

DOI: 10.32517/0234-0453-2025-40-3-69-79



К ВОПРОСУ ПОДБОРА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АДАПТИВНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ: АЛГОРИТМ ПОДБОРА АВТОРОВ ЛИТЕРАТУРЫ С УЧЕТОМ ЭМОЦИОНАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА БАЗЕ ИДЕЙ АКАДЕМИЧЕСКОЙ ГЕНЕАЛОГИИ

С. Г. Григорьев¹, И. М. Лернер^{2,3,4} ✉, А. Х. Мариносян¹, М. А. Григорьева¹

¹ Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия

² Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия

³ Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Республика Татарстан, Россия

⁴ Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Республика Татарстан, Россия

✉ aviap@mail.ru

Аннотация

Статья посвящена описанию разработки нового алгоритма для интегрированных распределенных информационных систем, который должен обеспечить подбор авторов научной и учебно-методической литературы и самой литературы с учетом эмоционально-психологических особенностей пользователей системы на базе идей академической генеалогии.

Необходимость создания такого алгоритма обусловлена тем, что активно развивающийся в настоящее время процесс перехода к информационному обществу, наблюдаемый в различных сферах социума, приводит к достаточно сильным изменениям в области экономики, трудовой занятости населения, образования, информационных систем предоставления информации, при этом ядро этих преобразований — применение информационно-образовательных цифровых платформ, адаптивных к эмоционально-психологическим особенностям обучаемых. Ключевым фактором, который определяет их успешность, является алгоритм подбора научной и учебно-методической литературы с учетом индивидуальных особенностей обучаемых.

Учебно-методическая информация обычно формируется на базе новых научных результатов, полученных при выполнении диссертационных исследований, при этом объем используемых в них материалов неуклонно растет по закону, близкому к экспоненциальному. Соответственно резко увеличиваются требования к интегрированным распределенным информационным системам (электронным библиотечным системам), обеспечивающим образовательный процесс, что требует создания принципиально нового алгоритма.

В статье перечислены ограничения и рекомендации по практической реализации предложенного в работе алгоритма.

Ключевые слова: классификация информации, алгоритм подбора литературы, академическая генеалогия, графовые БД, тест Кеттелла.

Для цитирования:

Григорьев С. Г., Лернер И. М., Мариносян А. Х., Григорьева М. А. К вопросу подбора учебно-методической информации для реализации адаптивной электронной образовательной среды: алгоритм подбора авторов литературы с учетом эмоционально-психологических особенностей пользователей на базе идей академической генеалогии. *Информатика и образование*. 2025;40(3):69–79. DOI: 10.32517/0234-0453-2025-40-3-69–79.

ON THE ISSUE OF EDUCATIONAL AND METHODOLOGICAL INFORMATION SELECTION FOR IMPLEMENTING AN ADAPTIVE LEARNING MANAGEMENT SYSTEM: ALGORITHM OF SELECTING AUTHORS OF LITERATURE TAKING INTO ACCOUNT THE EMOTIONAL AND PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF USERS BASED ON THE IDEAS OF ACADEMIC GENEALOGY

S. G. Grigoriev¹, I. M. Lerner^{2,3,4} ✉, A. Kh. Marinosyan¹, M. A. Grigorieva¹¹ *Moscow City Pedagogical University, Moscow, Russia*² *Akmulla Bashkir State Pedagogical University, Ufa, The Republic of Bashkortostan, Russia*³ *Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia*⁴ *Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia*✉ aviap@mail.ru**Abstract**

The article is devoted to the development of a new algorithm for integrated distributed information systems, which should ensure the selection of authors of scientific and educational-methodical literature and the literature itself, taking into account the emotional and psychological characteristics of the system users based on the ideas of academic genealogy.

The need to create such an algorithm is due to the fact that the currently actively developing process of transition to an information society, observed in various spheres of society, leads to quite strong changes in the field of economics, employment of the population, education, information systems for providing information. While the core of these transformations is the use of information and educational digital platforms that are adaptive to the emotional and psychological characteristics of students. The key factor that determines their success is the algorithm for selecting scientific and educational-methodical literature, taking into account the individual characteristics of students.

Educational and methodological information is usually formed on the basis of new scientific results obtained during the implementation of dissertation research, while the volume of materials used in them is steadily growing according to a law close to exponential. Accordingly, the requirements for integrated distributed information systems (electronic library systems) that support the educational process are sharply increasing, which requires the creation of a fundamentally new algorithm.

The article lists limitations and recommendations for the practical implementation of the algorithm proposed in the work.

Keywords: information classification, literature selection algorithm, academic genealogy, graph databases, Cattell test.

For citation:

Grigoriev S. G., Lerner I. M., Marinosyan A. Kh., Grigorieva M. A. On the issue of educational and methodological information selection for implementing an adaptive learning management system: Algorithm of selecting authors of literature taking into account the emotional and psychological characteristics of users based on the ideas of academic genealogy. *Informatics and Education*. 2025;40(3):69–79. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2025-40-3-69-79.

1. Введение

Работа, рассматриваемая в данной статье, является логическим продолжением решения проблемы, обозначенной в статье [1], а именно проблемы создания нового единого подхода к хранению и обработке информации в интегрированных распределенных информационных системах с учетом эмоционально-психологических особенностей ее пользователей, необходимых для реализации адаптивных электронных образовательных сред.

Представлена разработка нового алгоритма для интегрированных распределенных информационных систем, который должен обеспечить подбор авторов научной и учебно-методической литературы и самой литературы с учетом эмоционально-психологических особенностей пользователей системы на базе идей академической генеалогии.

Актуальность создания такого алгоритма обусловлена тем, что, как отмечено в работе [2], активно развивающийся в настоящее время процесс перехода к информационному обществу, наблюдаемый в различных сферах социума, приводит к достаточно сильным изменениям в области экономики [3–5], трудовой занятости населения [6, 7], образования [8–12], информационных систем предоставления информации [13, 14], при этом ядром этих преобразований является применение информационно-образовательных цифровых платформ, адаптивных к эмоционально-психологическим особенностям обучающихся. Ключевым фактором, который определяет их успешность, является алгоритм подбора научной и учебно-методической литературы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся [2].

Наиболее перспективным для решения указанной задачи является алгоритм, представленный

в работе [2], однако детальный анализ с учетом результатов, рассмотренных в статьях [1, 15–27], указывает на ряд существенных ограничений, которые возникают при его практическом применении и связаны с использованием наукометрических методов для формирования образовательных объектов:

- широко распространенные и применяемые в настоящее время наукометрические методы анализа научной информации реализуют лишь формальный подход к оценке цитирований, который не позволяет качественно оценить обработку и трансформацию информации в процессе научной деятельности;
- высокие требования по числу журналов (500–1000) для выявления наиболее значимой научной информации с достоверностью в 95 % для узких областей знаний являются невыполнимым условием;
- невозможно проводить глубокий семантический анализ с учетом выделения близкой по смыслу информации, что особенно важно при междисциплинарных исследованиях;
- необходимо привлекать экспертов для оценки качества анализируемой информации.

