластеризация применяется для определения структуры сообществ, в частности для выявления, например, социальных группы со схожими интересами или другими общими признаками. Данные, отражающие графы, описывают круги сообществ, а число вершин графа отождествляется с количеством пользователей, входящих в данный круг. Время генерации (восстановления) графа в модели можно считать временем проверки адекватности.

Ключевые слова: мультиэвристический подход, интернет-пространство, социокультурные матрицы инкапсуляции, кластеризация.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Пивнева, С. В. Мультиэвристический подход к анализу интернет-пространства для комплексной оценки факторов риска развития социально значимых заболеваний нервной системы у детей и молодежи / С. В. Пивнева, Н. Г. Витковская, Д. А. Денисова. – DOI 10.25559/SITITO.16.202004.1010-1019 // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2020. – Т. 16, № 4. – С. 1010-1019.

© Пивнева С. В., Витковская Н. Г., Денисова Д. А., 2020



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



Multi-Heuristic Approach to Analyze of Internet Space for an Integrated Assessment of Risk Factors of the Development of Socially Significant Diseases of the Nervous System in Children and Youth

S. V. Pivneva, N. G. Vitkovskaya, D. A. Denisova*

Russian State Social University, Moscow, Russian Federation

4 build. 1 Wilhelm Pieck St., Moscow 129226, Russian Federation

* dina_d_05@mail.ru

Abstract

The work is aimed at a comprehensive study of the interaction of man and Internet technologies at the present stage of global development, methods of neurophysiology and social sciences. A feature of our study is the application of a multi-heuristic approach to the analysis of the Internet space for a comprehensive assessment of risk factors for the development of socially significant diseases of the nervous system in children and youth. The study determined precisely the group of children and youth of student age, since there is extensive experience working with this age category. The main work is the development and implementation of heuristic algorithms that include a whole range of heuristics - this is a multi-heuristic approach. The concept of sociocultural encapsulation matrices is considered, and its distribution to the encapsulation of groups in the Internet space is proposed. The research tasks are presented, consisting in the mathematical modeling of Internet space using the adjacency vector (degree vector) of the 2nd order and the solution of the inverse recovery problem for the given characteristics as an approach to studying the adequacy of the generated models of social, gender and age groups, developing an approach to the formation of metrics to determine the structure of online communities: a variety of social, gender, age, etc. groups. The sociocultural encapsulation matrices in the Internet space are also determined based on the developed metrics. Original algorithms for clustering situations in the analysis of encapsulated groups have been developed. Heuristic algorithms have been developed for analyzing Internet space using clustering situations. Moreover, clustering is used to determine the structure of communities, in particular, to identify, for example, social groups with similar interests or other common features. The data reflecting the graphs describe the circles of communities, and the number of vertices of the graph is identified with the number of users included in this circle. The time of generation (recovery) of the graph in the model can be considered the time of checking the adequacy.

Keywords: Multi-heuristic approach, Internet space, sociocultural encapsulation matrices, clustering.

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Pivneva S.V., Vitkovskaya N.G., Denisova D.A. Multi-Heuristic Approach to Analyze of Internet Space for an Integrated Assessment of Risk Factors of the Development of Socially Significant Diseases of the Nervous System in Children and Youth. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2020; 16(4):1010-1019. DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.16.202004.1010-1019>



Ведение

Общее и профессиональное образование конца XX – начала XXI века в России кардинально изменилось, что связано с необходимостью влиться в общемировое образовательное пространство, а также социальным заказом на выпускников, умеющих ориентироваться в мире постоянно меняющихся технологий и, как следствие, обладающих навыками самостоятельной учебной деятельности. Сегодня на рынке труда востребованы специалисты, способные мобильно и гибко реагировать на требования профессиональной и социальной сфер, создавать инновационные продукты и внедрять их в производство. Парадигма «обучение на всю жизнь» поменялась на «обучение через всю жизнь», поскольку это способствует профессиональному и социальному самоопределению личности [1]. Индивидуальная образовательная траектория является механизмом формирования навыка самоопределения.

Образовательная траектория в новых условиях рассматривается как индивидуализация профессионального и социального становления личности. Сущностью индивидуальных образовательных траекторий является осознанный и ответственный выбор субъектом формирования и реализации своего профессионально-образовательного потенциала. Как правило, человек ориентируется на собственные ценностно-смысловые ориентации, интеллектуальные и физические возможности – одним словом, на внутренние факторы построения индивидуальной образовательной траектории. Однако без внешних факторов ее построения – системы образования, возможностей образовательных организаций, квалификации педагогических работников – реализация также не осуществима.

Потребность в переходе на индивидуальные образовательные траектории отражена в нормативной базе российского образования.

Методологической основой Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОСов) общего и профессионального образования, принятых в 2010 году, являются системно-деятельностный и компетентностный подходы [2].

Суть системно-деятельностного подхода, в частности, отражена в общих положениях ФГОС основного общего образования. В нормативном документе написано, что данный подход обеспечивает:

- « - формирование готовности к саморазвитию и непрерывному образованию;
- проектирование и конструирование социальной среды развития обучающихся в системе образования;
- активную учебно-познавательную деятельность обучающихся;
- построение образовательного процесса с учётом индивидуальных возрастных, психологических и физиологических особенностей обучающихся».

То есть перед образованием ставится задача обеспечения роста доли «самостоятельных» обучающихся с индивидуальными

ми образовательными траекториями. С принятием ФГОСов нового поколения названная тенденция только усиливается.

