

Вестник Череповецкого государственного университета. 2021. № 5 (104). С. 35–45
Cherepovets State University Bulletin, 2021, no. 5 (104), pp. 35–45

Научная статья

УДК 303.732.4

<https://doi.org/10.23859/1994-0637-2021-5-104-3>

**Интеллектуальные технологии в оценке психосоциальных факторов
медицинских активностей населения**

**Георгий Германович Рапаков^{1✉}, Вячеслав Алексеевич Горбунов²,
Виктор Борисович Анкудинов³, Алексей Валентинович Ударатин⁴**

^{1, 2, 3, 4}Вологодский государственный университет,
Вологда, Россия,

¹grapakov@yandex.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0001-8996-0136>

²gorbunov1945@inbox.ru

³ankviktor@mail.ru

⁴prorectornr@vogu35.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0372-1407>

Аннотация. Работа посвящена изучению методов построения ассоциативной модели при выполнении интеллектуального анализа данных в задаче оценки психосоциальных факторов медицинских активностей населения. Проведено мониторинговое медико-социологическое исследование, объектом которого является система организации медицинской профилактики на территориальном уровне. В результате применения алгоритмов и методов интеллектуального анализа данных были обнаружены связанные события. В ходе оценки психосоциального портрета родителей учащихся выделены 25 ассоциативных правил (association rules) с поддержкой от 80 % до 90 % и достоверностью выше 97 %. Установлено, что подавляющая часть респондентов игнорируют позитивные в отношении здоровья информационные материалы и воздействия, будучи не в состоянии самостоятельно предложить меры, корректирующие традиционные факторы риска (ФР). Результаты анализа использованы для поддержки управленческих решений в региональной системе медицинской профилактики.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, машинное обучение, ассоциативные правила, поддержка принятия решений.

Для цитирования: Рапаков Г. Г., Горбунов В. А., Анкудинов В. Б., Ударатин А. В. Интеллектуальные технологии в оценке психосоциальных факторов медицинских активностей населения // Вестник Череповецкого государственного университета. 2021. № 5 (104). С. 35–45. <https://doi.org/10.23859/1994-0637-2021-5-104-3>.

**Intellectual technology in the assessment of psychosocial factors of population
medical activities****Georgiy G. Rapakov^{1✉}, Vyacheslav A. Gorbunov²,
Viktor B. Ankudinov³, Aleksey V. Udaratin⁴**^{1, 2, 3, 4}Vologda State University,
Vologda, Russia,¹grapakov@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-8996-0136>²gorbunov1945@inbox.ru³ankviktor@mail.ru⁴prorectormr@vogu35.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0372-1407>

Abstract. The paper focuses on the study of methods to develop an associative model when performing data mining in the task of evaluating psychosocial factors of the population medical activity. A monitoring medical and sociological study was carried out, the object of which was the organization system of medical prevention at the territorial level. Related events were detected as a result of applying mining algorithms and methods. While assessing the psychosocial portrait of the students' parents, 25 association rules were identified with support from 80 % to 90 % and reliability above 97 %. It has been found that the vast majority of respondents ignore health-positive information materials and impacts by not being able to independently propose measures that correct traditional risk factors (RF). The results of the analysis were used to support management decisions in the regional medical prevention system.

Keywords: computer modeling, machine learning, association rule, decision support.

For citation: Rapakov G. G., Gorbunov V. A., Ankudinov V. B., Udaratin A. V. Intellectual technology in the assessment of psychosocial factors of population medical activities. *Cherepovets State University Bulletin*, 2021, no. 5 (104), pp. 35–45. <https://doi.org/10.23859/1994-0637-2021-5-104-3>.