2. Алгоритм работы системы подбора авторов учебно-методической и научной литературы и самой литературы для реализации адаптивных электронных образовательных сред

Непосредственно структурная схема предлагаемого алгоритма работы системы подбора авторов учебно-методической и научной литературы и самой

литературы на базе идей академической генеалогии с учетом эмоционально-психологических особенностей ее пользователей представлена на рисунке 1. Здесь используются следующие обозначения:

- SC — общее число научных школ в Российской Федерации;
- i — порядковый номер научной школы;
- m_i — порядковый номер автореферата диссертации в i -й научной школе;
- H_i — общее число членов i -й научной школы.

Рассмотрим работу алгоритма, полагая, что априорная классификация авторов учебно-методической литературы произведена не полностью или отсутству-

ет — это может быть вызвано тем, что возникает одна из следующих ситуаций:

- база данных (БД) априорной классификации авторов учебно-методической литературы, основанной на базе деревьев академической генеалогии научных школ, отсутствует;
- требуется добавить нового члена научной школы в БД априорной классификации авторов.

В этом случае производится формирование или обновление БД априорной классификации авторов в соответствии с алгоритмом, представленным в работе [1], структурная схема которого представлена на рисунке 2.

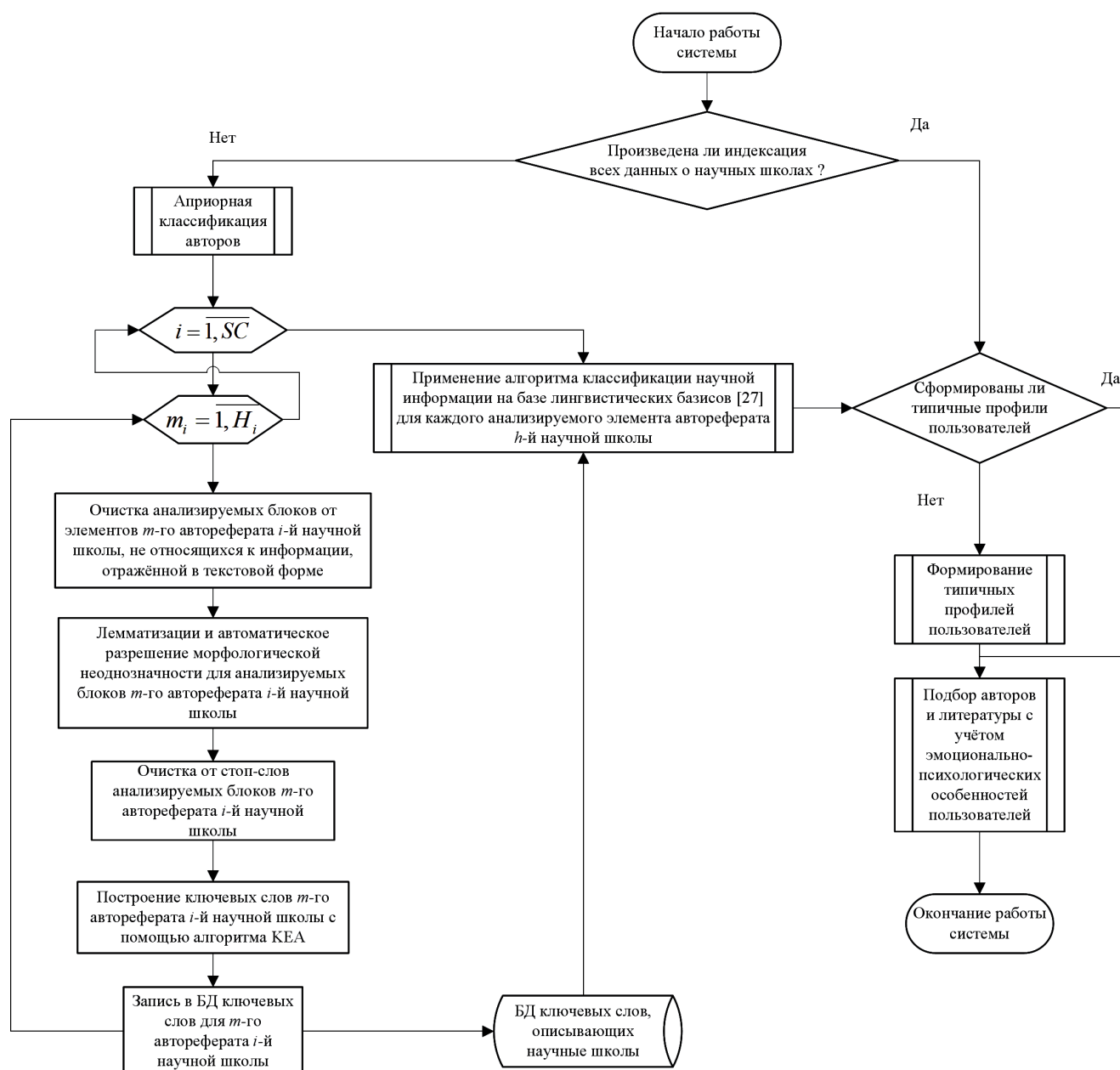


Рис. 1. Структурная схема алгоритма работы системы подбора авторов учебно-методической и научной литературы и самой литературы на базе идей академической генеалогии с учетом эмоционально-психологических особенностей обучаемых
Fig. 1. Structural diagram of the algorithm of the system for selecting authors of educational and scientific literature and the literature itself based on the ideas of academic genealogy, taking into account the emotional and psychological characteristics of students

