

УДК 004.021 + 004.42

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОИСКА ЭКСПЕРТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНОГО РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ЖУРНАЛЕ

А.М. Елизаров^{1[0000-0003-2546-6897]}, Е.К. Липачёв^{2[0000-0001-7789-2332]},

Ш.М. Хайдаров^{3[0000-0002-6835-3289]}

¹⁻³ *Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского Казанского федерального университета, ул. Кремлевская, 35, г. Казань, 420008*

^{1,2} *Высшая школа информационных технологий и интеллектуальных систем Казанского федерального университета, ул. Кремлевская, 35, г. Казань, 420008*

¹amelizarov@gmail.com, ²elipachev@gmail.com, ³15jkeee@gmail.com

Аннотация

Предложен подход к организации экспертной оценки научного документа, представленного для публикации в математический журнал. Ограничение предметной области связано с использованием системы математической классификации Mathematical Sciences Classification System – MSC. Представлена рекомендательная система, позволяющая сформировать список возможных экспертов для проведения процедуры научного рецензирования математической статьи. Эта рекомендательная система использует коды MSC2020, изначально представленные автором статьи. Если в статье указаны коды MSC2000 или MSC2010, производится их автоматическое преобразование в коды MSC2020.

Для каждого эксперта в системе поддерживается персональный профиль, который содержит набор кодов MSC2020, дополненный числовыми характеристиками, – весами, вычисленными для каждого кода в соответствии с системой учета компетенций, предпочтений или отказов от участия в процедуре рецензирования, сформированных в процессе предыдущей работы в качестве эксперта. Этот набор автоматически редактируется в случае включения эксперта в список возможных рецензентов – повышаются или уменьшаются веса нескольких кодов, а также добавляются новые коды. Рекомендательная система реализована в виде

встроенного инструмента (плагина) платформы Open Journal Systems (OJS). Разработанный метод апробирован в информационной системе научного журнала Lobachevskii Journal of Mathematics (<https://ljm.kpfu.ru>).

Ключевые слова: информационная система научного журнала, Open Journal Systems, рабочий процесс рецензирования, автоматический выбор рецензентов, Mathematics Subject Classification 2010, Lobachevskii Journal of Mathematics.

ВВЕДЕНИЕ

Новые возможности распространения информации, возникшие как результат развития интернет-технологий, отразились и на научных коммуникациях, в частности, появились научные труды, оформленные в виде «живых» или «динамических» публикаций [1, 2], а также блогов [3, 4]. Функции, присущие традиционным научным журналам, также изменились: ряд процессов редакциями журналов уже не реализуется (см., например, [5]). Однако роль научных рецензируемых журналов существенно возросла, что связано, прежде всего, с внедрением академическими учреждениями систем оценки труда научных работников, существенно учитывающих показатели публикационной активности, – наличие публикаций, индексируемых в международных наукометрических базах данных, таких как Scopus, Web of Science (WoS) и ряда других, является теперь критерием, по которому оценивается работа как отдельного сотрудника, так и научного коллектива в целом.

Количество научных журналов с 2000 года увеличилось на треть, предложена новая систематическая типология академических журналов [6]. Число публикаций в научных журналах также постоянно увеличивается. Темп этого роста составляет более 5% в год, что превышает рост мировой экономики в целом (см., например, [7]). Все научные публикации, представленные к публикации, подвергаются обязательной для рейтинговых журналов процедуре экспертной оценки (двойного, тройного и в большинстве случаев «слепого» рецензирования). Наукометрические базы данных Scopus и Web of Science исключают из своего состава журналы, которые не в полной мере соблюдают установленные правила не только проведения процедуры научной экспертизы, но и привлечения специали-

стов в качестве рецензентов, а также требования к составу редколлегии журналов. Укажем в качестве примера требования к рецензентам индексируемого в Scopus открытого архива сборников трудов семинаров и конференций CEUR Workshop Proceedings (<http://ceur-ws.org/>). Согласно объявленным требованиям (<http://ceur-ws.org/HOWTOSUBMIT.html>) члены программного комитета конференции и эксперты, привлеченные к рецензированию, для подтверждения квалификации в области компьютерных наук должны иметь достаточно хорошее представительство (не менее 5 проиндексированных статей) в библиографической базе “dblp computer science bibliography” (DBLP, <https://dblp.uni-trier.de/>). Совокупность требований к экспертам, жесткие правила проведения процедуры рецензирования, включая временные сроки, с одной стороны, и неуклонный рост количества научных публикаций, с другой, создают очевидную проблему, связанную с подбором квалифицированных рецензентов для редакций каждого научного журнала.

Имеются и другие проблемы проведения процедуры научного рецензирования, например, обеспечение объективности экспертной оценки (см., например, [7]). В ряде работ обсуждаются преимущества открытых экспертных обзоров и публикации статей вместе с рецензиями на них (см., например, [8–10]). Мы полагаем, что разработка и внедрение программных инструментов поддержки процедуры научного рецензирования позволят уменьшить сроки опубликования научных работ, обеспечить необходимый контроль научного качества этих работ и сделать саму процедуру рецензирования более объективной.

Автоматизированные системы управления конференциями, например, EasyChar, и информационная журнальная система Open Journal Systems (OJS) имеют встроенные средства поддержки процесса рецензирования, включая предложения экспертам о возможности их назначения рецензентами, автоматическую рассылку уведомлений, контроль сроков проведения экспертной оценки, и используются многими журналами (см., например, [11]). Но подбор возможных экспертов, способных объективно, квалифицированно и в ограниченные сроки провести рецензирование рукописи, поступившей в журнал, производится сотрудниками редакции, по сути, в ручном режиме.

Мы предлагаем метод формирования рекомендаций по назначению экспертов для математического документа. Ниже представлена рекомендательная

система, позволяющая сформировать список возможных экспертов для проведения процедуры научного рецензирования математической статьи. Эта рекомендательная система использует коды системы математической классификации Mathematical Sciences Classification System MSC2020, обязательно представляемые авторами статьи при ее направлении для публикации в соответствующий журнал. Рекомендательная система реализована в виде встроенного инструмента (плагина) платформы OJS. Разработанный метод апробирован в информационной системе научного журнала Lobachevskii Journal of Mathematics (<https://ljm.kpfu.ru>).

1. ПРОГРАММНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ПОДДЕРЖКИ НАУЧНОГО РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ

Организация независимой экспертной оценки научных документов является обязанностью редколлегии научного журнала, поскольку научное сообщество ожидает, что качество публикуемых статей контролируется в процессе рецензирования. Как правило, научная экспертиза проводится двумя или более независимыми рецензентами. Успешное прохождение процесса рецензирования является обязательным условием публикации статьи. Помимо отзывов на статью рецензенты, как правило, приводят развернутые комментарии, направленные на улучшение представленного материала. Когда авторы получают уведомления о полученных рецензиях, они учитывают их в следующей версии своей статьи. Поиск специалистов в предметных областях для проведения рецензирования осуществляется членами редколлегии на основе личного опыта. Сам процесс рецензирования вызывает ряд вопросов, связанных, например, с корпоративными интересами [7]. Для исключения ошибочных, недоброкачественных, а также статей, скомпилированных из чужих работ, используются различные методы проведения экспертной оценки и разрабатываются вспомогательные программные инструменты [12].

Процесс научного рецензирования – как правило, наиболее трудоемкий при рассмотрении научных материалов в редакции журнала. Критическими по времени при этом являются подбор рецензентов для квалифицированной оценки работы, поступившей в журнал, а также само рецензирование. Автоматизация

этого процесса способна сократить затраты времени – это подтверждает и практический опыт (см., например, [11]).

Практически все научные журналы в настоящее время выполняют большую часть редакционных процессов, используя различные информационные платформы. Основные особенности использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в процессе издания научных журналов исследованы в [11, 13–15], проведено также сравнение существующих информационных систем с точки зрения автоматизации редакционных процессов. Из существующих открытых информационных систем как наиболее совершенная выделена платформа Open Journal Systems [16].

Выбор этой платформы обусловлен тем, что OJS поддерживает широкий спектр бизнес-моделей для периодики и настроек предоставления доступа: от полностью открытого доступа к ресурсам до предоставления кратких аннотаций и коммерческой подписки. Это позволяет использовать названную систему как единую платформу для управления комплексом электронных изданий (например, научно-исследовательской или образовательной организации) [15].

Благодаря модульной архитектуре и использованию ролевой модели пользователей, система OJS может быть настроена и адаптирована под бизнес-процессы конкретного научного издания. Функционал системы позволяет реализовать взаимодействие участников редакционного процесса в режиме онлайн [16].

В системе OJS имеется встроенная поддержка процесса рецензирования, включая назначение рецензентов путем их выбора редактором из пользователей системы, имеющих соответствующую роль. Процедура назначения предполагает автоматическую рассылку уведомлений и последующий контроль сроков проведения экспертизы. В настоящей статье предложена модификация процесса назначения рецензентов до уровня рекомендательной системы. При использовании стандартного функционала системы OJS поиск рецензентов для каждой статьи производится редактором среди всех пользователей системы, имеющих роль рецензента. Отметим, что платформу OJS используют многие российские научные журналы.

В работах [8–10] рассмотрены инструменты обеспечения открытого рецензирования – отметим, что большая часть из них может применяться и при традиционном научном рецензировании.

2. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПОДБОР РЕЦЕНЗЕНТОВ В РЕДАКЦИИ ЖУРНАЛА LOBACHEVSKII JOURNAL OF MATHEMATICS

Процесс выбора рецензентов для научных статей был автоматизирован в журнале Lobachevskii Journal of Mathematics (LJM) (<https://ljm.kpfu.ru/>) ещё в 2007 году [17]. Более того, автоматически выполнялось и назначение рецензентов. Эта автоматизация рассматривалась как один из этапов внедрения веб-технологий в практику работы математических журналов [18, 19]. В 2015 году редакция журнала перешла на издательскую платформу Open Journal Systems [13, 14, 16], и ранее внедренный алгоритм был модифицирован с учетом технических требований этой платформы [15, 20, 21].

Алгоритм подбора экспертов основан на неточном сравнении, которое проводится между списком ключевых слов, указанных автором, и перечнем научных интересов рецензентов, содержащимся в базе данных журнала.

3 РЕКОМЕНДАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ВЫБОРА РЕЦЕНЗЕНТОВ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

В этом разделе предложен алгоритм формирования списка экспертов для проведения процедуры научного рецензирования математической статьи. Выбор экспертов ограничен базой информационной системы журнала.

За основу подбора рекомендаций использована математическая предметная классификация Mathematics Subject Classification (MSC2000, MSC2010, MSC2020) [22–24], а другие классификационные признаки и ключевые слова, извлеченные из текстов статей, рассматриваются как уточняющие [25].

3.1 РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В НАУЧНОЙ РАБОТЕ

С рекомендательными системами пользователи интернета сталкиваются ежедневно при выборе каких-либо услуг. Такие системы направлены на улучшение доступа к объектам в сложных информационных пространствах, предлагая интеллектуальный подход к навигации, в отличие от обычного поиска.

Базовой особенностью рекомендательных технологий является использование алгоритмов, способных учитывать предпочтения отдельного пользователя или категории пользователей в процессе создания персонализированных рекомендаций.

Имеется несколько определений рекомендательных систем, в каждом из которых сделан акцент на определенные особенности таких систем. Например, в [26] приведено 15 различных определений рекомендательных систем со ссылками на публикации, в которых они введены и обоснованы. В статьях, опубликованных в сборниках [27, 28], освещены наиболее важные технологии рекомендательных систем, их свойства и области применения. Существует два основных типа рекомендательных систем: контент-ориентированные и социальные (коллаборативной фильтрации). В [29] приведен онтологический подход в рекомендательных системах для физико-математического контента.

Рекомендательную систему, представленную в настоящей работе, можно отнести к типу рекомендательных систем конкретного случая (Case-Based Recommender Systems). Этот тип систем детально описан в работе [30], где представлены основные свойства таких систем и области их применения.

3.2 СИСТЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

Математическая предметная классификация MSC создана и поддерживается Mathematical Reviews (MR, <http://www.ams.org/publications/math-reviews/math-reviews>) и Zentralblatt MATH (zbMATH, <https://zbmath.org/>). Эта классификация используется всеми основными математическими журналами, архивом электронных публикаций научных статей и их препринтов arXiv.org (<https://arxiv.org/>) и цифровыми математическими библиотеками [31]. Текущей версией является MSC2010 (<http://msc2010.org/>; <https://mathscinet.ams.org/msc/msc2010.html>; <https://zbmath.org/classification/>), коды классификаторов MSC2000 использовались до 2010 года. С этого года рекомендована для использования следующая версия математической предметной классификации MSC2020 (<https://msc2020.org/>).