Введение

Для повышения эффективности профилактической деятельности в региональном здравоохранении необходимо создание системы поддержки принятия решений на основе современных методов интеллектуального анализа данных и обработки информации¹. Актуальную проблему составляют выявление приоритетных сложностей медицинской профилактики в регионе, совершенствование профилактической среды и организация единого регионального здоровьесберегающего образовательного пространства (далее – РЗОП) с помощью алгоритмов и методов машинного обучения². Формирование культуры здорового образа жизни школьников предполагает вовлеченность в указанный процесс их родителей. В ходе работы был проведен мониторинговый медико-социологический опрос, объектом которого являлась система организации медицинской профилактики на территориальном уровне. При помощи

¹ Рапаков Г. Г., Банщиков Г. Т. Интеллектуальный анализ данных в здравоохранении региона (на материалах Вологодской области). Вологда: ВоГУ, 2014. 79 с.

² Рапаков Г. Г., Касимов Р. А. Методы и алгоритмы машинного обучения при принятии управленческих решений в региональной системе медицинской профилактики (опыт Вологодской области). Вологда: ВоГУ, 2014. 143 с.

алгоритмов машинного обучения с использованием метода ассоциативных правил (далее – АП) в социологических исследованиях выполнялось обнаружение связанных событий, образующих поведенческий паттерн¹.

Практическая значимость работы определяется итогами создания компьютерной модели посредством применения интеллектуальных технологий в ходе формирования РЗОП. Цель исследования заключается в изучении возможностей методов интеллектуального анализа данных при выполнении компьютерного моделирования на основе информации о медицинских активностях населения. Совместная интерпретация наглядных элементарных высказываний при работе с результатами социологического мониторинга, их сопоставление с поведенческими факторами риска неинфекционных заболеваний (далее – НИЗ) позволяют осуществить целенаправленную коррекцию ложных поведенческих стереотипов. Сформированные решающие правила для поддержки принятия управленческих решений использовались в целях повышения эффективности региональной профилактики заболеваемости и коррекции здоровьесберегающих активностей населения, что обусловило новизну работы. Информационно-аналитическая помощь и коррекция поведенческих факторов риска НИЗ на основе компьютерного моделирования способствует увеличению эффективности профилактики при создании РЗОП².

Основная часть

Формирование РЗОП представляет собой единый мультипроект, требующий адаптивного многопроектного управления, основанного на принципах территориального межсекторального сотрудничества. С точки зрения проектно-ориентированного подхода результат его декомпозиции, в качестве которой выступают медицинские активности населения, появляется в ходе самостоятельного монопроекта. Здоровьесберегающие активности населения реализуются при помощи эффективного адаптивного регулирования приоритетными направлениями, отраженными в целевых программах. Национальная концепция создания единой профилактической среды в качестве одной из целей предусматривает сбережение и рост чело-

¹ Рапаков Г. Г., Касимов Р. А., Банщиков Г. Т., Горбунов В. А. Распознавание и анализ социокультурных поведенческих паттернов на основе метода ассоциативных правил // Физико-математическое моделирование систем: материалы XII Международного семинара (г. Воронеж, 27 июня 2014 г.): в 3 ч. / под редакцией И. Л. Батаронова. Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2014. Ч. 2. С. 155–160; Witten I. H., Frank E. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. San Francisco, CA: Elsevier Inc., 2005. 525 p.; Harrington P. Machine Learning in Action. Shelter Island, NY: Manning Publications, 2012. 384 p.

² Рапаков Г. Г., Банщиков Г. Т. Эффективность реализации областной целевой программы лечения пациентов с артериальной гипертензией на региональном уровне (опыт Вологодской области) // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2014. № 5 (35). С. 206–221; Рапаков Г. Г., Банщиков Г. Т. Организация системы раннего выявления больных артериальной гипертензией и доступность антигипертензивных средств в Вологодской области. Опыт использования кластерного анализа // Архив внутренней медицины. 2013. № 4 (12). С. 16–23.