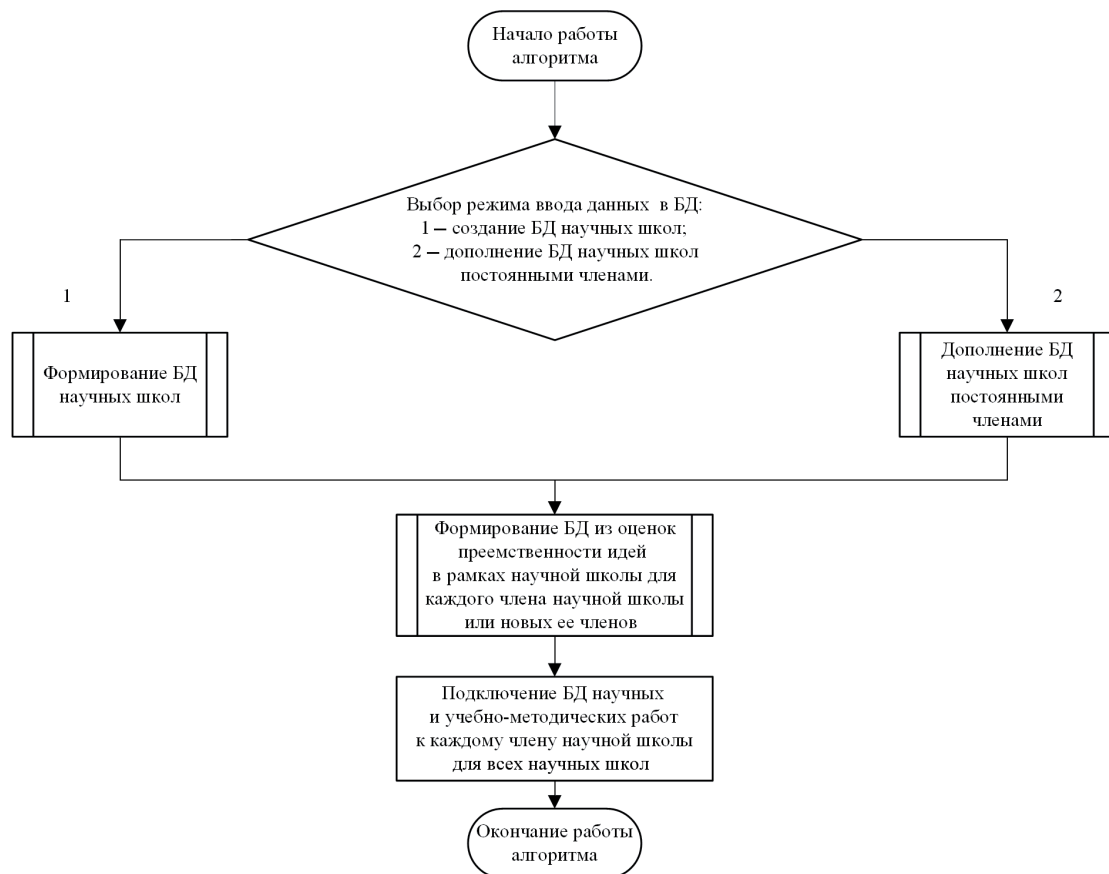


Рис. 2. Структурная схема алгоритма априорной классификации авторов учебно-методической информации [1]

Fig. 2. Structural diagram of an algorithm for a priori classification of scientific and educational information [1]

Формирование БД, в которой отражены оценки преемственности в рамках научной школы, производится посредством выражений (20)–(22), полученных в работе [1]. При этом процесс использования этой БД для поиска желаемой литературы пользователем будет рассмотрен позже в рамках алгоритма подбора авторов и литературы с учетом эмоционально-психологических особенностей пользователей (см. раздел 2.2).

На основании полученных результатов по априорной классификации авторов учебно-методической литературы по их принадлежности к конкретным научным школам производится составление краткой характеристики научной школы. Это достигается за счет анализа следующих текстовых блоков автореферата:

- методы исследования;
- объект исследования;
- научная новизна;
- практическая значимость.

Сам алгоритм анализа отражен на рисунке 1:

- Первоначально производится очистка анализируемых блоков от элементов, которые не относятся к информации, отраженной в виде текста: рисунков, формул, гиперссылок и т. д.
- Далее анализируемый текстовый блок подвергается разделению на предложения по-

средством использования методов, описанных в работе [28].

- После этого производится предварительная обработка блоков текстов путем лемматизации и автоматическое разрешение морфологической неоднозначности посредством использования любого из методов, описанных в работах [29, 30].
- Затем следует очистка полученного результата от стоп-слов, которая осуществляется с помощью методики, представленной в работе [30], использующей словарь из стоп-слов, составленный с использованием Национального корпуса русского языка¹ и Нового частотного словаря русской лексики², латинских символов, знаков пунктуации и цифровых обозначений.
- Далее применяется алгоритм КЕА, модифицированный для русского языка (модификация представлена в работе [31]).
- Затем производится формирование лингвистических базисов с помощью метода, представленного в работе [27].

¹ Национальный корпус русского языка. <http://www.ruscorpora.ru/>

² Новый частотный словарь русской лексики. <http://dict.ruslang.ru/freq.php>

2.1. Алгоритм формирования профилей типичных пользователей системы

Структурная схема алгоритма формирования необходимых для обеспечения работы системы в условиях ее «холодного» старта профилей типичных пользователей представлена на рисунке 3. Суть

предлагаемого алгоритма заключается в том, что осуществляется формирование взаимосвязей между авторами научной и учебно-методической литературы и запросами пользователей, формируемыми в виде совокупности ключевых слов, выбранных из БД ключевых слов, которые описывают научные