MSC представляет собой трехслойную схему с использованием буквенно-цифровых кодов. Код классификатора первого слоя состоит из двух цифр, второй слой определяется прописной буквой латинского алфавита “А”, “В” или “С” или же символом “-”, например, как в случае ветки “62-XX Statistics”; третий слой содержит две цифры. Например, код “62C10 Bayesian problems; characterization of Bayes procedures” относится к третьему слою иерархии, вышестоящим для него

является код “62C Statistical decision theory”, который принадлежит верхнему слою схемы (см. Рис. 1).

62Cxx Statistical decision theory [See also 90B50, 91B06] {For game theory, see 91A35}
62C05 General considerations in statistical decision theory
62C07 Complete class results in statistical decision theory
62C10 Bayesian problems; characterization of Bayes procedures
62C12 Empirical decision procedures; empirical Bayes procedures
62C15 Admissibility in statistical decision theory
62C20 Minimax procedures in statistical decision theory
62C25 Compound decision problems in statistical decision theory
62C86 Statistical decision theory and fuzziness
62C99 None of the above, but in this section

Рис. 1. Трехслойная схема классификации на примере раздела “Statistics”

MSC2020, как и MSC2010, содержит 63 узла первого слоя, начиная с “00 General mathematics” и заканчивая “97 Mathematics education”. Нумерация не сплошная, например, отсутствуют коды “02”, “04”, “07”, “21” и ряд других. Второй слой содержит 528 кодов, а третий состоит из 5606 кодов (см. Рис. 2).

В [32] классификаторы MSC2010 преобразованы в RDF Linked Data с использованием стандартизированного словаря Simple Knowledge Organization System (SKOS, <https://www.w3.org/TR/skos-reference/>). Это дает возможность присваивать классификаторы не только статьям, но и постам в блогах, рисункам и формулам.

В [33] представлены результаты машинного обучения MSC по полным текстам статей в математических цифровых библиотеках DML-CZ и NUMDAM. В этих библиотеках имеется сервис поиска статей по кодам MSC.

MSC2010	MSC2020
---------	---------

62Cxx	Decision theory [See also 90B50, 91B06; for game theory, see 91A35]	62Cxx	Statistical decision theory [See also 90B50, 91B06] {For game theory, see 91A35}
62C05	General considerations	62C05	General considerations in statistical decision theory
62C07	Complete class results	62C07	Complete class results in statistical decision theory
62C10	Bayesian problems; characterization of Bayes procedures	62C10	Bayesian problems; characterization of Bayes procedures
62C12	Empirical decision procedures; empirical Bayes procedures	62C12	Empirical decision procedures; empirical Bayes procedures
62C15	Admissibility	62C15	Admissibility in statistical decision theory
62C20	Minimax procedures	62C20	Minimax procedures in statistical decision theory
62C25	Compound decision problems	62C25	Compound decision problems in statistical decision theory
62C86	Decision theory and fuzziness	62C86	Statistical decision theory and fuzziness
62C99	None of the above, but in this section	62C99	None of the above, but in this section

Рис. 2. Пример различий в кодах классификациях MSC2010 и MSC2020

3.3 ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ АЛГОРИТМА ФОРМИРОВАНИЯ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОДБОРУ РЕЦЕНЗЕНТОВ

Алгоритм формирования рекомендаций по подбору рецензентов состоит из двух частей. Первая часть отвечает за создание и пополнение базы экспертов в информационной системе журнала. Вторая – это блок подбора экспертов для очередной рассматриваемой статьи.

Первоначально автоматизированным поиском в реферативных и библиографических базах данных просматриваются статьи автора, включенного в состав экспертов. Коды MSC, указанные в этих статьях (см. Рис. 3), включаются в профиль эксперта и, если требуется, выполняется преобразование кодов классификаторов MSC2000, MSC2010 в коды MSC2020 [34].

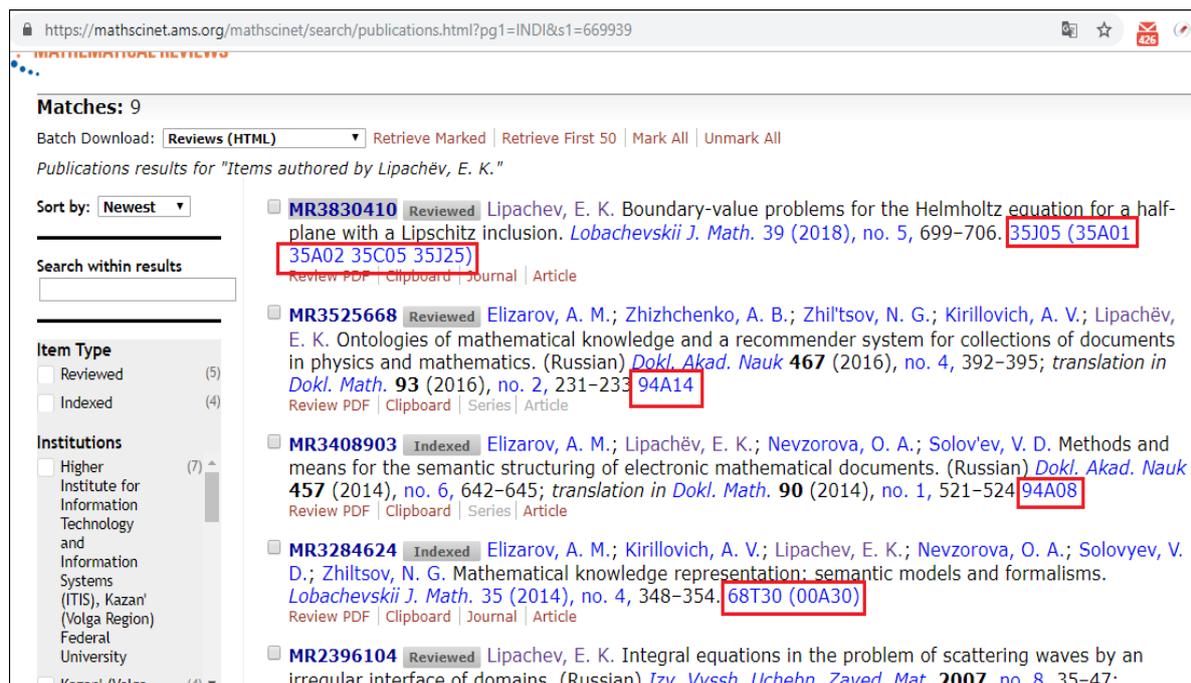


Рис. 3. Экстракция кодов классификаторов, приведенных в профиле эксперта в MathSciNet

Далее, из статей, в процессе рецензирования которых участвовал эксперт (как рецензент, составитель тематического выпуска или член редколлегии, представивший статью), извлекаются коды MSC, выполняется преобразование в коды MSC2020, после чего эти коды добавляются в профиль рассматриваемого эксперта (Рис. 4).