Кроме того, современные ФГОСы нацелены на определенные результаты образования, что диктует компетентностный подход. В отличие от «знаниевой» модели обучения, в центре которой находится учитель/преподаватель как основной транслятор нового, и задача обучающихся заключается в овладении суммой дискретных знаний, умений и навыков, не всегда связанных с реальной практической деятельностью, компетентностная модель ставит в центр образовательного процесса личность обучающегося с ее потребностями, способностями, интересами, а также акцентирует внимание на результате его образовательной деятельности. Итогом такого образовательного процесса является достижение обучающимися конкретных личностных, метапредметных и предметных результатов, достичь которых возможно лишь с переходом на персонализацию образования.

Права обучающихся, связанные с элементами реализации индивидуальной образовательной траектории, закреплены в ст. 34 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»¹:

«Обучающимся предоставляются академические права на: <...>3) обучение по индивидуальному учебному плану, в том числе ускоренное обучение, в пределах осваиваемой образовательной программы в порядке, установленном локальными нормативными актами;

4) участие в формировании содержания своего профессионального образования при условии соблюдения федеральных государственных образовательных стандартов среднего профессионального и высшего образования, образовательных стандартов в порядке, установленном локальными нормативными актами (указанное право может быть ограничено условиями договора о целевом обучении);

5) выбор факультативных (необязательных для данного уровня образования, профессии, специальности или направления подготовки) и элективных (избираемых в обязательном порядке) учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) из перечня, предлагаемого организацией, осуществляющей образовательную деятельность (после получения основного общего образования);

6) освоение наряду с учебными предметами, курсами, дисциплинами (модулями) по осваиваемой образовательной программе любых других учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), преподаваемых в организации, осуществляющей образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), одновременное освоение нескольких основных профессиональных образовательных программ».

Одной из задач эффективного развития российского образования, отраженной в «Концепции Федеральной целевой программы развития образования на 2016-2020 годы»², является «внедрение новых вариативных образовательных программ

¹ Об образовании в Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (последняя редакция): принят Государственной Думой 21 декабря 2012 г. [Электронный ресурс] // Консультант Плюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174 (дата обращения: 10.06.2020).

² Распоряжение Правительства РФ от 29.12.2014 № 2765-р «О Концепции Федеральной целевой программы развития образования на 2016 - 2020 годы». [Электронный ресурс] // Консультант Плюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173677_140174 (дата обращения: 10.06.2020).



на основе индивидуализации образовательных траекторий с учетом личностных свойств, интересов и потребностей обучающегося» [3]. Кроме того, в данной Концепции одним из целевых показателей реализации является «доля образовательных организаций высшего образования, в которых внедрены индивидуальные учебные планы на вариативной основе».

Особенности применения мультиэвристического подхода к анализу интернет-пространства

Работа направлена на комплексное изучение взаимодействия человека и интернет-технологий на современном этапе глобального развития методы нейрофизиологии и социальных наук. Особенностью нашего исследования состоит в применении мультиэвристического подхода к анализу интернет-пространства для комплексной оценки факторов риска развития социально значимых заболеваний нервной системы у детей и молодежи [4]. Наша группа в исследовании определяет именно группу детей и молодежи студенческого возраста, поскольку мы имеем большой опыт работы с этой возрастной категорией. Мы предполагаем, что результаты можно будет распространить и на более возрастные группы населения. Считаем, что именно дети и молодежь является самой уязвимой категорией интернет-пользователей, первой попадающей в зону риска развития социально значимых заболеваний нервной системы. Большинство задач дискретной оптимизации являются труднорешаемыми, т.е. на сегодняшний день для них нет алгоритмов, решающих такие задачи за время, ограниченное некоторым полиномом относительно размера входных данных, и возможно, таких алгоритмов не существует вообще. Трудными также считаются задачи, для которых полиномиальная разрешимость доказана – однако (пока) неизвестны полиномиальные алгоритмы небольших степеней [5]. В то же время оптимизационные задачи выступают в качестве моделей для огромного количества практических задач, возникающих в самых разных сферах практической деятельности, в частности задача моделирования социально-экономических факторов инновационного развития региона. Для эффективного решения задач реальных размерностей применение точных алгоритмов на практике невозможно, поскольку требуют слишком больших затрат машинного времени и памяти. К настоящему времени разработано значительное количество методов для решения задач дискретной оптимизации [6]. Однако решение практических задач требует поиска новых, более эффективных моделей и алгоритмов поиска точных и приближенных решений. Таким образом, исследования в области алгоритмизации труднорешаемых задач остаются по-прежнему актуальными, а их результаты имеют большое практическое значение.

Основным в работе является разработка и реализация эвристических алгоритмов, включающих целый комплекс эвристик – это мультиэвристический подход [7]. Поскольку на практике требуется решение оптимизационных задач в реальном времени, то эффективным является применение т.н. anytime-алгоритмов, которые в каждый определённый момент работы имеют лучшее (на данный момент) приближенное решение. При этом пользователь может просматривать эти псевдооптимальные решения в режиме реального вре-

мени, а последовательность таких решений в пределе даёт оптимальное решение. В данной работе исследуется подход к построению anytime-алгоритмов для задач дискретной оптимизации с применением кластеризации подзадач (ситуаций) в целях получения более близкого к оптимальному решению за более короткое время.

Очень похожий вариант алгоритма кластеризации был описан в одной из публикаций М.Гончарова. Кратко суть этих похожих подходов к кластеризации (а также их отличий от иных подходов) можно изложить следующим образом. Большинство известных алгоритмов кластеризации в результате своей работы дают такие кластеры, геометрия которых подчиняется некоторым сильным ограничениям: в первую очередь, каждый кластер должен принадлежать отдельному выпуклому множеству. А в предлагаемом подходе этого ограничения на результат работы не налагается.