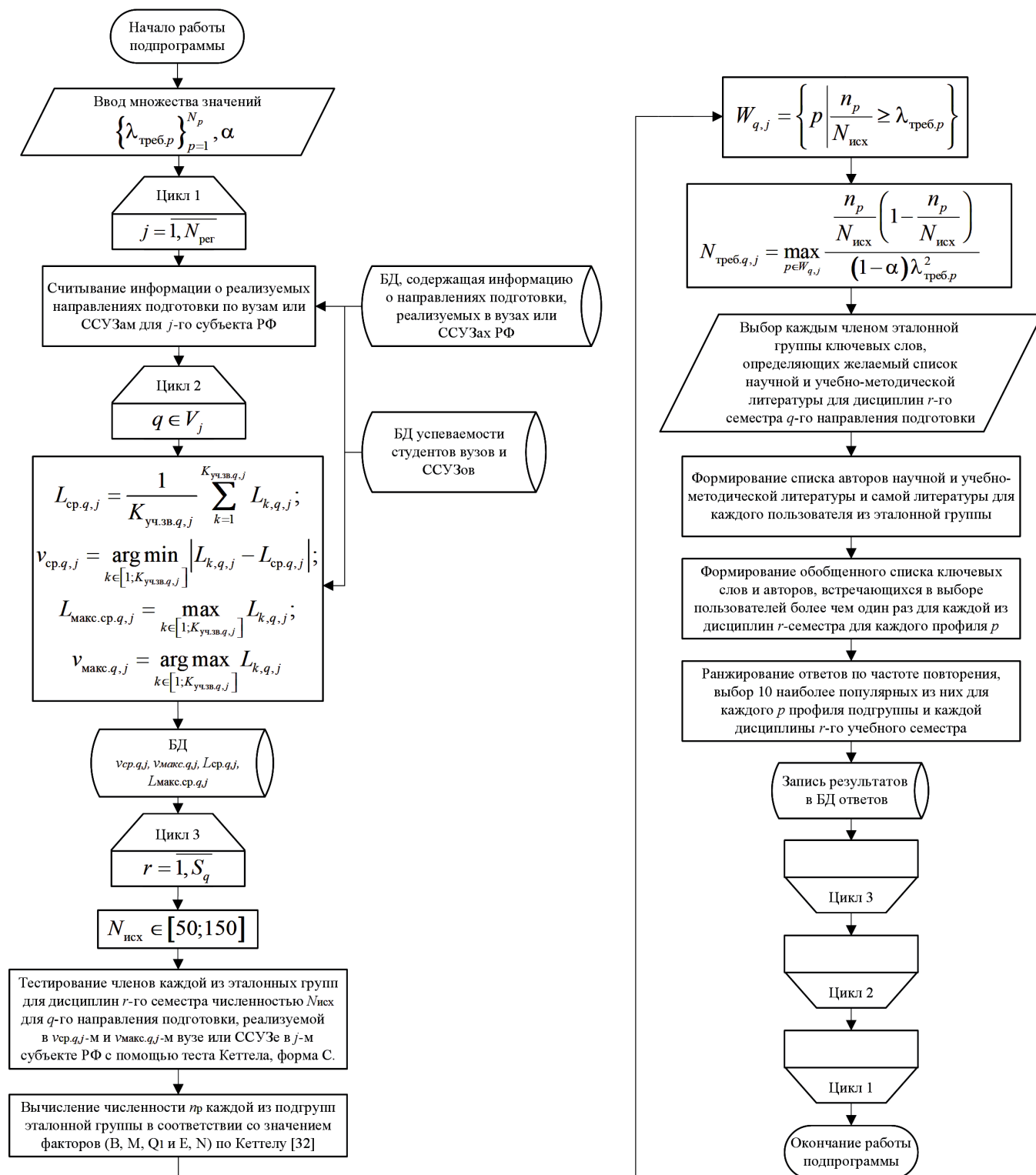


Рис. 3. Алгоритм формирования профилей типичных пользователей системы

Fig. 3. Algorithm for forming profiles of typical users of the system

школы. Это в итоге приводит к поиску по определенной научной школе, что уменьшает воздействия информационного шума при получении релевантного результата поиска. Для обеспечения персонализации получаемых результатов с учетом эмоционально-психологических особенностей пользователей используется многофакторное исследование личности Р. Кеттелла, форма С [32].

Непосредственно сам выбор теста Кеттелла, форма С при реализации данного алгоритма обусловлен тем, что этот тест позволяет достаточно широко и глубоко охватить личностную сферу человека, гарантируя отсутствие априорной предвзятости, и обеспечивает возможность кластерного анализа поведения людей внутри социальной группы для носителей русского языка, начиная с неполного среднего образования.

Рассмотрим работу алгоритма, представленного на рисунке 3, более подробно, разделив ее на два крупных этапа:

1. Подготовительный этап.

Производится расчет показателей успеваемости обучаемых (усредненный показатель успеваемости $L_{\text{ср.}q,j}$ и наибольшее значение усредненного показателя успеваемости $L_{\text{макс.ср.}q,j}$) для каждого q -го направления подготовки¹, по которым проводится обучение в j -м субъекте Российской Федерации, посредством следующих выражений:

$$L_{\text{ср.}q,j} = \frac{1}{K_{\text{уч.зв.}q,j}} \sum_{k=1}^{K_{\text{уч.зв.}q,j}} L_{k,q,j}, \quad (1)$$

$$L_{\text{макс.ср.}q,j} = \max_{k \in [1; K_{\text{уч.зв.}q,j}]} L_{k,q,j}, \quad (2)$$

где:

- $L_{k,q,j}$ — усредненный показатель успеваемости по q -му направлению подготовки для k -го высшего учебного заведения (вуза) или среднего специального учебного заведения (ССУЗ);
- $K_{\text{уч.зв.}q,j}$ — число вузов или ССУЗов, в которых производится образовательный процесс по q -му направлению подготовки в j -м субъекте Российской Федерации.

На основании полученных результатов производится определение вуза или ССУЗа, который наиболее полно отвечает показателям (1) и (2), посредством следующих выражений:

$$v_{\text{ср.}q,j} = \underset{k \in [1; K_{\text{уч.зв.}q,j}]}{\operatorname{argmin}} |L_{k,q,j} - L_{\text{ср.}q,j}|, \quad (3)$$

$$v_{\text{макс.ср.}q,j} = \underset{k \in [1; K_{\text{уч.зв.}q,j}]}{\operatorname{argmax}} L_{k,q,j}. \quad (4)$$

Здесь $v_{\text{ср.}q,j}$ и $v_{\text{макс.ср.}q,j}$ — порядковые номера вуза или ССУЗа в j -м субъекте Российской Федерации, которые обеспечивают образование по q -му направлению подготовки показатели (1) и (2) соответственно.

¹ $q \in V_j$, где V_j — множества всех направлений подготовки высших и средних специальных учебных заведений, реализуемых в j -м субъекте Российской Федерации.

2. Основной этап.

На базе выбранного учебного заведения, определяемого в соответствии с выражениями (3) и (4), для каждого q -го направления подготовки, по которым проводится обучение в j -м субъекте Российской Федерации, осуществляется формирование эталонных групп в рамках каждого учебного семестра² $r_{q,j} = \overline{1, S_{q,j}}$. При этом каждая эталонная группа состоит из подгрупп, формирование которых производится на основании значений факторов В, М, Q₁ и ряда дополнительных факторов Е, N, которые в совокупности определяют интеллектуальные характеристики личности [32, с. 65–67].

Определение требуемой численности группы $N_{\text{треб.}q,j}$, необходимой для обеспечения репрезентативности получаемых результатов, осуществляется с помощью теоремы Бернулли (см. выражение (13.5.1) в работе [33]), которую для рассматриваемого случая можно представить в следующей форме:

$$N_{\text{треб.}q,j} = \max_{p \in W_{q,j}} \frac{\frac{n_p}{N_{\text{исх}}} \left(1 - \frac{n_p}{N_{\text{исх}}}\right)}{(1 - \alpha) \lambda_{\text{треб.}p}^2}. \quad (5)$$

Здесь:

- n_p — численность p -й подгруппы;
- $N_{\text{исх}} = 50 \dots 100$ — исходная численность группы, используемая для определения репрезентативности получаемых результатов;
- $W_{q,j} = \left\{ p \mid \frac{n_p}{N_{\text{исх}}} \geq \lambda_{\text{треб.}p} \right\}$;
- $\lambda_{\text{треб.}p}$ — параметр, смысл которого следует из неравенства:

$$\left| \frac{n_p}{N_{\text{исх}}} - \frac{n'_p}{N_{\text{треб.}q,j}} \right| \leq \lambda_{\text{треб.}p}, \quad (6)$$

где n'_p — численность p -й подгруппы при численности группы $N_{\text{треб.}q,j}$;

- α — доверительная вероятность.

После формирования эталонных групп с требуемой численностью $N_{\text{треб.}q,j}$ каждый ее член производит выбор ключевых слов для формирования списка научной и учебно-методической литературы. При этом после достижения желаемого результата выбора литературы во временную базу данных заносятся сведения о выборе ключевых слов, авторов научной и учебно-методической литературы, а также научной школы, к которой относится автор литературы. Необходимо отметить, что ключевые слова, предлагаемые пользователю при выборе литературы, зависят от области знаний, к которой относятся изучаемые дисциплины.