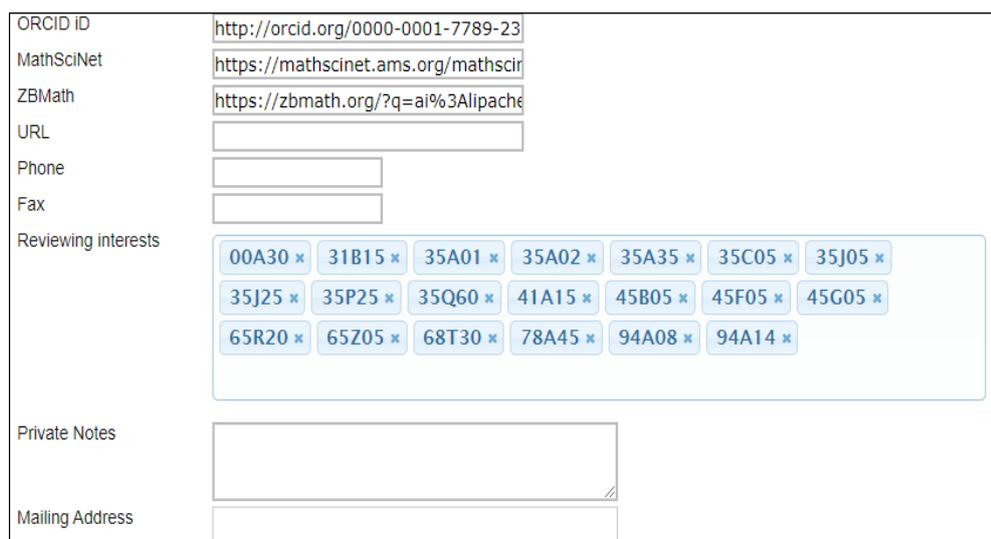


Рис. 4. Управление профилем рецензента в рекомендательной системе на платформе OJS

Если код классификатора уже присутствует в профиле, то увеличивается вес этого кода (Рис. 5).

user_id	controlled_vocab_entry_id	tf
5	440	0.333333333333333
5	441	0.083333333333333
5	442	0.083333333333333
5	443	0.083333333333333
5	444	0.166666666666667
5	445	0.083333333333333
5	446	2.75
5	447	0.333333333333333
5	448	0.083333333333333

controlled_vocab_entry_id	locale	setting_name	setting_value	setting_type
446		interest	35J05	string

Рис. 5. Учёт профессиональных интересов рецензента с помощью системы весовых коэффициентов

ojs.kpfu.ru/index.php/ljm/manager/userProfile/5

Evgeny Konstantinovich Lipachev

Profile

[EDIT PROFILE](#)

Username: elipachev
 Salutation: —
 First Name: Evgeny
 Middle Name: Konstantinovich
 Last Name: Lipachev
 Affiliation: Kazan Federal University
 Signature: —
 Initials: EKL
 Gender: M
 Email: elipachev@gmail.com
 URL: —
 Phone: —
 Fax: —
 Reviewing interests: 00A30, 31B15, 35A01, 35A02, 35A35, 35C05, 35J05, 35J25, 35P25, 35Q60, 41A15, 45B05, 45F05, 45G05, 65R20, 65Z05, 68T30, 78A45, 94A06, 94A14
 Private Notes: —
 Mailing Address: —
 Country: Russian Federation
 Bio Statement: —
 Working Languages: English; Русский
 Date registered: January 31, 2013 - 11:30 AM
 Last login: February 24, 2016 - 10:34 AM

Mathematics Subject Classification

Enrollment

USER: You are logged in as AdminDJR
 • My Journals
 • My Profile
 • Log Out

NOTIFICATIONS
 • View (13 new)
 • Manage

FONT SIZE
 A A A

INFORMATION
 • For Authors
 • For Librarians

Рис. 6. Включение кодов классификаторов MSC в профиль рецензента информационной системы

В случае, если эксперт, просмотрев статью, выбрал опцию “UNABLE TO DO THE REVIEW” (отказ от рецензирования) на странице “Review” информационной системы OJS, то у кодов в профиле эксперта, совпадающих с кодами статьи, вес уменьшается. На Рис. 6 приведен фрагмент профиля эксперта с кодами MSC.

Алгоритм формирования профилей экспертов и уточнения включаемых кодов классификаторов основан на использовании метода информационного поиска [35–37]. Создается модель векторного пространства документов, в котором документами будут рецензенты, а соответствующие им термины – коды классификатора из всего списка кодов, ассоциированных с рецензентом:

$$tf(t, d) = f_{t,d} / \sum_{t' \in d} f_{t', d'}$$

где $f_{t,d}$ – число вхождений кода MSC 2010 в общий список кодов у рецензента d , а в знаменателе стоит общее число кодов в профиле рецензента.

Как правило, основным кодом, определяющим тематику статьи, является первый код. Для уточнения используются остальные коды, приведённые в статье. Поэтому в алгоритме первому в списке классификатору присваивается самый высокий вес (например, вдвое больше вторичного).

После вычисления веса каждого извлеченного кода производится запись в профиль. Для выполнения этой операции требуется внести изменения в структуру таблицы базы данных. Для этого в OJS предусмотрена возможность изменения таблицы с использованием специального XML-файла.

Подбор рецензентов производится на основе векторной модели документа [38]. В соответствии с методом $tf-idf$ для рассматриваемой статьи вычисляются веса по трем слоям классификаторов MSC

$$tf(t, d) \times idf(t, D) = \left(0.5 + \left(0.5 + \frac{f_{t,d}}{\max_{t' \in d} f_{t', d'}} \right) \right) \times \log \frac{N}{df}$$

Далее производится вычисление косинусной меры между вектором запроса, образованного с использованием предыдущей формулы, и векторами, сформированными на основе данных из профилей экспертов, представленных в системе:

$$sim(d_1, d_2) = \frac{(\vec{v}(d_1), \vec{v}(d_2))}{\|\vec{v}(d_1)\| \|\vec{v}(d_2)\|}$$

Следующим шагом является вычисление косинусной меры для каждого слоя классификатора, затем производится суммирование с использованием уменьшающегося коэффициента для каждого слоя (0,5; 0,3 и 0,2 соответственно):

$$score(msc_{ik}, Reviewer_j) = similarity \times \delta.$$

Отметим, что назначение рецензентов в системе OJS производится пользователем, имеющим роли «Редактор» или «Редактор раздела». Выбор рецензентов производится из списка пользователей системы, имеющих роль «Рецензент». Его можно выполнить только в ручном режиме – на основании профессионального опыта редактора.