веческого потенциала как основу социально-экономического развития региона. Формирование медицинской активности у населения предполагает воспитание чувства личной ответственности за свое здоровье, привитие навыков медицинского контроля, обучение управлению стрессами, модификацию факторов риска (далее – ФР). Начиная с 2004 г. в Вологодской области реализовывалась межведомственная программа обучения лиц, принимающих решения (далее – ЛПР), в целях снижения высокой смертности и профилактики НИЗ, укрепления здоровья и улучшения качества жизни населения региона. Необходимым условием повышения эффективности профилактических вмешательств является системный подход, предполагающий регулярный мониторинг, анализ информации, выработку управленческих решений, контроль и персональную ответственность за их выполнение¹.

Анализ данных социологического мониторинга, проведенного в настоящем исследовании, на основе полученных анкет позволяет определить устойчивые причинно-следственные отношения между показателями опроса в части мнения населения по поводу общепризнанных ФР хронических НИЗ и выполнить оценку психосоциальных факторов медицинских активностей родителей школьников. Эти сведения необходимы для оптимизации проведения Вологодским областным центром медицинской профилактики (далее – ВОЦМП) адресных мероприятий по профилактике заболеваний и разработке рекомендаций для ЛПР в региональном здравоохранении.

Содействуя развитию проектов Российской ассоциации «Здоровые города, районы и поселки», Департамент здравоохранения области выполняет мониторинг распространенности основных ФР НИЗ во всех муниципальных образованиях. В целях укрепления и сохранения здоровья населения, формирования ЗОЖ среди подрастающего поколения ВОЦМП совместно с Государственным научно-исследовательским центром профилактической медицины Министерства здравоохранения (далее – ГНИЦ ПМ МЗ) на основе современных социально-медицинских технологий осуществляет регулярный мониторинг по программе CINDI.

Для оценки влияния родителей на самосохранительное поведение детей был проведен анкетный опрос. Стандартизованный вопросник международной программы интегрированной профилактики НИЗ Всемирной организации здравоохранения «CINDI – Дети» сотрудники ГНИЦ ПМ МЗ адаптировали к отечественным условиям в соответствии с общим (вторым) протоколом российской программы. Анкета содержит 39 пунктов, 134 показателя и представляет собой разновидность социологического опроса с номинальными признаками.

Совокупность заполненных анкет включает различные комбинации признаков, которые появляются с разной частотой. Для $n = 274$ и точности оценки в пределах от

¹ Постановление Правительства Вологодской области от 28 октября 2013 г. № 1112 «Об утверждении Государственной программы “Развитие здравоохранения Вологодской области” на 2014–2020 годы». URL: https://вопб.пф/sites/default/files/doc/postanovlenie_pravitelstva_vo_ot_28.10.2013_no1112.pdf (дата обращения: 19.04.2021); Концепция активного долголетия на территории муниципального образования «Город Вологда» на период до 2035 года «Вологда – город долгожителей». URL: <https://www.duma-vologda.ru/upload/iblock/885/885247c5427317c01085cf106e97e1b7.pdf> (дата обращения: 19.04.2021).

0,01 до 0,1 был проведен расчет квантилей и их порядков (надежности обеспечения заданной точности). Объем сформированной выборки обеспечивает необходимую точность оценки в пределах 0,06 с доверительной вероятностью $\alpha = 0,95$.

Для обработки, наряду с методами математической статистики, применяют технологии добычи данных. Методы Data Mining позволяют обнаружить в исходной информации неизвестные и нетривиальные, полезные и доступные для интерпретации знания¹. При анализе данных социологических опросов знания могут описывать новые связи между показателями (признаками) анкеты. С этой целью используются модели связывания, которые находят структуры в исходной информации и конструируют наборы правил, определяющие эти взаимосвязи. Алгоритм ассоциативных правил – один из типов модели связывания, позволяющий находить закономерности между событиями. Для количественной оценки связи используют показатели поддержки (supp) и достоверности (conf). Поддержка – это число анкет, содержащих как условие, так и следствие, относительно количества всех анкет. Достоверность АП используется для оценки его точности и представляет собой отношение числа анкет, содержащих как условие, так и следствие, к количеству анкет, имеющих только условие². Два непересекающихся набора $\varphi, y \subseteq F$ называются АП $\varphi \rightarrow y$, если выполняются:

$$v(\varphi \cup y) \geq \delta; v(y | \varphi) \equiv \frac{v(\varphi \cup y)}{v(\varphi)} \geq \theta.$$