Ещё ближе к нашим возможным работам – рандомизированные алгоритмы. Оптимизационные задачи для различных дискретных объектов (в первую очередь – для т.н. ветвящихся программ, связь которых с конечными автоматами очевидна) были выполнены с помощью рандомизированных алгоритмов Фрейвальдсом (1977), Заурхофом (1999), Дицфельбингером, Кутыловским и Рейшукком (1994), а также Громковичем и Заурхофом (2000 и 2003).

В наших алгоритмах при работе с ситуациями (обычно – подзадачами решаемой ЗДО, либо позициями программируемой интеллектуальной недетерминированной игры) мы нередко применяем алгоритмы табуированного поиска, либо поиска с переменной глубиной Кернигана-Лина. Однако после работ Гловера (1986) и Хансена (также 1986) нам неизвестно новых статей, интересных для наших задач. Среди групп эвристических алгоритмов нами применяются генетические (для настройки коэффициентов функции риска, свободных параметров вспомогательных алгоритмов МВГ и др.). И среди современных работ по описанию применения генетических алгоритмов для близких к нашим объектов стоит отметить работы Бранке, Миддендорфа и Шнейдера (1998), а также Джалстрома и Рэйдла (2000 и 2003). В этих работах описана иногда используемая нами идея применения генетических алгоритмов для эволюции некоторых оптимизационных характеристик (параметров управления) – вместо непосредственной оптимизации особей (допустимых решений). И можно также сказать, что многие из наших версий генетических алгоритмов представляют собой вариант островной модели (Шмек, Бранке и Колморген, 2000). Очень интересные подходы к вершинной минимизации НКА приведены в ряде работ Полака (2000, 2004, 2005). Однако он все же далёк как от применения таблиц соответствий состояний, так и вообще от описания на основе своих работ эвристических алгоритмов минимизации НКА больших размерностей. У нашей группы есть ряд работ по анализу интернет-пространства. В частности, социальные сети наиболее адекватно моделируются с помощью описанного статьи [8] вектора смежности (вектора степеней) 2-го порядка. Вследствие этого задачу восстановления графа по заданным характеристикам, в число которых входит вектор степеней 2-го порядка, можно рассматривать как возможный подход к исследованию адекватности сгенерированных моделей социальных сетей. Стоит отметить,



что мы используем описанный в статье метод кластеризации массива данных перестановками на основе т.н. задачи коммивояжера. При этом кластеризация необходима для определения структуры сообществ – чтобы выявить, например, социальные группы со схожими интересами или другими общими признаками. Результаты практической работы компьютерных программ, отражающие ранее проведенное математическое моделирование, приведены в статье. Данные, отражающие графы, описывают круги сообществ, число вершин графа можно отождествить с количеством пользователей, входящих в данный круг, а время генерации (восстановления) графа в нашей модели можно считать временем проверки адекватности. Задача определения схожести ДНК является частным случаем задачи неточного сопоставления последовательностей [9]. «Неточность» заключается в том, что при сравнении строк имеется возможность распознать схожие последовательности – даже несмотря на возможные ошибки и искажения в них, например, изменение, удаление или вставку нескольких символов. Количество таких искажений задаёт метрику на множестве строк, которая определяется по минимальному количеству операций редактирования, позволяющих получить из одной строки другую. Эта задача встречается во многих областях. Например, сравнение генов, хромосом и белков является одной из важнейших задач и одним из основных инструментов молекулярной биологии и биоинформатики. Точное сравнение цепочек нуклеотидов здесь неприемлемо из-за наличия ошибок в данных, а также из-за возможных мутаций. Неточное сопоставление осуществляется так же, как и при обработке обычного текста. Одна из метрик, получаемая при сравнении слов – расстояние Левенштейна – используется для исправления ошибок, для повышения качества распознавания отсканированных документов, для поиска в информационных системах и базах данных. Для нахождения приближенного решения существуют различные алгоритмы в разных предметных областях, например, для поиска в базах данных генетической информации широко применяется алгоритм BLAST ([9] и др.), аппроксимирующий алгоритм Нидлмана-Вунша.

Представление понятия социокультурной матрицы инкапсуляции для анализа групп в интернет-пространстве

Одним из векторов, позволяющих наблюдать изменения социальных структур, считаются «точки перехода», которыми являются социокультурные матрицы инкапсуляции. Понятие «культурная инкапсуляция» в социальных науках было предложено психологом К. Ренном [10]. Культурная инкапсуляция – это психологическая модель самозащиты индивида от давления окружающей инокультурной среды. Учёный предложил образную модель кокона, замкнутого индивидуального социокультурного пространства, позволяющего индивиду сохранять свои социокультурные ценности и мировоззрение

в ситуациях постоянных трансформаций контекстов его жизнедеятельности: экономических, политических, социальных, культурных [11].

Эта тема находит своё продолжение в зарубежных исследованиях других учёных. Культурная инкапсуляция в большинстве научных публикаций осмысливается в дискурсах психологических наук, меньше – социологических. В отечественном социальном познании подходы к данной проблематике только начинают оформляться, и здесь можно выделить работу М. С. Куропятник. Коллективная матрица инкапсуляции формировала новые подходы к кросс-культурной компетенции, она формировалась на основе единого языка межкультурного общения сленгового языка³. Таким образом, модель инкапсуляции помогает идентифицировать механизмы обретения и формирования идентичности различных этносов в контексте их геокультурного и геополитического измерения. Центральная роль здесь была отведена идентитету и признанию: люди хотят, чтобы их убеждения и культуру ценили, особенно если они отличаются от убеждений и культуры большинства [12]. Здесь же встает вопрос дефицита внимания у детей и подростков и, как следствие, развитие в некоторых случаях нейропсихологических нарушений. Этот аспект отмечен в работах в области нейрофизиологии профессором, доктором медицинских наук, заведующим кафедрой неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики педиатрического факультета Российского национального исследовательского медицинского университета имени Н.И. Пирогова Минздрава России Заваденко Николем Николаевичем⁴ [13], [23], [24].