The screenshot shows the OJS interface for a submission review. The main window is titled '#843 Review' and includes sections for 'Submission' and 'Peer Review Round 1'. A 'Select Reviewer' dialog box is open, showing a list of reviewers with their reviewing interests and recommendation percentages. The dialog also includes a search bar and a list of subject classifications.

NAME	REVIEWING INTERESTS	RECOMMENDATION	DONE
[REDACTED]	General topology (Spaces with richer structures); Differential geometry (Global differential geometry)	67.0%	8
[REDACTED]	Global analysis, analysis on manifolds (Pseudogroups, differentiable groupoids and general structures on manifolds); Partial differential equations (General topics)	38.8%	1
[REDACTED]	Global analysis, analysis on manifolds (General theory of differentiable manifolds); Differential geometry (Global differential geometry)	35.2%	7
[REDACTED]	Differential geometry (Global differential geometry); Global analysis, analysis on manifolds (General theory of differentiable manifolds)	33.5%	7
[REDACTED]	Functions of a complex variable (Miscellaneous topics of analysis in the complex domain); Partial differential equations (Elliptic equations and systems)	29.2%	0

Рис. 7. Сформированная рекомендация, содержащая список наиболее предпочтительных рецензентов для выбранной статьи

Отметим, что система OJS предоставляет возможности изменения своего функционала путем добавления модулей (плагинов), составленных по определенным правилам. Поскольку система написана на языке PHP и является открытой, имеется возможность внести изменения в функционал системы без специального инструментария OJS.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработанный метод автоматизированного подбора возможных рецензентов для научных работ, поступающих для публикации в информационную систему научного журнала, основан на использовании Mathematics Subject Classification 2020 для определения предметной области, к которой относятся результаты исследования, представленные к публикации. Метод реализован в виде сервиса по технологии плагинов OJS и может быть использован в любом математическом журнале, функционирующем на платформе OJS. Метод апробирован в информационной системе научного журнала Lobachevskii Journal of Mathematics.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках проекта № 18-29-03086, РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках проекта № 18-47-160012 и в рамках программы развития Научно-образовательного математического центра Приволжского федерального округа, номер соглашения № 075-02-2020-1478. Настоящая статья содержит также результаты, полученные в рамках проекта «Мониторинг и стандартизация развития и использования технологий хранения и анализа больших данных в цифровой экономике Российской Федерации», выполняемого в рамках реализации Программы Центра компетенций Национальной технологической инициативы «Центр хранения и анализа больших данных», поддерживаемого Министерством науки и высшего образования Российской Федерации по Договору Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова с Фондом поддержки проектов Национальной технологической инициативы от 15.08.2019 № 7/1251/2019.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Heller L., The R., Bartling S. Dynamic Publication Formats and Collaborative Authoring // In: S. Bartling and S. Friesike (eds.), *Opening Science*, 2014. P. 191–211. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_13.

2. Горбунов-Посадов М.М. Живая публикация // *Открытые системы*. СУБД. 2011. № 4. С. 48–49. URL: <https://keldysh.ru/gorbunov/live.htm>. Размещено 02.06.2011. Редакция от 04.04.2020.

3. Henitiuk V., O'Sullivan C. Aims and Scope: Journal Identity and Twenty-First-Century Scholarly Publishing // In: *Translation and Academic Journals. The Evolving Landscape of Scholarly Publishing*. Sun Y. (Ed.) Palgrave Macmillan US, 2015. P. 15–35. https://doi.org/10.1057/9781137522092_2.

4. Елизаров А.М., Кириллович А.В., Липачёв Е.К. Блоги в системе научных коммуникаций // *Ученые записки Института социально-гуманитарных знаний*. 2017. Т. 15. № 1. С. 209–214.

5. Olver P. Journals in Flux // *Notices of the AMS*. 2011. V. 58, No 8. P. 1124–1126.

6. Brienza C. Activism, Legitimation, or Record: Towards a New Tripartite Typology of Academic Journals // *Journal of Scholarly Publishing*. 2015. 46 (2). P. 141–157. <https://doi.org/10.3138/jsp.46.2.02>.

7. Binswanger M. Excellence by Nonsense: The Competition for Publications in Modern Science // In: Bartling S., Friesike S. (Eds). *Opening Science. The Evolving Guide on How the Internet is Changing Research, Collaboration and Scholarly Publishing*. Springer International Publishing. 2014. P. 49–72. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_3.

8. Sadeghi A., Capadisli S., Wilm J., Lange C., Mayr P. Opening and Reusing Transparent Peer Reviews with Automatic Article Annotation // *Publications*. 2019. V. 7 (13). P. 1–12. <https://doi.org/10.3390/publications7010013>.

9. Sadeghi A., Wilm J., Mayr P., Lange C. Opening Scholarly Communication in Social Sciences by Connecting Collaborative Authoring to Peer Review // *Information-Wissenschaft & Praxis*. 2017. P. 163–170.

10. Sadeghi A., Capadisli S., Wilm J., Lange C., Mayr P. Automatically Annotating Articles Towards Opening and Reusing Transparent Peer Reviews // *arXiv:1812.01027*.

11. *Галявиева М.С., Елизаров А.М., Липачёв Е.К.* Цифровая инфраструктура электронного научного журнала: автоматизация редакционно-издательских процессов и система сервисов // *Электронные библиотеки*. 2016. 19 (5). С. 408–465. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_28882615_54981820.pdf.

12. *Horbach S.P.J.M., Halffman W.* The ability of different peer review procedures to flag problematic publications // *Scientometrics*. 2019. V. 118. P. 339–373. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2969-2>. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11192-018-2969-2>.

13. *Елизаров А.М., Зуев Д.С., Липачёв Е.К.* Управление жизненным циклом электронных публикаций в информационной системе научного журнала // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии*. 2014. № 4. С. 81–88.

14. *Елизаров А.М., Зуев Д.С., Липачёв Е.К.* Сервисы поддержки жизненного цикла электронных научных публикаций // В сборнике: *Научный сервис в сети Интернет: многообразие суперкомпьютерных миров Труды Международной суперкомпьютерной конференции. Российская академия наук. Суперкомпьютерный консорциум университетов России*. 2014. С. 436–438.