Обычно для извлечения набора АП из данных используется алгоритм APriory. В настоящей работе для программной реализации при выделении ассоциаций был выбран алгоритм CARMA. В отличие от APriory он предлагает параметры построения для поддержки АП, которые относятся как к условиям, так и к следствиям. Анализ источников позволил выполнить сопоставление целей, задач и методов работы с аналогичными исследованиями. Необходимое качество оценки было обеспечено при очистке и предобработке данных. Выполнялась проверка на пропуски, дубликаты, противоречия и аномальные значения³.

В задаче оценки психосоциальных факторов медицинских активностей населения в качестве следствия рассматривался отрицательный ответ на вопрос «Является ли повышенное кровяное давление значимым ФР?» Утверждение «ФР – повышенное АД = нет» ложно, оно говорит о том, что респондент не считает данный ФР важным. Особенностью предметной области, в которой решается задача ассоциаций, в настоящей работе является широкая распространенность поведенческих ФР НИЗ – показателей нездоровья популяции, следствием – высокая доля смертности от НИЗ и внешних причин – 97–99 % всех смертей. Оценочные показатели порогов поддержки и

¹ Асеев М. Г., Дюк В. А. Применение системы Deep Data Diver для решения задачи анализа рыночных корзин // Труды СПИИРАН. 2004. Вып. 2, т. 1. С. 127–134.

² Zhang C., Zhang S. Association Rule Mining: Models and Algorithms. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2002. 244 p.

³ Zhang C., Zhang S. Association Rule Mining: Models and Algorithms. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2002. 244 p.; The Top Ten Algorithms in Data Mining / edited by X. Wu, V. Kumar. Boca Raton, FL: Chapman & Hall / CRC, 2009. 232 p.

достоверности были предложены при постановке задачи исследования ВОЦМП и Департаментом здравоохранения области исходя из требований анализа системных связей медицинских активностей населения и формирования РЗОП. Модель связывания позволяет эффективно и быстро определить устойчивые причинно-следственные отношения между социометрическими показателями многомерного пространства по 134 признакам.

Задача формирования РЗОП предполагает активную вовлеченность в данный процесс родителей учащихся. ЗОЖ школьников зависит от образа жизни ближайшего окружения – членов семьи. На основе проведения скрининга и обработки его данных можно составить представление о психосоциальном портрете родителей учеников. Медицинская активность предполагает выявление отношения населения к общепризнанным ФР НИЗ. Для оценки соответствующих психосоциальных аспектов личности были выделены 25 условий с поддержкой от 80 % до 90 % и достоверностью выше 97 % (см. таблицу). Визуализация связей расширенного набора АП для признаков социологического опроса с поддержкой выше 80 % представлена на рисунке при помощи сетевого графа.

Выявлено, что в большинстве случаев ответы давала мать ребенка, которая рассматривает свои отношения с ним как доверительные. Ее ребенок в свободное время не ходит на дискотеку, практикуя иные способы досуга. Травма во дворе, по мнению анкетированного, не представляет собой опасности для подростка.

В основном респонденты не испытывали трудностей с ответом на вопрос «От кого зависит благополучие населения?». В программе ЗОЖ, с их точки зрения, должны участвовать как родители, так и дети. При определении факторов, представляющих наибольшую опасность для детей подросткового возраста, раннее начало половой жизни не было отнесено к их числу 80,3 % анкетированных. В то же время 67,2 % респондентов считают это неприемлемым.

Категоричное отрицание выявлено в отношении курения, приема алкоголя и употребления наркотиков. При этом в семье принимаются корректирующие меры по отношению к возможным ФР. Наказание и угроза не относятся к их числу, как, впрочем, и просмотр телевизора, чтение литературы по соответствующей тематике. В то же время родители не в состоянии предложить свой вариант осознанной коррекции поведенческих ФР в подростковой среде. Это свидетельствует о серьезной социальной пассивности подавляющей части населения.