Цель: Применение мультиэвристического подхода к анализу интернет-пространства для комплексной оценки факторов риска развития социально значимых заболеваний нервной системы у детей и молодежи.

Задачи:

1. Математическое моделирование интернет-пространства с помощью вектора смежности (вектора степеней) 2-го порядка и решение обратной задачи восстановления по заданным характеристикам как подход к исследованию адекватности сгенерированных моделей социальных, гендерных и возрастных групп.
2. Разработка подхода к формированию метрик для определения структуры интернет-сообществ: множества социальных, гендерных, возрастных и т.п. групп.
3. Определение социокультурных матриц инкапсуляции в интернет-пространстве на основе разработанных метрик.
4. Разработка оригинальных алгоритмов кластеризации ситуаций при анализе инкапсулированных групп.
5. Разработка и реализация эвристических алгоритмов для анализа интернет-пространства с применением кластеризации ситуаций.
7. Уточнение спектра нарушений по каждой из форм инкапсулированных групп и предварительная оценка характера психоневрологических нарушений в зависимости от интернет-поведения.

³ Юдина Т. Н. Словник социальных болезней современной России // Гигиена культуры: общий концепт и виды социальной болезни / Отв. ред. И. Мадьяри-Бек, Т. Н. Юдина, Т. Ю. Кирилина. М.: РУСАЙНС, 2016. С. 157-172.

⁴ Заваденко Н. Н. Гиперактивность и дефицит внимания в детском возрасте. М.: Изд-во Юрайт, 2019. 274 с.



8. Разработка подходов к установлению интернет-контактов с детьми и молодежью для оказания им психологической помощи, для улучшения способов профилактики заболеваний и предотвращения осложнений.
9. Разработка междисциплинарного алгоритма анализа интернет-пространства для комплексной оценки факторов риска развития социально значимых заболеваний нервной системы и способов профилактики на основе международного стандарта.

Предлагаемые подходы и методы, их обоснование для реализации цели и задачи исследований

Мультиэвристический подход, включающих целый комплекс эвристик, в т.ч. применение т.н. anytime-алгоритмов, которые в каждый определённый момент работы имеют лучшее (на данный момент) приближенное решение. При этом пользователь может просматривать эти псевдооптимальные решения в режиме реального времени, а последовательность таких решений в пределе даёт оптимальное решение. В данной работе исследуется подход к построению anytime-алгоритмов для задач дискретной оптимизации с применением кластеризации подзадач (ситуаций) в целях получения более близкого к оптимальному решения за более короткое время [14].

Отличие авторского алгоритма от алгоритмов состоит в способе применения заранее заданной метрики. Если говорить неформально, то сходство предлагаемого алгоритма с большинством других алгоритмов (принадлежащих этой же группе, т.е. "Hierarchical Clustering Algorithms") состоит в том, что в качестве «положительной характеристики» используется минимальное расстояние между кластерами. А основное его отличие – в том, что в качестве «отрицательной характеристики» используется не максимальное расстояние среди элементов одного кластера, а минимальный шаг, применяя который можно построить последовательность попарно близких друг к другу элементов, включающую все элементы кластера. Для вычисления расстояния используются несколько вариантов метрик [15-17].

В процессе решения некоторой задачи дискретной оптимизации с помощью anytime-алгоритмов, основанных на методе ветвей и границ, перебор допустимых решений сокращается за счет построения подзадач. Значительная часть времени при обработке подзадачи тратится на выбор разделяющего элемента. Принадлежность подзадачи к одному кластеру увеличивает вероятность применения для них одного и того же разделяющего элемента, что позволяет уменьшить общее время обработки подзадач. Для решения задач больших размерностей предлагается следующая эвристика. В таких задачах очень много времени тратится на предварительную генерацию множества потенциальных разделяющих элементов. Как видно из рассмотренных выше примеров (задач минимизации недетерминированных конечных автоматов и дизъюнктивных нормальных форм), вспомогательные алгоритмы для такой генерации весьма

сложны. В этом случае можно организовать попеременную работу двух вариантов МВГ – «малого» (предназначенного для генерации множества разделяющих элементов) и «большого» (решающего основную задачу и работающего с уже имеющимся множеством таких элементов). Отметим, что данный вспомогательный алгоритм близок к теме распределённых (параллельных) вычислений⁵ [18-20].

Мы не ставим самой важной целью создание аппроксимационных алгоритмов – однако как одну из возможных целей мы имеем ее в виду. Наши подходы по описанию аппроксимационных алгоритмов и доказательству получаемых аппроксимационных отношений взяты из классической монографии Гэри и Джонсона (1979), а также из более современной монографии, посвященной аппроксимационным алгоритмам (Аузелло, Крешензи и др., 1999). В будущем мы предполагаем возможную разработку т.н. двойственных аппроксимационных алгоритмов (Хохбаум и Шмойс, 1987 – нечто аналогичное можно реализовать и для задач минимизации НКА) [21].

В процессе решения некоторой задачи дискретной оптимизации с помощью anytime-алгоритмов, основанных на методе ветвей и границ, перебор допустимых решений сокращается за счет построения подзадач. Значительная часть времени при обработке подзадачи тратится на выбор разделяющего элемента. Принадлежность подзадачи к одному кластеру увеличивает вероятность применения для них одного и того же разделяющего элемента, что позволяет уменьшить общее время обработки подзадач.