15. *Елизаров А.М., Зуев Д.С., Липачёв Е.К.* Информационные системы управления электронными научными журналами // *Научно-техническая информация. Серия 1: Организация и методика информационной работы*. 2014. № 3. С. 31–38.

16. *MacGregor J., Stranack K., Willinsky J.* The Public Knowledge Project: Open Source Tools for Open Access to Scholarly Communication // In: *Bartling S., Friesike S. (Eds). Opening Science. The Evolving Guide on How the Internet is Changing Research, Collaboration and Scholarly Publishing, Springer International Publishing, 2014. P. 165–175. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_3*.

17. *Елизаров А.М., Липачёв Е.К., Малахальцев М.А.* Веб-технологии в работе электронного математического журнала *Lobachevskii Journal of Mathematics* // В сборнике: *Научный сервис в сети Интернет: многоядерный компьютерный мир. 15 лет РФФИ Труды Всероссийской научной конференции. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Южный федеральный университет, Институт вычислительной математики РАН*. 2007. С. 355–356.

18. Глухов В.А., Елизаров А.М., Липачёв Е.К., Малахальцев М.А. Электронные научные издания: переход на технологии семантического веба // Электронные библиотеки. 2007. Т. 10. № 1.

19. Веселаго В.Г., Елизаров А.М., Липачёв Е.К., Малахальцев М.А. Формирование и поддержка физико-математических электронных научных изданий: переход на технологии семантического веба // В сборнике: Научно-исследовательский институт математики и механики им. Н.Г. Чеботарева Казанского государственного университета, 2003–2007 гг. Монография. Казань, 2008. С. 456–476.

20. Ахметов Д.Ю., Елизаров А.М., Липачёв Е.К. Автоматизация редакционных процессов в информационной системе управления электронными научными журналами // Электронные библиотеки. 2015. Т. 18. № 1–2. С. 32–45.

21. Ахметов Д.Ю., Елизаров А.М., Липачёв Е.К. Информационные системы и сервисы комплексной поддержки периодических научных изданий // В сборнике: Научный сервис в сети Интернет труды XVII Всероссийской научной конференции. ИПМ им. М.В. Келдыша. 2015. С. 16–25. URL: <https://keldysh.ru/abrau/2015/proc.pdf#page%3D16>.

22. Mathematics Subject Classification MSC2010, <http://msc2010.org/Default.html>, last accessed 2020/04/1.

23. Mathematics Subject Classification MSC2020, <https://zbmath.org/static/msc2020.pdf>, last accessed 2019/11/21.

24. Dunne E., Hulek K. Mathematics Subject Classification 2020 // Notices Amer. Math. Soc. 2020. V. 67 (3). P. 410–411. <https://dx.doi.org/10.1090/noti2052>.

25. Khaydarov S.M., Yamalutdinova G.S. Recommender System of Physical and Mathematical Documents Classification // CEUR Workshop Proceedings. 2018. V. 2260. P. 480–486.

26. Manouselis N., Drachsler H., Verbert K., Duval E. Recommender Systems for Learning. Springer, 2013. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4361-2>.

27. Ricci F., Rokach L., Shapira B., Kantor P.B. (Eds.) Recommender Systems Handbook. Springer-Verlag New York, 2011. 842 p.

28. Ricci F., Rokach L., Shapira B. (Eds.) Recommender Systems Handbook. Springer-Verlag New York, 2015. 1003 p.

29. Елизаров А.М., Жижченко А.Б., Жильцов Н.Г., Кириллович А.В.,

Липачёв Е.К. Онтологии математического знания и рекомендательная система для коллекций физико-математических документов // Доклады Академии наук. 2016. Т. 467. № 4. С. 392–395. <https://doi.org/10.7868/S0869565216100042>.

30. *Smyth B.* Case-based recommendation // In: Brusilovsky A., Kobsa W. (eds). The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization, Lecture Notes in Computer Science, Springer, Berlin, 2007. P. 342–376.

31. *Elizarov A.M., Lipachev E.K., Zuev D.S.* Digital Mathematical Libraries: Overview of Implementations and Content Management Services // CEUR Workshop Proceedings. 2017. V. 2022. P. 317–325.

32. *Lange C., Ion P., Dimou A., Bratsas B., Sperber W., Kohlhase M., Antoniou I.* Bringing Mathematics to the Web of Data: The Case of the Mathematics Subject Classification // In: Simperl E., Cimiano P., Polleres A., Corcho O., Presutti V. (eds). The Semantic Web: Research and Applications, ESWC 2012, Lecture Notes in Computer Science. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. V. 7295. P. 763–777: https://doi.org/10.1007/978-3-642-30284-8_58.

33. *Řehůřek R., Sojka P.* Automated Classification and Categorization of Mathematical Knowledge // In: Intelligent computer mathematics, 9th International Conference, AISC 2008, 15th Symposium, CALCULEMUS 2008, 7th International Conference, MKM 2008, Birmingham, UK, July 28 – August 1, 2008. Proceedings, P. 1–15 (2008). https://doi.org/10.1007/978-3-540-85110-3_44.

34. Table of conversions between the 2000 and 2010 versions of the Mathematics Subject Classification (MSC), <http://msc2010.org/2000to2010.html>, last accessed 2019/11/21.

35. *Ахметов Д.Ю., Елизаров А.М., Липачёв Е.К., Хайдаров Ш.М.* Программный комплекс формирования рекомендаций по подбору рецензентов для научных документов в информационных издательских системах // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018611617, 02.02.2018. Заявка № 2017662838 от 11.12.2017. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_39290682_49150826.PDF.

36. *Елизаров А.М., Липачев Е.К., Хайдаров Ш.М.* Метод автоматизированного подбора рецензентов научных статей, реализованный в информационной системе научного журнала // Научный сервис в сети Интернет: труды XXI Всероссийской научной конференции (23–28 сентября 2019 г.,

г. Новороссийск). М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2019. С. 318–328. URL: <http://keldysh.ru/abrau/2019/theses/94.pdf> doi:10.20948/abrau-2019-94

37. Elizarov A., Khaydarov Sh., Lipachev E. The Formation Method of Recommendations in the Process of Scientific Peer Review of Mathematical Papers // CEUR Workshop Proceedings. 2020. V. 2543. P. 126–135. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2543/rpaper12.pdf>.