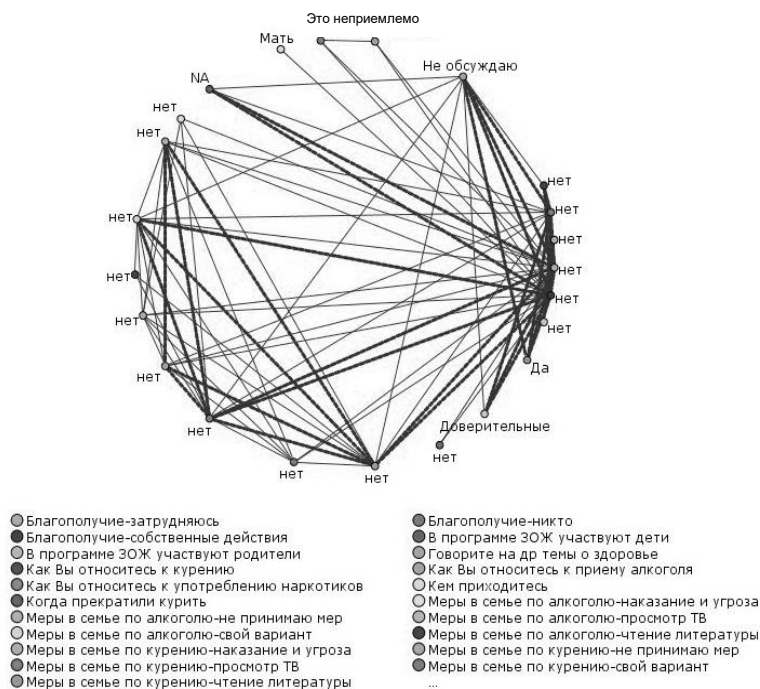


Рисунок. Сетевой граф

Региональная политика в области охраны и укрепления здоровья населения нашла отражение в концептуальных документах, определяющих стратегию взаимодействия власти, общества и средств массовой информации при формировании у населения мотивации к здоровому образу жизни. Как показывают исследования, в целях повышения эффективности информационных кампаний необходимо увеличить кратность воздействия до семи и более. Для того чтобы потребитель информации получил ее требуемое количество раз, он должен быть мотивирован на просмотр телевизионных программ и чтение литературы по самосохранительной тематике.

Таблица

Оценка психосоциальных факторов медицинских активностей

Consequent (следствие): ФР – повышенное АД = нет		
Antecedent (условие)	Поддержка (Supp), %	Достоверность (Conf), %
1	2	3
Благополучие – затрудняюсь = нет	84,31	98,27
В программе ЗОЖ участвуют дети = да	82,85	97,80
В программе ЗОЖ участвуют родители = да	83,21	97,81

Продолжение таблицы

1	2	3
Как Вы относитесь к курению = это неприемлемо	80,66	97,29
Как Вы относитесь к приему алкоголя = это неприемлемо	85,04	97,42
Как Вы относитесь к употреблению наркотиков = это неприемлемо	85,77	97,45
Кем приходиться = мать	83,21	97,37
Когда прекратили курить = NA	88,32	98,35
Меры в семье по алкоголю – наказание и угроза = нет	83,58	98,69
Меры в семье по алкоголю – не принимаю мер = нет	86,86	97,48
Меры в семье по алкоголю – просмотр ТВ = нет	81,39	97,76
Меры в семье по алкоголю – свой вариант = нет	87,96	97,51
Меры в семье по алкоголю – чтение литературы = нет	83,58	97,82
Меры в семье по курению – наказание и угроза = нет	85,04	97,42
Меры в семье по курению – не принимаю мер = нет	86,86	97,48
Меры в семье по курению – просмотр ТВ = нет	82,85	98,24
Меры в семье по курению – свой вариант = нет	88,32	97,52
Меры в семье по курению – чтение литературы = нет	81,39	98,21
Меры в семье по наркотикам – наказание и угроза = нет	85,40	97,44
Меры в семье по наркотикам – не принимаю мер = нет	81,75	97,77
Меры в семье по наркотикам – свой вариант = нет	88,32	97,52
Опасность для подростка – раннее начало половой жизни = нет	80,29	97,27
Опасность для подростка – травма во дворе = нет	85,40	98,29
Отношения ребенка с родителями = доверительные	89,42	97,55
Ребенок в свободное время – на дискотеке = нет	86,86	97,90