Далее данные временной базы данных подвергаются обработке, заключающейся в том, что для каждой дисциплины формируется обобщенный список ключевых слов и авторов научной и учебно-методической литературы, которые были выбраны более чем один раз членами каждой из подгрупп. Данный список ранжируется по частоте ответов, и из него выбираются

² $S_{q,j}$ — число учебных семестров, требуемое для освоения q -го направления подготовки в j -м субъекте РФ.

10 наиболее популярных ответов, которые заносятся в БД ответов, а также записываются значения факторов (В, М, Q₁, Е, N,) выбирающих их подгрупп, что и является типичными профилями пользователей.

2.2. Алгоритм подбора авторов и литературы, необходимой для обеспечения образовательного процесса в электронной образовательной среде, адаптивной к каждому конкретному ее пользователю с учетом его эмоционально-психологических особенностей

Структурная схема алгоритма подбора авторов и литературы, необходимой для обеспечения образовательного процесса в электронной образовательной среде, адаптивной к каждому конкретному ее пользователю с учетом его эмоционально-психологических особенностей, представлена на рисунках 4 и 5.

Рассмотрим особенности функционирования предлагаемого алгоритма более подробно.

В качестве исходных данных, которые должен представить пользователь системы, выступают:

- порядковый номер j субъекта Российской Федерации;
- значение параметра q , определяющего направление подготовки, по которому обучается пользователь;
- номер курса r ;
- порядковый номер учебного заведения k , в котором обучается пользователь, по классификатору;
- наименование учебной дисциплины, по которой необходимо подобрать авторов и литературу для пользователя.

На основании предоставленных данных производится определение принадлежности учебного заведения, в котором обучается пользователь, к одному из двух типов v :

- 1) к учебным заведениям, в которых успеваемость выше средней (профиль $v_{\text{макс.}q,j}$) по j -му субъекту РФ для заданного направления подготовки q ;
- 2) к учебным заведениям, в которых обучаемые показывают среднюю успеваемость (профиль $v_{\text{ср.}q,j}$).

Это достигается посредством использования следующего соотношения:

$$v = \begin{cases} v_{\text{макс.}q,j}, & \text{если} \\ & |L_{k,q,j} - L_{\text{ср.}q,j}| \geq |L_{k,q,j} - L_{\text{макс.ср.}q,j}|; \\ v_{\text{ср.}q,j}, & \text{если} \\ & |L_{k,q,j} - L_{\text{ср.}q,j}| < |L_{k,q,j} - L_{\text{макс.ср.}q,j}|. \end{cases} \quad (7)$$

После этого пользователь проходит тестирование по методике многофакторного исследования личности Р. Кеттелла, форма С.

Далее следуют интерпретация результатов посредством алгоритма, представленного в работе [32], с занесением результатов в БД факторных профилей учебной группы, к которой относится пользователь,

и определение эталонной подгруппы по q -му направлению подготовки в рамках j -го субъекта РФ по совокупности значений параметров В, М, Q₁, определяющих интеллектуальные характеристики личности, и ряда дополнительных факторов Е, N [32, с. 65–67].

В случае, если с системой ранее работали менее 50 % членов учебной группы, к которой относится пользователь, пользователю для поиска желаемой литературы предлагаются результаты в форме ключевых слов, характеризующих авторов учебно-методической и научной литературы, полученные в рамках формирования типичных профилей. В том случае, если пользователь удовлетворен представленным ему результатом, происходит переход к последнему этапу работы алгоритма (см. рис. 5). В противном случае пользователю предлагается дополнительный список ключевых слов, характеризующих научные школы в рамках изучаемой дисциплины, не вошедших в обобщенный список, сформированный по результатам формирования типичных профилей, которые можно добавить при поиске и исключить ранее используемые.

Полученные результаты по выбору ключевых слов и соответствующих им авторов желаемой литературы заносятся во временный файл, который подвергается дальнейшему анализу после того, как результаты выбора будут совпадать с корректировками другого пользователя, путем выделения общих ключевых слов и авторов из ответов и записью в БД ответов.

В случае, если с системой ранее работали более 50 % членов учебной группы, процесс формирования рекомендаций по выбору литературы будет следующим. Производится анализ социально-психологических, эмоциональных особенностей тестируемого и его самооценки и определяется, открыт ли тестируемый к межличностным контактам (группа факторов А, F, H) или его мнение зависит от рекомендаций остальных членов учебной группы (группа факторов Е, L, Q₂, G, N). В случае ответа «да» производится составление общего списка путем объединения обобщенного списка ключевых слов, авторов научной и учебно-методической литературы, полученной в рамках формирования типичных профилей и ответов членов учебной группы. В противном случае алгоритм дальнейшей работы аналогичен случаю, когда с системой ранее работали менее 50 % членов учебной группы.

На последнем этапе исполнения данного алгоритма (см. рис. 5) производится формирование окончательного списка авторов и желаемого списка литературы, предлагаемой пользователю. Рассмотрим данный этап более подробно.

Итак, на основании выбранных пользователем ключевых слов формируется список авторов желаемой литературы $S_{\text{авт}} = \{k_{\text{авт},r}\}_{r=1}^P$, где P — число авторов, удовлетворяющих запросу пользователя. Далее производится определение членов научной школы $m_{k_{\text{авт},r}}$ для каждого $k_{\text{авт},r}$ автора из списка на основании следующего критерия:

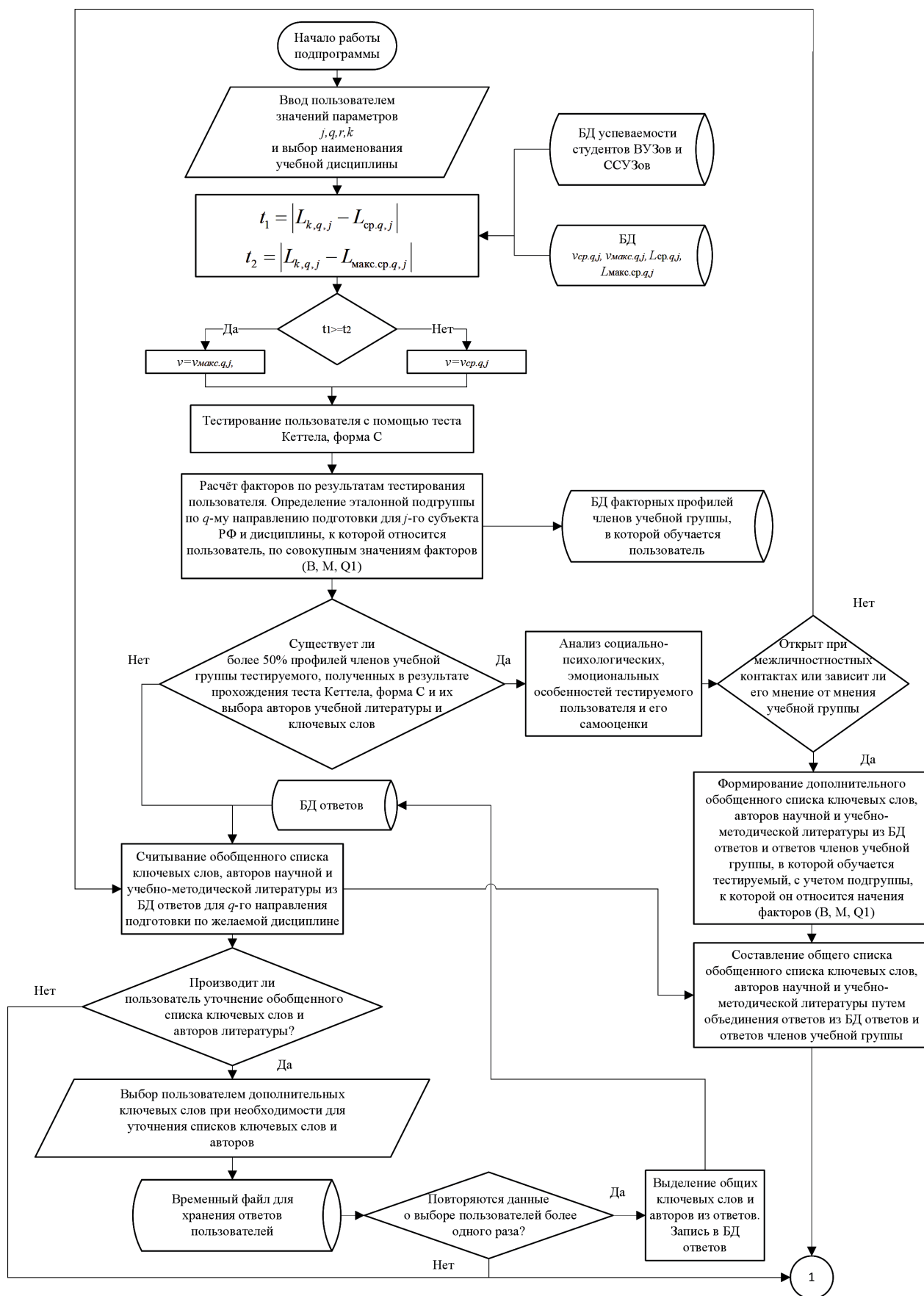


Рис. 4. Алгоритм формирования профилей типичных пользователей системы (лист 1 из 2)

Fig. 4. Algorithm for forming profiles of typical users of the system (page 1 of 2)

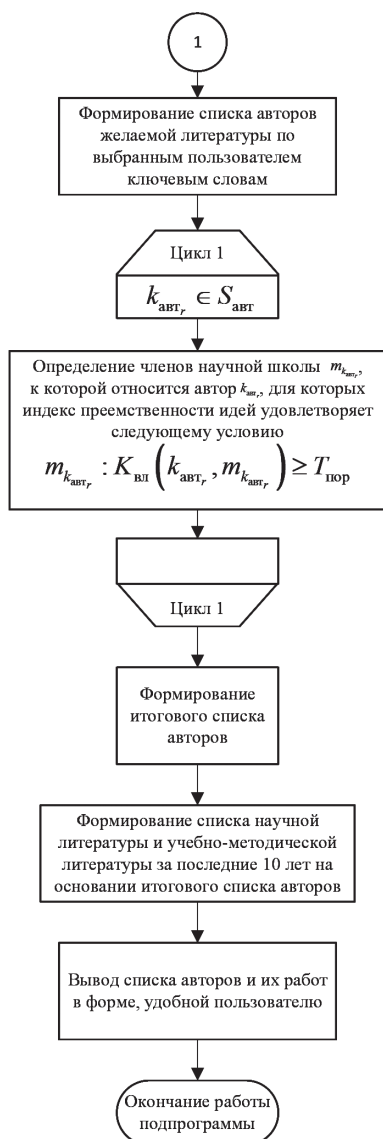


Рис. 5. Алгоритм формирования профилей типичных пользователей системы (лист 2 из 2)

Fig. 5. Algorithm for forming profiles of typical users of the system (page 2 of 2)

$$m_{k_{авт_l}} : K_{вл}(k_{авт_l}, m_{k_{авт_l}}) \geq T_{пор}. \quad (8)$$

Здесь:

- $T_{пор}$ — пороговое значение параметра нормированного показателя преэминентности идей в рамках научной школы;
- $K_{вл}(l, k)$ — нормированный показатель преэминентности идей в рамках научной школы, что можно представить как степень влияния k -го члена научной школы на l -го члена научной школы ($l > k$, если члены школы из одной ветви):

$$K_{вл}(l, k) = \frac{1}{N_{раб}(l)} \sum_{q=1}^{N_{раб}(l)} 1(q) \left[(N_{авт_l}(q) - 1) \times \right. \\ \left. \times \operatorname{sgn}(N_{авт_l}(q) - 1) + (1 - \operatorname{sgn}(N_{авт_l}(q) - 1)) \right]^{-1}, \quad (9)$$

где:

- $1(q)$ — индикаторная функция, равная 1, если соавтором q -й работы l -го члена научной школы, в которой опубликованы основные результаты его диссертационной работы, является k -й член научной школы, в противном случае $1(q) = 0$;
- $N_{авт_l}(q)$ — число авторов q -й работы l -го члена научной школы;
- $N_{раб}(l)$ — число научных работ l -го члена научной школы, в которых изложены основные результаты, выносимые на защиту.

На основании полученных результатов осуществляется формирование списка научной и учебно-методической литературы для выбранных по ключевым словам авторов за последние 10 лет и представление этого результата пользователю в удобной для него форме.

3. Заключение

В статье представлен разработанный авторами новый алгоритм для интегрированных распределенных информационных систем, который должен обеспечить подбор авторов научной и учебно-методической литературы и самой литературы с учетом эмоционально-психологических особенностей пользователей системы на базе идей академической генеалогии, а также даны рекомендации по его практической реализации.

Финансирование

Исследование выполнено в рамках выполнения государственного задания № 073-03-2024-046.

Funding

The study was carried out as part of state assignment No. 073-03-2024-046.

Список источников / References

1. Григорьев С. Г., Лернер И. М., Мариносян А. Х., Арутюнова Н. К., Григорьева М. А. К вопросу подбора учебно-методической информации для реализации адаптивной электронной образовательной среды: алгоритм априорной классификации авторов. *Информатика и образование*. 2025;40(2):66–78. DOI: 10.32517/0234-0453-2025-40-2-66-78.
- [Grigoriev S. G., Lerner I. M., Marinosyan A. Kh., Arutyunova N. K., Grigorieva M. A. On the issue of educational and methodological information selection for implementing an adaptive learning management system: Algorithm of a priori authors classification. *Informatics and Education*. 2025;40(2):66–78. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2025-40-2-66-78.]
2. Лернер И. М., Карелина Е. А., Григорьев С. Г., Байков Ф. Ю., Дымкова С. С., Ильин В. И. Модель отбора информационных ресурсов на базе теории поколений, наукометрии и факторной методики исследования личности как инструмент развития глобальных цифровых платформ. *Научные и технические библиотеки*. 2024;(1):15–50. EDN: RIJNNF. DOI: 10.33186/1027-3689-2024-1-15-50.
- [Lerner I. M., Karelina E. A., Grigoryev S. G., Baikov F. Yu., Dymkova S. S., Ilyin V. I. The model of information resources selection based on the generation theory, scientometrics and personality study factor method as an instrument for developing global digital platforms. *Scientific and Techni-*

cal Libraries. 2024;(1):15–50. (In Russian.) EDN: RIJNNF. DOI: 10.33186/1027-3689-2024-1-15-50.]