38. Ингерсолл Г.С., Мортон Т.С., Фэррис Э.Л. Обработка неструктурированных текстов. Поиск, организация и манипулирование. М.: ДМК Пресс, 2015. 414 с

RECOMMENDER SYSTEM IN THE PROCESS OF SCIENTIFIC PEER REVIEW IN MATHEMATICAL JOURNAL

A. M. Elizarov ¹[0000-0003-2546-6897], E. K. Lipachev ²[0000-0001-7789-2332],

S. M. Khaydarov ³[0000-0002-6835-3289]

¹⁻³ N. I. Lobachevskii Institute of Mathematics and Mechanics, Kazan (Volga Region) Federal University, ul. Kremlyovskaya, 35, Kazan, 420008

^{1,2} Higher School of Information Technologies and Intelligent Systems, Kazan (Volga Region) Federal University, ul. Kremlyovskaya, 35, Kazan, 420008

¹amelizarov@gmail.com, ²elipachev@gmail.com, ³15jkeee@gmail.com

Abstract

An approach is proposed for organizing expert evaluation of a scientific document submitted to a mathematical journal. Domain restriction is associated with the use of the Mathematical Sciences Classification System – MSC. A recommendation system is presented that allows you to create a list of possible experts for conducting scientific peer-reviewing on a mathematical article. The recommender system uses the MSC codes presented by the author of the article on the MSC2020 classifiers. If the codes MSC2000 or MSC2010 are indicated in the article, they are automatically converted to codes MSC2020. For each expert, the system supports a personal profile that contains a set of codes MSC2020, supplemented by numerical characteristics – weights

calculated for each code in accordance with the system of accounting for competencies, preferences or refusals to participate in the review procedure. This set is automatically edited if the expert is included in the list of possible reviewers – the weights of several codes increase or decrease, as well as new codes are added. The recommendation system is implemented as an integrated tool (plug-in) of the Open Journal Systems (OJS) platform. The developed method has been tested in the information system of the Lobachevskii Journal of Mathematics (<https://ljm.kpfu.ru>).

Keywords: *scientific journal information system, Open Journal Systems, peer review workflow, automated reviewers selection, Mathematics Subject Classification 2010, Lobachevskii Journal of Mathematics.*

REFERENCES

1. Heller L., The R., Bartling S. Dynamic Publication Formats and Collaborative Authoring // In: S. Bartling and S. Friesike (eds.), *Opening Science*, 2014. P. 191–211. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_13.

2. Gorbunov-Posadov M.M. Zhivaya publikaciya // *Otkrytye sistemy*. SUBD. 2011. № 4. S. 48–49. URL: <https://keldysh.ru/gorbunov/live.htm>. Razmeshcheno 02.06.2011. Redakciya ot 04.04.2020.

3. Henitiuk V., O'Sullivan C. Aims and Scope: Journal Identity and Twenty-First-Century Scholarly Publishing // In: *Translation and Academic Journals. The Evolving Landscape of Scholarly Publishing*. Sun Y. (Ed.) Palgrave Macmillan US, 2015. P. 15–35. https://doi.org/10.1057/9781137522092_2.

4. Elizarov A.M., Kirillovich A.V., Lipachyov E.K. Blogi v sisteme nauchnyh kommunikacij // *Uchenye zapiski Instituta social'no-gumanitarnykh znaniy*. 2017. T. 15. № 1. S. 209–214.

5. Olver P. Journals in Flux // *Notices of the AMS*. 2011. V. 58, No 8. P. 1124–1126.

6. Brienza C. Activism, Legitimation, or Record: Towards a New Tripartite Typology of Academic Journals // *Journal of Scholarly Publishing*. 2015. 46 (2). P. 141–157. <https://doi.org/10.3138/jsp.46.2.02>.

7. Binswanger M. Excellence by Nonsense: The Competition for Publications in Modern Science // In: Bartling S., Friesike S. (Eds). *Opening Science. The Evolving Guide on How the Internet is Changing Research, Collaboration and Scholarly Publishing*.

Springer International Publishing. P. 49–72. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_3.

8. *Sadeghi A., Capadisli S., Wilm J., Lange C., Mayr P.* Opening and Reusing Transparent Peer Reviews with Automatic Article Annotation // *Publications*. 2019. V. 7 (13). P. 1–12. <https://doi.org/10.3390/publications7010013>.

9. *Sadeghi A., Wilm J., Mayr P., Lange C.* Opening Scholarly Communication in Social Sciences by Connecting Collaborative Authoring to Peer Review // *Information-Wissenschaft & Praxis*. 2017. P. 163–170.

10. *Sadeghi A., Capadisli S., Wilm J., Lange C., Mayr P.* Automatically Annotating Articles Towards Opening and Reusing Transparent Peer Reviews // *arXiv:1812.01027*.

11. *Galyavieva M.S., Elizarov A.M., Lipachyov E.K.* Cifrovaya infrastruktura elektronnoho nauchnogo zhurnala: avtomatizaciya redakcionno-izdatel'skih processov i sistema servisov // *Elektronnye biblioteki*. 2016. 19 (5). S. 408–465. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_28882615_54981820.pdf.

12. *Horbach S.P.J.M., Halffman W.* The ability of different peer review procedures to flag problematic publications // *Scientometrics*. 2019. V. 118. P. 339–373. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2969-2>. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11192-018-2969-2>.

13. *Elizarov A.M., Zuev D.S., Lipachyov E.K.* Upravlenie zhiznennym ciklom elektronnyh publikacij v informacionnoj sisteme nauchnogo zhurnala // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sistemnyj analiz i informacionnye tekhnologii*. 2014. № 4. S. 81–88.

14. *Elizarov A.M., Zuev D.S., Lipachyov E.K.* Servisy podderzhki zhiznennogo cikla elektronnyh nauchnyh publikacij // *V sbornike: Nauchnyj servis v seti Internet: mnogoobrazie superkomp'yuternyh mirov Trudy Mezhdunarodnoj superkomp'yuternoj konferencii. Rossijskaya akademiya nauk. Superkomp'yuternyj konsorcium universitetov Rossii*. 2014. S. 436–438.

15. *Elizarov A.M., Zuev D.S., Lipachyov E.K.* Informacionnye sistemy upravleniya elektronnyimi nauchnymi zhurnalami // *Nauchno-tekhnicheskaya informaciya. Seriya 1: Organizaciya i metodika informacionnoj raboty*. 2014. № 3. S. 31–38.

16. *MacGregor J., Stranack K., Willinsky J.* The Public Knowledge Project: Open Source Tools for Open Access to Scholarly Communication // *In: Bartling S., Friesike S. (Eds). Opening Science. The Evolving Guide on How the Internet is Changing Research,*

Collaboration and Scholarly Publishing, Springer International Publishing, 2014. P. 165–175. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_3.