В соответствии с результатами, представленными в таблице, можно сделать вывод, что подавляющая часть респондентов игнорируют информационные материалы и воздействия, положительно влияющие на отношение к здоровью, поскольку не в состоянии самостоятельно предложить меры, корректирующие традиционные ФР. При выстраивании политики и стратегии взаимодействия органов власти, общества и СМИ в вопросах формирования ЗОЖ населения требуется учитывать и преодолевать пассивность целевой аудитории. Необходима новая парадигма, в центре которой будет человек, считающий ЗОЖ продуктом своих духовных и физических усилий, средством самоактуализации личности и важным условием реализации жизненных целей. Для детализации образа требуется включение дополнительной информации на основе опросных листов по определению социально-экономического статуса, соматического и психологического состояния здоровья, что обуславливает дальнейшие перспективы работы.

Выводы

В результате применения алгоритма машинного обучения (ассоциативных правил CARMA Algorithms) к анализу данных мониторингового медико-социологического исследования было выполнено обнаружение набора связанных событий, позволяющего осуществить оценку психосоциальных аспектов личности. Определены 25 условий с поддержкой от 80 % до 90 % и достоверностью выше 97 %; предложен психосоциальный портрет родителей учащихся и изучено отношение населения к общепризнанным факторам риска хронических неинфекционных заболеваний; выявлена пассивность целевой группы при формировании здорового образа жизни населения посредством влияния СМИ.

Благодаря совместной интерпретации наглядных элементарных высказываний и оценке психосоциальных аспектов личности можно выполнить адресную коррекцию ложных поведенческих стереотипов, повысить эффективность профилактики неинфекционных заболеваний в областном здравоохранении и оптимизировать объемы финансирования проекта по созданию регионального здоровьесберегающего пространства.

Список источников

Асеев М. Г., Дюк В. А. Применение системы Deep Data Diver для решения задачи анализа рыночных корзин // Труды СПИИРАН. 2004. Вып. 2, т. 1. С. 127–134.

Концепция активного долголетия на территории муниципального образования «Город Вологда» на период до 2035 года «Вологда – город долгожителей». URL: <https://www.dumavologda.ru/upload/iblock/885/885247c5427317c01085cf106e97e1b7.pdf> (дата обращения: 19.04.2021).

Постановление Правительства Вологодской области от 28 октября 2013 г. № 1112 «Об утверждении Государственной программы “Развитие здравоохранения Вологодской области” на 2014–2020 годы». URL: https://вопб.рф/sites/default/files/doc/postanovlenie_pravitelstva_vo_ot_28.10.2013_no1112.pdf (дата обращения: 19.04.2021).

Рапаков Г. Г., Банщиков Г. Т. Интеллектуальный анализ данных в здравоохранении региона (на материалах Вологодской области). Вологда: ВоГУ, 2014. 79 с.

Рапаков Г. Г., Банщиков Г. Т. Организация системы раннего выявления больных артериальной гипертензией и доступность антигипертензивных средств в Вологодской области. Опыт использования кластерного анализа // Архивь внутренней медицины. 2013. № 4 (12). С. 16–23.

Рапаков Г. Г., Банщиков Г. Т. Эффективность реализации областной целевой программы лечения пациентов с артериальной гипертензией на региональном уровне (опыт Вологодской области) // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2014. № 5 (35). С. 206–221.