Мы опираемся на ряд работ по анализу интернет-пространства. В частности, социальные сети наиболее адекватно моделируются с помощью описанного в статье [22] вектора смежности (вектора степеней) 2-го порядка. Вследствие этого задачу восстановления графа по заданным характеристикам, в число которых входит вектор степеней 2-го порядка, можно рассматривать как возможный подход к исследованию адекватности сгенерированных моделей социальных сетей. Стоит отметить, что мы используем описанный в статье метод кластеризации массива данных перестановками на основе т.н. задачи коммивояжера. При этом кластеризация необходима для определения структуры сообществ – чтобы выявить, например, социальные группы со схожими интересами или другими общими признаками. Результаты практической работы компьютерных программ, отражающие ранее проведённое математическое моделирование, приведены в статье. Данные, отражающие графы, описывают круги сообществ – число вершин графа можно отождествить с количеством пользователей, входящих в данный круг, а время генерации (восстановления) графа в нашей модели можно считать временем проверки адекватности.

Заключение

Одним из важнейших направлений в работе является разработка и реализация эвристических алгоритмов, включающих целый комплекс эвристик – это мультиэвристический подход. У нашей группы есть ряд работ по анализу интернет-пространства. В частности, социальные сети наиболее адекватно моде-

⁵ Параллельная реализация задач дискретной оптимизации на основе мультиэвристического подхода: монография / Б. Ф. Мельников, С. В. Пивнева, Е. А. Мельникова, В. Н. Рудницкий. Самара: ООО «Издательство АСГАРД», 2017. 70 с.



лируется с помощью вектора смежности (вектора степеней) 2-го порядка. Вследствие этого задачу восстановления графа по заданным характеристикам, в число которых входит вектор степеней 2-го порядка, можно рассматривать как возможный подход к исследованию адекватности сгенерированных моделей социальных сетей. Стоит отметить, что мы используем описанный в статье метод кластеризации массива данных перестановками на основе т.н. задачи коммивояжера. При этом кластеризация необходима для определения структуры сообществ – чтобы выявить, например, социальные группы со схожими интересами или другими общими признаками [25]. Данные, отражающие графы, описывают круги сообществ, число вершин графа можно отождествить с количеством пользователей, входящих в данный круг, а время генерации (восстановления) графа в нашей модели можно считать временем проверки адекватности.

Одним из векторов, позволяющих наблюдать изменения социетальных структур, считаются «точки перехода», которыми являются социокультурные матрицы инкапсуляции. Нашей группой впервые вводится понятие «инкапсулированной группы в интернет-пространстве». Это понятие обосновано, подтверждено эмпирическими данными и распространено в сквозном векторном направлении по возрастным, гендерным и социальным группам. Впервые определены социокультурные матрицы инкапсуляции в интернет-пространстве на основе разработанных метрик.

Список использованных источников

- [1] Витковская, Н. Г. Информационная компетентность студентов как одно из условий индивидуального обучения / Н. Г. Витковская // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2015. – № 2(18). – С. 70-78. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23882630> (дата обращения: 10.06.2020). – Рез. англ.
- [2] Витковская, Н. Г. К вопросу о формировании информационной компетентности будущих журналистов в процессе их обучения в вузе / Н. Г. Витковская // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2013. – № 3(13). – С. 79-88. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21018366> (дата обращения: 10.06.2020). – Рез. англ.
- [3] Апанасюк, Л. А. Социально-психологические условия оптимизации межкультурного взаимодействия в образовательном пространстве вуза / Л. А. Апанасюк, А. А. Солдатов. – DOI 10.17922/2071-5323-2017-16-5-143-150 // Ученые записки Российского государственного социального университета. – 2017. – Т. 16, № 5(144). – С. 143-150. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32761853> (дата обращения: 10.06.2020). – Рез. англ.
- [4] Pivneva, S. V. Applying an Algorithm for Vertex Minimization of Non-deterministic Finite Automata (NFA) on the Basis of a Multi-heuristic Approach for Studying Social and Economic Performances of Region / S. V. Pivneva, T. N. Ivanova, G. V. Akhmetzhanova, A. A. Kurilova, J. A. Anisimova. – DOI 10.1007/978-3-030-00102-5_87 // The Future of the Global Financial System: Downfall or Harmony. ISC 2018. Lecture Notes in Networks and Systems; ed. by E. Popkova. – Springer, Cham. – 2019. – Vol. 57. – Pp. 813-818.
- [5] Пивнева, С. В. Математическое моделирование процесса обучения и самообучения на основе мультиэвристического подхода / С. В. Пивнева, Н. А. Купцов // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2015. – Т. 11, № 2. – С. 121-126. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26167478> (дата обращения: 10.06.2020). – Рез. англ.
- [6] Пивнева, С. В. Бесконечно сложная задача о классификации s-наборов некоммутирующих матриц / С. В. Пивнева, Б. Ф. Мельников, Н. А. Купцов // CEUR Workshop Proceedings. Selected Papers of the First International Scientific Conference Convergent Cognitive Information Technologies. Convergent 2016. (Moscow, Russia, November 25-26, 2016). – 2016. – Т. 1763. – С. 56-63. – URL: <http://ceur-ws.org/Vol-1763/paper07.pdf> (дата обращения: 10.06.2020). – Рез. англ.
- [7] Melnikov, V. F. Multi-heuristic and game approaches in search problems of the graph theory / V. F. Melnikov, E. A. Melnikova, S. V. Pivneva, N. P. Churikova, V. A. Dudnikov, M. Y. Prus // Proceedings of the International Conference Information Technology and Nanotechnology (ITNT 2018). – Samara: Novaya tehnika, 2018. – Pp. 2884-2892. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34895071> (дата обращения: 10.06.2020).
- [8] Мельников, Б. Ф. Мультиэвристический подход к сравнению качества определяемых метрик на множестве последовательностей ДНК / Б. Ф. Мельников, С. В. Пивнева, М. А. Трифонов. – DOI 10.25559/SITITO.2017.2.235 // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2017. – Т. 13, № 2. – С. 89-96. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30258646> (дата обращения: 10.06.2020). – Рез. англ.
- [9] Melnikov, V. F. Various algorithms, calculating distances of DNA sequences, and some computational recommendations for use such algorithms / V. F. Melnikov, S. V. Pivneva, M. A. Trifonov // CEUR Workshop Proceedings. Proceedings of the International conference Information Technology and Nanotechnology. Session High-Performance Computing (Samara, Russia, 24-27 April, 2017). – 2017. – Vol. 1902. – Pp. 43-50. – URL: <http://ceur-ws.org/Vol-1902/paper8.pdf> (дата обращения: 10.06.2020).
- [10] Юдина, Т. Н. Безопасность личности и виктимные опасения / Т. Н. Юдина, Е. В. Фролова, Д. К. Танатова, И. В. Долгорукова, О. В. Родимушкина // Журнал социологии и социальной антропологии. – 2017. – Т. 20, № 1. – С. 114-127. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29159442> (дата обращения: 10.06.2020). – Рез. англ.
- [11] Фирсов, М. В. Особенности процессов инкапсуляции в условиях многовекторных координат российского общества / М. В. Фирсов, Т. Н. Юдина, А. А. Черникова. – DOI 10.21209/2500-171X-2017-12-3-30-40 // Ученые записки Забайкальского государственного университета. – 2017. – Т. 12, № 3. – С. 30-40. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30122740> (дата обращения: 10.06.2020). – Рез. англ.