3. Yoo Y., Henfridsson O., Lyytinen K. Research commentary — The new organizing logic of digital innovation: An agenda for information systems research. *Information Systems Research*. 2010;21(4):724–735. DOI: 10.1287/isre.1100.0322.

4. Edelman D., Singer M. Competing on customer journeys: You have to create new value at every step. *Harvard Business Review*. 2015;93(11):88–98.

5. Смирнов Е. Н., Лукьянов С. А. Формирование и развитие глобального рынка систем искусственного интеллекта. *Экономика региона*. 2019;15(1):57–69. EDN: MWOTZQ. DOI: 10.17059/2019-1-5.

[Smirnov E. N., Lukyanov S. A. Development of the global market of Artificial Intelligence systems. *Economy of Regions*. 2019;15(1):57–69. (In Russian.) EDN: MWOTZQ. DOI: 10.17059/2019-1-5.]

6. Морозова Ю. А. Интеллектуальный анализ данных о вакансиях для выявления актуальных потребностей рынка труда. *Информатика и образование*. 2022;37(5):26–37. EDN: KQKIRJ. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-5-26-37.

[Morozova Yu. A. Data mining of vacancy data to identify the current labor market needs. *Informatics and Education*. 2022;37(5):26–37. (In Russian.) EDN: KQKIRJ. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-5-26-37.]

7. Graham M., Hjorth I., Lehdonvirta V. Digital labour and development: Impacts of global digital labour platforms and the gig economy on worker livelihoods. *Transfer: European Review of Labour and Research*. 2017;23(2):135–162. DOI: 10.1177/1024258916687250.

8. Чеха В. В. Цифровые платформы как новые субъекты образовательных отношений. *Наука и школа*. 2021;(3):81–93. EDN: WALMTX. DOI: 10.31862/1819-463X-2021-3-81-93.

[Cekha V. V. Digital platforms as new subjects in education. *Science and School*. 2021;(3):81–93. (In Russian.) EDN: WALMTX. DOI: 10.31862/1819-463X-2021-3-81-93.]

9. Павличева Е. Н., Жильцов В. А. Использование платформ виртуальной реальности для поддержки принятия решений в многоуровневых образовательных системах. *Научные и технические библиотеки*. 2023;(7):64–81. EDN: CXPKOF. DOI: 10.33186/1027-3689-2023-7-64-81.

[Pavlicheva E. N., Zhiltsov V. A. Virtual reality platforms to support decision-making in multilevel educational systems. *Scientific and Technical Libraries*. 2023;(7):64–81. (In Russian.) EDN: CXPKOF. DOI: 10.33186/1027-3689-2023-7-64-81.]

10. Якунин Ю. Ю., Шестаков В. Н., Ликсонова Д. И., Даничев А. А. Прогнозирование результатов обучения студентов с использованием инструментов машинного обучения. *Информатика и образование*. 2023;38(4):28–43. EDN: HPHLQH. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-28-43.

[Yakunin Yu. Yu., Shestakov V. N., Liksonova D. I., Danichev A. A. Predicting student performance using machine learning tools. *Informatics and Education*. 2023;38(4):28–43. (In Russian.) EDN: HPHLQH. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-28-43.]

11. Алдунин Д. А. Модель архитектуры рекомендательного сервиса по формированию индивидуальной образовательной траектории при самостоятельном изучении массовых открытых онлайн-курсов. *Информатика и образование*. 2024;39(1):74–83. EDN: IBBOLE. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-1-74-83.

[Aldunin D. A. A model of recommendation service architecture for the formation of an individual educational trajectory for self-paced massive open online courses studying. *Informatics and Education*. 2024;39(1):74–83. (In Russian.) EDN: IBBOLE. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-1-74-83.]

12. Кузнецова Ю. А. Имитационное моделирование стратегического развития системы высшего образования

Российской Федерации. *Информатика и образование*. 2023;38(6):32–44. EDN: PMBBMF. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-32-44.

[Kuznetsova Yu. A. Simulation modeling of the strategic development of the higher education system of the Russian Federation. *Informatics and Education*. 2023;38(6):32–44. (In Russian.) EDN: PMBBMF. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-32-44.]

13. Лакизо И. Г. Современные зарубежные исследования информационных потребностей студентов высших учебных заведений (обзор публикаций). *Научные и технические библиотеки*. 2023;(5):112–132. EDN: DNTBVN. DOI: 10.33186/1027-3689-2023-5-112-132.

[Lakizo I. G. Modern foreign studies of information needs of students of higher educational institutions (review of publications). *Scientific and Technical Libraries*. 2023;(5):112–132. (In Russian.) EDN: DNTBVN. DOI: 10.33186/1027-3689-2023-5-112-132.]

14. Сабитов Р. А., Смирнова Г. С., Елизарова Н. Ю., Сабитов Ш. Р., Епонешиников А. В., Григорьев И. С., Кутдусов А. А. Трансформации подходов в обучении студентов инженерных специальностей информационным технологиям. *Информатика и образование*. 2023;38(4):5–13. EDN: OKKWVQ. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-5-13.

[Sabitov R. A., Smirnova G. S., Elizarova N. Yu., Sabitov Sh. R., Eponeshnikov A. V., Grigoriev I. S., Kutdusov A. A. Transformation of approaches in teaching information technologies to engineering students. *Informatics and Education*. 2023;38(4):5–13. (In Russian.) EDN: OKKWVQ. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-4-5-13.]

15. Garfield E. Citation analysis as a tool in journal evaluation. *Science*. 1972;178(4060):471–479. DOI: 10.1126/science.178.4060.471.

16. Garfield E. Citation indexing: Its theory and application in science, technology, and humanities. New York, John Wiley & Sons; 1979. 274 p.

17. Rousseau R., Zhang L. Betweenness centrality and Q-measures in directed valued networks. *Scientometrics*. 2008;75(3):575–590. DOI: 10.1007/s11192-007-1772-2.

18. Roth C., Wu J., Lozano S. Assessing impact and quality from local dynamics of citation networks. *Journal of Informetrics*. 2012;6(1):111–120. DOI: 10.1016/j.joi.2011.08.005.

19. Small H. Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents. *Journal of the American Society for Information Science*. 1973;24(4):265–269. DOI: 10.1002/asi.4630240406.