Рапаков Г. Г., Касимов Р. А. Методы и алгоритмы машинного обучения при принятии управленческих решений в региональной системе медицинской профилактики (опыт Вологодской области). Вологда: ВоГУ, 2014. 143 с.

Рапаков Г. Г., Касимов Р. А., Банщиков Г. Т., Горбунов В. А. Распознавание и анализ социокультурных поведенческих паттернов на основе метода ассоциативных правил // Физико-математическое моделирование систем: материалы XII Международного семинара (г. Воронеж, 27 июня 2014 г.): в 3 ч. / под редакцией И. Л. Батаронова. Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2014. Ч. 2. С. 155–160.

Harrington P. Machine Learning in Action. Shelter Island, NY: Manning Publications, 2012. 384 p.

The Top Ten Algorithms in Data Mining / edited by X. Wu, V. Kumar. Boca Raton, FL: Chapman & Hall / CRC, 2009. 232 p.

Witten I. H., Frank E. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. San Francisco, CA: Elsevier Inc., 2005. 525 p.

Zhang C., Zhang S. Association Rule Mining: Models and Algorithms. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2002. 244 p.

References

Aseev M. G., Diuk V. A. Primenenie sistemy Deep Data Diver dlia resheniia zadachi analiza rynochnykh korzin [Deep Data Diver application in market basket analysis]. *Trudy SPIIRAN* [SPIIRAS Proceedings], 2004, iss. 2, vol. 1, pp. 127–134.

Kontseptsiiia aktivnogo dolgoletiiia na territorii munitsipal'nogo obrazovaniia "Gorod Vologda" na period do 2035 goda "Vologda – gorod dolgozhitelei" [The concept of active longevity on the territory of the municipality "The city of Vologda" for the period up to 2035 "Vologda – a city of centenarians"]. Available at: <https://www.duma-vologda.ru/upload/iblock/885/885247c5427317c01-085cf106e97e1b7.pdf> (accessed: 19.04.2021).

Postanovlenie Pravitel'stva Vologodskoi oblasti ot 28 oktiabria 2013 g. № 1112 "Ob utverzhdenii Gosudarstvennoi programmy 'Razvitie zdravookhraneniia Vologodskoi oblasti' na 2014–2020 gody" [Decree of the Government of the Vologda Oblast dated October 28, 2013 No. 1112 "On the Approval of the State Program 'Development of Health Care in the Vologda Oblast' for 2014–2020"]. Available at: https://vopb.rf/sites/default/files/doc/postanovlenie_pravitelstva_vo_ot_28.10.2013_no1112.pdf (accessed: 19.04.2021).

Rapakov G. G., Banshchikov G. T. *Intellektual'nyi analiz dannykh v zdravookhraneni regiona (na materialakh Vologodskoi oblasti)* [Data mining technologies in the health care system of the region (based on the materials of the Vologda Oblast)]. Vologda: VoGU, 2014. 79 p.

Rapakov G. G., Banshchikov G. T. Organizatsiia sistemy rannego vyavleniia bol'nykh arterial'noi gipertenziei i dostupnost' antigipertenzivnykh sredstv v Vologodskoi oblasti. Opyt ispol'zovaniia klasternogo analiza [Organization of the early detection system for patients with arterial hypertension and availability of antihypertensive agents in the Vologda Oblast. Cluster Analysis Experience]. *Arkhiv" vnutrennei meditsiny* [The Russian Archives of Internal Medicine], 2013, no. 4 (12), pp. 16–23.

Rapakov G. G., Banshchikov G. T. Effektivnost' realizatsii oblastnoi tselevoi programmy lecheniia patsientov s arterial'noi gipertenziei na regional'nom urovne (opyt Vologodskoi oblasti) [Efficiency of implementation of the regional target program for the treatment of patients with arterial hypertension at the regional level (experience of the Vologda Oblast)]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and social changes: facts, trends, forecast], 2014, no. 5 (35), pp. 206–221.