- [12] Куропятник, М. С. Культурная инкапсуляция: контексты и интерпретации социокультурных процессов / М. С. Куропятник // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 12. Психология. Социология. Педагогика. – 2015. – № 3. – С. 135-141. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24356759> (дата обращения: 10.06.2020). – Рез. англ.
- [13] Заваденко, Н. Н. Синдром дефицита внимания с гиперактивностью у детей: эффективность фармакотерапии гопантеновой кислотой / Н. Н. Заваденко, Н. Ю. Суворинова, А. Н. Заваденко. – DOI 10.20953/1817-7646-2018-2-11-18 // Вопросы практической педиатрии. – 2018. – Т. 13, № 2. – С. 11-18. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35095699> (дата обращения: 10.06.2020). – Рез. англ.
- [14] Мельников, Б. Ф. Мультипликативный подход к технике для определения литературного стиля автора / Б. Ф. Мельников, С. В. Пивнева // CEUR Workshop Proceedings. Selected Papers of the XI International Scientific-Practical Conference Modern Information Technologies and IT-Education. SITITO 2016 (Moscow, Russia, November 25-26, 2016). – 2016. – Т. 1761. – С. 311-315. – URL: <http://ceur-ws.org/Vol-1761/paper40.pdf> (дата обращения: 10.06.2020).
- [15] Панов, А. Н. Инварианты коприсоединенных представлений регулярных факторов / А. Н. Панов // Алгебра и анализ. – 2010. – Т. 22, № 3. – С. 222-247. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20730064> (дата обращения: 10.06.2020).
- [16] Мельников, Б. Ф. Оценка алгоритмов расчета расстояния строк ДНК / Б. Ф. Мельников, С. В. Пивнева, М. А. Трифонов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. – 2015. – № 2(34). – С. 57-67. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24254288> (дата обращения: 10.06.2020). – Рез. англ.
- [17] Korabelshchikova, S. Y. Linear error correcting codes and their application in DNA analysis / S. Y. Korabelshchikova, B. F. Melnikov, S. V. Pivneva, L. V. Zyablitseva // Proceedings of the International Conference Information Technology and Nanotechnology (ITNT 2018). – Samara: Novaya tehnika, 2018. – Pp. 2095-2100. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34894963> (дата обращения: 10.06.2020).
- [18] Khattar, N. Toward energy-efficient cloud computing: a survey of dynamic power management and heuristics-based optimization techniques / N. Khattar, J. Sidhu, J. Singh. – DOI 10.1007/s11227-019-02764-2 // The Journal of Supercomputing. – 2019. – Vol. 75, issue 8. – Pp. 4750-4810.
- [19] Пивнева, С. В. Метрическая оценка алгоритмов расчета расстояния строк ДНК / С. В. Пивнева, М. А. Трифонов // Южно-Сибирский научный вестник. – 2014. – № 2(6). – С. 17-20. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21588759> (дата обращения: 10.06.2020).
- [20] Melnikov, B. F. Comparative analysis of algorithms calculating distances of DNA sequences and some related problems / B. F. Melnikov, S. V. Pivneva, M. A. Trifonov // Proceedings of the International Conference Information Technology and Nanotechnology (ITNT 2017). – Samara: Novaya tehnika, 2017. – Pp. 1640-1645. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29267020> (дата обращения: 10.06.2020).
- [21] Пивнева, С. В. Математическое моделирование процесса обучения и самообучения на основе мультиэвристического подхода / С. В. Пивнева, Н. А. Купцов // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2015. – Т. 11, № 2. – С. 121-126. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26167478> (дата обращения: 10.06.2020). – Рез. англ.
- [22] Мельников, Б. Ф. Некоторые вопросы математического моделирования социальных сетей (на примере Facebook'a) / Б. Ф. Мельников, С. Б. Макаркин, Е. Ф. Сайфуллина // Южно-Сибирский научный вестник. – 2014. – № 1(5). – С. 51-53. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21095206> (дата обращения: 10.06.2020).
- [23] Давыдова, Л. А. Формирование психоневрологических нарушений у детей, родившихся недоношенными с очень низкой и экстремально низкой массой тела / Л. А. Давыдова, Н. Н. Заваденко. – DOI 10.26442/2413-8460_2018.1.111-116 // Педиатрия. Приложение к журналу Consilium Medicum. – 2018. – № 1. – С. 111-116. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32829423> (дата обращения: 10.06.2020). – Рез. англ.
- [24] Нестеровский, Ю. Е. Школьная дезадаптация в практике педиатра и невролога / Ю. Е. Нестеровский, Н. Н. Заваденко, Е. М. Шпилова, Н. Ю. Суворинова. – DOI 10.26442/2075-1753_19.2.3.28-33 // Неврология и ревматология. Приложение к журналу Consilium Medicum. – 2017. – Т. 19, № 2-3. – С. 28-33. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32314662> (дата обращения: 10.06.2020). – Рез. англ.
- [25] Rich, E. Young people and public pedagogies of the body within social media / E. Rich // Young People, Social Media and Health; ed. by V. A. Goodyear, K. M. Armour. – Routledge, Taylor & Francis Group, 2019. – Pp. 132-146.