20. Leydesdorff L. The evolutionary dynamics of discursive knowledge. Qualitative and quantitative analysis of scientific and scholarly communication. Cham, Springer; 2021. 248 p. DOI: 10.1007/978-3-030-59951-5.

21. Daraio C., Di Leo S., Leydesdorff L. A heuristic approach based on Leiden rankings to identify outliers: evidence from Italian universities in the European landscape. *Scientometrics*. 2023;128(1):483–510. DOI: 10.1007/s11192-022-04551-y.

22. Leydesdorff L., Bornmann L. Disruption indices and their calculation using web-of-science data: Indicators of historical developments or evolutionary dynamics? *Journal of Informetrics*. 2021;15(4):1–11. DOI: 10.1016/j.joi.2021.101219.

23. Funk R. J., Owen-Smith J. A dynamic network measure of technological change. *Management Science*. 2017;63(3):791–817. DOI: 10.1287/mnsc.2015.2366.

24. Wu S., Wu Q. A confusing definition of disruption. *SocArXiv Papers*. 2019. DOI: 10.31235/osf.io/d3wpk.

25. Zhang L., Leydesdorff L. The scientometric measurement of interdisciplinarity and diversity in the research portfolios of Chinese Universities. *Journal of Data and Information Science*. 2021;6(4):13–35. DOI: 10.2478/jdis-2021-0027.

26. Дымкова С. С. Методы и процедурная модель повышения публикационной активности научных организаций на основе наукометрических инструментов: дис. ... канд. тех. наук: 05.25.05. М.; 2022. 170 с. EDN: MHQRNL.

[Dymkova S. S. Methods and procedural model for increasing the publication activity of scientific organizations based on scientometric tools: Cand. eng. sci. diss.: 05.25.05. Moscow; 2022. 170 p. (III In Russian.) EDN: MHQRNL.]

27. Лернер И. М., Мариносян А. Х., Григорьев С. Г., Юсупов А. Р., Аникьева М. А., Гарифуллина Г. А. Подход к формированию интеллектуальной академической генеалогии с использованием больших языковых моделей. *Электромагнитные волны и электронные системы*. 2024;29(4):108–120. EDN: BSNYZW. DOI: 10.18127/j15604128-202404-09.

[Lerner I. M., Marinosyan A. Kh., Grigoriev S. G., Yusupov A. R., Anikieva M. A., Garifullina G. A. An approach to the formation of intellectual academic genealogy using large language models. *Electromagnetic Waves and Electronic Systems*. 2024;29(4):108–120. (In Russian.) EDN: BSNYZW. DOI: 10.18127/j15604128-202404-09.]

28. Kiss T., Strunk J. Unsupervised multilingual sentence boundary detection. *Computational Linguistics*. 2006;32(4):485–525. DOI: 10.1162/coli.2006.32.4.485.

29. Müller T., Cotterel R., Fraser A., Schütze H. Joint lemmatization and morphological tagging with lemming. *Proc. of the 2015 Conf. on Empirical Methods in Natural Language Processing*. Lisbon, Portugal, Association for Computational Linguistics; 2015:2268–2274. DOI: 10.18653/v1/D15-1272.

30. Митрофанова О. А. Вероятностное моделирование тематики русскоязычных корпусов текстов с использованием компьютерного инструмента GenSim. *Труды международной конференции «Корпусная лингвистика — 2015»*. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского государственного университета; 2015:332–343. EDN: UDQIRZ.

[Mitrofanova O. A. Probabilistic modeling of the topics of Russian-language text corpora using the computer tool GenSim. *Proc. of the International Conf. "Corpus Linguistics — 2015"*. St. Petersburg, Publishing House of the Saint-Petersburg University; 2015:332–343. (In Russian.) EDN: UDQIRZ.]

31. Соколова Е. В., Митрофанова О. А. Автоматическое извлечение ключевых слов и словосочетаний из русскоязычных текстов с помощью алгоритма KEA. *Компьютерная лингвистика и вычислительные онтологии*. 2017;(1):157–165. EDN: YWIPAM. DOI: 10.17586/2541-9781-2017-1-157-165.

[Sokolova E. V., Mitrofanova O. A. Automatic keyphrase extraction by applying KEA to Russian texts. *Kompyuternaya lingvistika i vychislitelnye ontologii*. 2017;(1):157–165. (In Russian.) EDN: YWIPAM. DOI: 10.17586/2541-9781-2017-1-157-165.]

32. Капустина А. Н. Многофакторная личностная методика Р. Кеттелла. СПб.: Речь; 2001. 112 с.

[Kapustina A. N. Multifactorial personality technique of R. Cattell. St. Petersburg, Rech; 2001. 112 p. (In Russian.)]

33. Вентцель Е. С. Теория вероятности. М.: Наука; 1969. 576 с.

[Wentzel E. S. Probability theory. Moscow, Nauka; 1969. 576 p. (In Russian.)]

Информация об авторах

Григорьев Сергей Георгиевич, чл.-корр. РАО, доктор тех. наук, профессор, профессор департамента информатики, управления и технологий, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-0034-9224>; *e-mail*: grigorsg@yandex.ru

Лернер Илья Михайлович, доктор тех. наук, старший научный сотрудник, Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия; профессор кафедры нанотехнологий в электронике, Институт радиоэлектроники, фотоники и цифровых технологий, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Республика Татарстан, Россия; профессор кафедры радиоастрономии, Институт физики, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Республика Татарстан, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5788-3113>; *e-mail*: aviap@mail.ru

Мариносян Андреас Хачатурович, аспирант, департамент информатизации образования, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-0577-2360>; *e-mail*: a.marinosyan@yandex.ru

Григорьева Марина Александровна, канд. пед. наук, доцент, доцент департамента информатики, управления и технологий, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0006-7296-3107>; *e-mail*: grigorevama@mgpu.ru

Information about the authors

Sergey G. Grigoriev, Corresponding Member of the RAE, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Professor at the Department of IT, Management and Technology, Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-0034-9224>; *e-mail*: grigorsg@yandex.ru

Ilya M. Lerner, Doctor of Sciences (Engineering), Senior Research Fellow, Akmuulla Bashkir State Pedagogical University, Ufa, The Republic of Bashkortostan, Russia; Professor at the Department of Nanotechnology in Electronics, Institute of Radio Electronics, Photonics and Digital Technologies, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia; Professor at the Department of Radio Astronomy, Institute of Physics, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5788-3113>; *e-mail*: aviap@mail.ru

Andreas Kh. Marinosyan, a postgraduate student at the Department of Education Informatisation, Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-0577-2360>; *e-mail*: a.marinosyan@yandex.ru

Marina A. Grigorieva, Candidate of Sciences (Education), Docent, Associate Professor at the Department of IT, Management and Technology, Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0006-7296-3107>; *e-mail*: grigorevama@mgpu.ru

Поступила в редакцию / Received: 20.12.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 17.01.25.

Принята к печати / Accepted: 22.01.25.