Rapakov G. G., Kasimov R. A. *Metody i algoritmy mashinnogo obuchenii pri priniatii upravlencheskikh reshenii v regional'noi sisteme meditsinskoj profilaktiki (opyt Vologodskoi oblasti)* [Methods and algorithms of machine learning when making management decisions in the regional medical prevention system (experience of the Vologda Oblast)]. Vologda: VoGU, 2014. 143 p.

Rapakov G. G., Kasimov R. A., Banshchikov G. T., Gorbunov V. A. Raspoznavanie i analiz sotsiokul'turnykh povedencheskikh patternov na osnove metoda assotsiativnykh pravil [Recognition and analysis of sociocultural behavioral patterns based on the method of association rules]. *Fiziko-matematicheskoe modelirovanie sistem: materialy XII Mezhdunarodnogo seminara (g. Voronezh, 27 iyunia 2014 g.): v 3 ch.* [Physical and mathematical modeling of systems: Proceedings of the

XII International Seminar (Voronezh, June 27, 2014); in 3 parts; ed. by I. L. Bataronov]. Voronezh: Voronezhskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2014, part 2, pp. 155–160.

Harrington P. *Machine Learning in Action*. Shelter Island, NY: Manning Publications, 2012. 384 p.

The Top Ten Algorithms in Data Mining; ed. by X. Wu, V. Kumar. Boca Raton, FL: Chapman & Hall / CRC, 2009. 232 p.

Witten I. H., Frank E. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. San Francisco, CA: Elsevier Inc., 2005. 525 p.

Zhang C., Zhang S. *Association Rule Mining: Models and Algorithms*. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2002. 244 p.

Сведения об авторах

Георгий Германович Рапаков – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизирующей и вычислительной техники, <https://orcid.org/0000-0001-8996-0136>, grapakov@yandex.ru, Вологодский государственный университет (д. 15, ул. Ленина, 160000 г. Вологда, Россия); **Georgiy G. Rapakov** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Automation and Computer Engineering Department, <https://orcid.org/0000-0001-8996-0136>, grapakov@yandex.ru, Vologda State University (15, ul. Lenina, 160000 Vologda, Russia).

Вячеслав Алексеевич Горбунов – доктор физико-математических наук, профессор кафедры автоматизирующей и вычислительной техники, gorbunov1945@inbox.ru, Вологодский государственный университет (д. 15, ул. Ленина, 160000 г. Вологда, Россия); председатель Вологодского отделения Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ) (д. 4, корп. 2, кв. 140, Дачный пр-т, 198207 Санкт-Петербург, Россия); **Vyacheslav A. Gorbunov** – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, gorbunov1945@inbox.ru, Vologda State University (15, ul. Lenina, 160000 Vologda, Russia); Chairman, Vologda division of the International Academy of Ecology and Life Protection Sciences (IAELPS) (4, korp. 2, kv. 140, Dachnyi pr, 198207 St Petersburg, Russia).

Виктор Борисович Анкудинов – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизирующей и вычислительной техники, ankvictor@mail.ru, Вологодский государственный университет (д. 15, ул. Ленина, 160000 г. Вологда, Россия); **Viktor B. Ankudinov** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Automation and Computer Engineering Department, ankvictor@mail.ru, Vologda State University (15, ul. Lenina, 160000 Vologda, Russia).

Алексей Валентинович Ударатин – кандидат технических наук, доцент, проректор по научной работе и стратегическому развитию, <https://orcid.org/0000-0002-0372-1407>, prorectornr@vogu35.ru, Вологодский государственный университет (д. 15, ул. Ленина, 160000 г. Вологда, Россия); **Aleksey V. Udaratin** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Research and Strategic Development, <https://orcid.org/0000-0002-0372-1407>, prorectornr@vogu35.ru, Vologda State University (15, ul. Lenina, 160000 Vologda, Russia).

Заявленный вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 30.03.2021; одобрена после рецензирования 26.04.2021; принята к публикации 06.05.2021.

The article was submitted 30.03.2021; Approved after reviewing 26.04.2021; Accepted for publication 06.04.2021.