Поступила 10.06.2020; одобрена после рецензирования 25.09.2020; принята к публикации 20.11.2020.

Об авторах:

Пивнева Светлана Валентиновна, заведующий кафедрой информатики и прикладной математики, ФГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет» (129226, Российская Федерация, г. Москва, ул. Вильгельма Пика, д. 4. с. 1), кандидат педагогических наук, доцент, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2288-9915>, tlt-swetlana@yandex.ru

Витковская Наталия Григорьевна, доцент кафедры информатики и прикладной математики, ФГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет» (129226, Российская Федерация, г. Москва, ул. Вильгельма Пика, д. 4. с. 1), кандидат педагогических наук, доцент, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1277-9616>, natashavit@rambler.ru

Денисова Диана Аркадьевна, доцент кафедры информатики и прикладной математики, ФГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет» (129226, Российская Федерация, г. Москва, ул. Вильгельма Пика, д. 4. с. 1), кандидат



технических наук, доцент, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3759-4557>, dina_d_05@mail.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

- [1] Vitkovskaya N.G. *Informatsionnaya kompetentnost' studentov kak odno iz usloviy individual'nogo obucheniya* [Informative competence of students as one of terms of individual educating]. *Vestnik of Volzhsky University after V.N. Tatishchev*. 2015; (2):70-78. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23882630> (accessed 10.06.2020). (In Russ., abstract in Eng.)
- [2] Vitkovskaya N.G. *K voprosu o formirovanii informatsionnoy kompetentnosti budushchikh zhurnalistov v protsesse ikh obucheniya v vuze* [On the formation of information competence of future journalists in the process of learning in higher education]. *Vestnik of Volzhsky University after V.N. Tatishchev*. 2013; (3):79-88. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21018366> (accessed 10.06.2020). (In Russ., abstract in Eng.)
- [3] Apanasyuk L.A., Soldatov A.A. Socio-Psychological Conditions for Optimizing Intercultural Interaction in the Educational Space of the University. *Scientific Notes of Russian State Social University*. 2017; 16(5):143-150. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.17922/2071-5323-2017-16-5-143-150>
- [4] Pivneva S.V., Ivanova T.N., Akhmetzhanova G.V., Kurilova A.A., Anisimova J.A. Applying an Algorithm for Vertex Minimization of Non-deterministic Finite Automata (NFA) on the Basis of a Multi-heuristic Approach for Studying Social and Economic Performances of Region. In: Popkova E. (ed.) *The Future of the Global Financial System: Downfall or Harmony*. ISC 2018. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2019; 57:813-818. Springer, Cham. (In Eng.) DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-00102-5_87
- [5] Pivneva S.V., Kuptsov N.A. *Matematicheskoye modelirovaniye protsessa obucheniya i samoobucheniya na osnove mul'tievristicheskogo podkhoda* [Mathematical modeling of the learning and self-learning process based on the multi-heuristic approach]. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie = Modern Information Technologies and IT-Education*. 2015; 11(2):121-126. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26167478> (accessed 10.06.2020). (In Russ., abstract in Eng.)
- [6] Pivneva S.V., Melnikov B.F., Kuptsov N.A. Infinitely complex sum of classification of non-commuting matrix s -sets. *CEUR Workshop Proceedings*. 2016; 1763:56-63. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-1763/paper07.pdf> (accessed 10.06.2020). (In Russ., abstract in Eng.)
- [7] Melnikov B.F., Melnikova E.A., Pivneva S.V., Churikova N.P., Dudnikov V.A., Prus M.Y. Multi-heuristic and game approaches in search problems of the graph theory. In: *Proceedings of the International Conference Information Technology and Nanotechnology (ITNT 2018)*. Novaya tehnika, Samara; 2018. p. 2884-2892. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34895071> (accessed 10.06.2020). (In Eng.)
- [8] Melnikov B.F., Pivneva S.V., Trifonov M.A. Multiheuristic Approach to Compare the Quality of Defined Metrics on the Set of DNA Sequences. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie = Modern Information Technologies and IT-Education*. 2017; 13(2):89-96. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.2017.2.235>
- [9] Melnikov B.F., Pivneva S.V., Trifonov M.A. Various algorithms, calculating distances of DNA sequences, and some computational recommendations for use such algorithms. *CEUR Workshop Proceedings*. 2017; 1902:43-50. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-1902/paper8.pdf> (accessed 10.06.2020). (In Eng.)
- [10] Yudina T.N., Frolova E.V., Tanatova D.K., Dolgorukova I.V., Rodimushkina O.V. Human Security and Fear of Victimization. *Journal of Sociology and Social Anthropology*. 2017; 20(1):114-127. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29159442> (accessed 10.06.2020). (In Russ., abstract in Eng.)
- [11] Firsov M.V., Yudina T.N., Chernikova A.A. Features of Encapsulation Processes in Multivector Coordinates of Russian Society. *Uchenye Zapiski Zabaikalskogo Gosudarstvennogo Universiteta = Scholarly Notes of Transbaikal State University*. 2017; 12(3):30-40. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.21209/2500-171X-2017-12-3-30-40>
- [12] Kurojpatnik M.S. Cultural Encapsulation: Contexts and Interpretations of Sociocultural Processes. *Vestnik of Saint-Petersburg University. Sociology*. 2015; (3):135-141. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24356759> (accessed 10.06.2020). (In Russ., abstract in Eng.)
- [13] Zavadenko N.N., Suvorinova N.Yu., Zavadenko A.N. Attention deficit hyperactivity disorder in children: effectiveness of hopantenic acid pharmacotherapy. *Clinical Practice in Pediatrics*. 2018; 13(2):11-18. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.20953/1817-7646-2018-2-11-18>
- [14] Melnikov B., Pivneva S. On the multiple-aspect approach to the possible technique for determination of the author's literary style. *CEUR Workshop Proceedings*. 2016; 1761:311-315. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-1761/paper40.pdf> (accessed 10.06.2020). (In Eng.)
- [15] Panov A.N. Invariants of coadjoint representations of regular factors. *St. Petersburg Mathematical Journal*. 2011; 22(3):497-514. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1090/S1061-0022-2011-01155-0>
- [16] Melnikov B.F., Pivneva S.V., Trifonov M.A. Estimation of algorithms for calculation of distance between DNA lines. *University Proceedings. Volga Region. Physical and Mathematical Sciences*. 2015; (2):57-67. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24254288> (accessed 10.06.2020). (In Russ., abstract in Eng.)
- [17] Korabelshchikova S.Y., Melnikov B.F., Pivneva S.V., Zyablitseva L.V. Linear error correcting codes and their application in DNA analysis. In: *Proceedings of the International Conference Information Technology and Nanotechnology (ITNT 2018)*. Novaya tehnika, Samara; 2018. p. 2095-2100. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34894963> (accessed 10.06.2020). (In Eng.)



- [18] Khattar N., Sidhu J., Singh J. Toward energy-efficient cloud computing: a survey of dynamic power management and heuristics-based optimization techniques. *The Journal of Supercomputing*. 2019; 75(8):4750-4810. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1007/s11227-019-02764-2>
- [19] Pivneva S.V., Trifonov M.A. *Metricheskaya otsenka algoritmov rascheta rassoyaniya strok DNK* [Metric evaluation of algorithms for calculating the distance of DNA strings]. *South-Siberian Scientific Bulletin*. 2014; (2):17-20. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21588759> (accessed 10.06.2020). (In Russ.)
- [20] Melnikov B.F., Pivneva S.V., Trifonov M.A. Comparative analysis of algorithms calculating distances of DNA sequences and some related problems. In: *Proceedings of the International Conference Information Technology and Nanotechnology (ITNT 2017)*. Novaya tehnika, Samara; 2017. p. 1640-1645. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29267020> (accessed 10.06.2020). (In Eng.)
- [21] Pivneva S.V., Kuptsov N.A. *Matematicheskoye modelirovaniye protsessa obucheniya i samoobucheniya na osnove multievristicheskogo podkhoda* [Mathematical modeling of the learning and self-learning process based on the multi-heuristic approach]. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie = Modern Information Technologies and IT-Education*. 2015; 11(2):121-126. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26167478> (accessed 10.06.2020). (In Russ., abstract in Eng.)
- [22] Melnikov B.F., Makarkin S.B., Sayfullina E.F. *Nekotoryye voprosy matematicheskogo modelirovaniya sotsial'nykh setey (na primere Facebook'a)* [Some questions of mathematical modeling of social networks (on the example of Facebook'a)]. *South-Siberian Scientific Bulletin*. 2014; (1):51-53. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21095206> (accessed 10.06.2020). (In Russ.)
- [23] Davydova L.A., Zavadenko N.N. Development of psychoneurological disorders in prematurely born children with very low and extremely low birth weight. *Pediatrics. Consilium Medicum*. 2018; (1):111-116. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: https://doi.org/10.26442/2413-8460_2018.1.111-116
- [24] Nesterovskiy Yu.E., Zavadenko N.N., Shipilova E.M., Suvorinova N.Yu. School disadaptation in pediatric and neurologic practice. *Consilium Medicum*. 2017; 19(2.3. Neurology and Rheumatology): 28-33. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: https://doi.org/10.26442/2075-1753_19.2.3.28-33
- [25] Rich E. Young people and public pedagogies of the body within social media. In: Goodyear V.A., Armour K.M. (ed.) *Young People, Social Media and Health*. Routledge, Taylor & Francis Group; 2019. p. 132-146. (In Eng.)

Submitted 10.06.2020; approved after reviewing 25.09.2020;
accepted for publication 20.11.2020.

About the authors:

Svetlana V. Pivneva, Head of the Department of Informatics and Applied Mathematics, Russian State Social University (4 build. 1 Wilhelm Pieck St., Moscow 129226, Russian Federation), Ph.D. (Pedagogy), Associate Professor, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2288-9915>, tlt-svetlana@yandex.ru

Natalia G. Vitkovskaya, Associate Professor of the Department of Informatics and Applied Mathematics, Russian State Social University (4 build. 1 Wilhelm Pieck St., Moscow 129226, Russian Federation), Ph.D. (Pedagogy), Associate Professor, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1277-9616>, natashavit@rambler.ru

Diana A. Denisova, Associate Professor of the Department of Informatics and Applied Mathematics, Russian State Social University (4 build. 1 Wilhelm Pieck St., Moscow 129226, Russian Federation), Ph.D. (Engineering), Associate Professor, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3759-4557>, dina_d_05@mail.ru

All authors have read and approved the final manuscript.