17. *Elizarov A.M., Lipachev E.K., Malahal'cev M.A.* Veb-tehnologii v rabote elektronnoho matematicheskogo zhurnala Lobachevskii Journal of Mathematics // V sbornike: Nauchnyj servis v seti Internet: mnogoyadernyj komp'yuternyj mir. 15 let RFFI Trudy Vserossijskoj nauchnoj konferencii. Moskovskij gosudarstvennyj universitet im. M.V. Lomonosova, Yuzhnyj federal'nyj universitet, Institut vychislitel'noj matematiki RAN. 2007. S. 355–356.

18. *Gluhov V.A., Elizarov A.M., Lipachyov E.K., Malahal'cev M.A.* Elektronnye nauchnye izdaniya: perekhod na tehnologii semanticheskogo veba // Elektronnye biblioteki. 2007. T. 10. № 1.

19. *Veselago V.G., Elizarov A.M., Lipachev E.K., Malahal'cev M.A.* Formirovanie i podderzhka fiziko-matematicheskikh elektronnyh nauchnyh izdanij: perekhod na tehnologii semanticheskogo veba // V sbornike: Nauchno-issledovatel'skij institut matematiki i mekhaniki im. N.G. Chebotareva Kazanskogo gosudarstvennogo universiteta, 2003–2007 gg. Monografiya. Kazan', 2008. S. 456–476.

20. *Ahmetov D.Yu., Elizarov A.M., Lipachev E.K.* Avtomatizaciya redakcionnyh processov v informacionnoj sisteme upravleniya elektronnyimi nauchnymi zhurnalami // Elektronnye biblioteki. 2015. T. 18. № 1–2. S. 32–45.

21. *Ahmetov D.Yu., Elizarov A.M., Lipachev E.K.* Informacionnye sistemy i servisy kompleksnoj podderzhki periodicheskikh nauchnyh izdanij // V sbornike: Nauchnyj servis v seti Internet trudy XVII Vserossijskoj nauchnoj konferencii. IPM im. M.V. Keldysha. 2015. S. 16–25. URL: <https://keldysh.ru/abrau/2015/proc.pdf#page%3D16>.

22. Mathematics Subject Classification MSC2010, <http://msc2010.org/Default.html>, last accessed 2020/04/1.

23. Mathematics Subject Classification MSC2020, <https://zbmath.org/static/msc2020.pdf>, last accessed 2019/11/21.

24. *Dunne E., Hulek K.* Mathematics Subject Classification 2020 // Notices Amer. Math. Soc. 2020. V. 67 (3). P. 410–411. <https://dx.doi.org/10.1090/noti2052>.

25. *Khaydarov S.M., Yamalutdinova G.S.* Recommender System of Physical and Mathematical Documents Classification // CEUR Workshop Proceedings. 2018. V. 2260. P. 480–486.

26. *Manouselis N., Drachsler H., Verbert K., Duval E.* Recommender Systems for Learning. Springer, 2013. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4361-2>.

27. *Ricci F., Rokach L., Shapira B., Kantor P.B. (Eds.)* Recommender Systems Handbook. Springer-Verlag New York, 2011. 842 p.

28. *Ricci F., Rokach L., Shapira B. (Eds.)* Recommender Systems Handbook. Springer-Verlag New York, 2015. 1003 p.

29. *Elizarov A.M., Lipachev E.K., Zhizhchenko A.B., Zhil'tsov N.G., Kirillovich A.V.* Mathematical Knowledge Ontologies and Recommender Systems for Collections of Documents in Physics and Mathematics // *Doklady Mathematics*. 2016. T. 93. № 2. C. 231–233. <https://doi.org/10.1134/S1064562416020174>.

30. *Smyth B.* Case-based recommendation // In: Brusilovsky A., Kobsa W. (eds). *The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization*, Lecture Notes in Computer Science, Springer, Berlin, 2007. P. 342–376.

31. *Elizarov A.M., Lipachev E.K., Zuev D.S.* Digital Mathematical Libraries: Overview of Implementations and Content Management Services // *CEUR Workshop Proceedings*. 2017. V. 2022. P. 317–325.

32. *Lange C., Ion P., Dimou A., Bratsas B., Sperber W., Kohlhase M., Antoniou I.* Bringing Mathematics to the Web of Data: The Case of the Mathematics Subject Classification // In: Simperl E., Cimiano P., Polleres A., Corcho O., Presutti V. (eds). *The Semantic Web: Research and Applications, ESWC 2012*, Lecture Notes in Computer Science. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. V. 7295. P. 763–777. https://doi.org/10.1007/978-3-642-30284-8_58.

33. *Řehůřek R., Sojka P.* Automated Classification and Categorization of Mathematical Knowledge // In: *Intelligent computer mathematics, 9th International Conference, AISC 2008, 15th Symposium, CALCULEMUS 2008, 7th International Conference, MKM 2008*, Birmingham, UK, July 28 – August 1, 2008. Proceedings, P. 1–15 (2008). https://doi.org/10.1007/978-3-540-85110-3_44.

34. Table of conversions between the 2000 and 2010 versions of the Mathematics Subject Classification (MSC), <http://msc2010.org/2000to2010.html>, last accessed 2019/11/21.

35. *Ahmetov D.Yu., Elizarov A.M., Lipachyov E.K., Hajdarov Sh.M.* Programmnyj kompleks formirovaniya rekomendacij po podboru recenzentov dlya nauchnyh dokumentov v informacionnyh izdatel'skih sistemah // *Svidetel'stvo o registracii*

programmy dlya EVM RU 2018611617, 02.02.2018. Zayavka № 2017662838 ot 11.12.2017. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_39290682_49150826.PDF.

36. *Elizarov A.M., Lipachev E.K., Hajdarov Sh.M.* Metod avtomatizirovannogo podbora recenzentov nauchnyh statej, realizovannyj v informacionnoj sisteme nauchnogo zhurnala // Nauchnyj servis v seti Internet: trudy XXI Vserossijskoj nauchnoj konferencii (23–28 sentyabrya 2019 g., g. Novorossijsk). M.: IPM im. M.V. Keldysha, 2019. S. 318–328. URL: <http://keldysh.ru/abrau/2019/theses/94.pdf> doi:10.20948/abrau-2019-94

37. *Elizarov A., Khaydarov Sh., Lipachev E.* The Formation Method of Recommendations in the Process of Scientific Peer Review of Mathematical Papers // CEUR Workshop Proceedings. 2020. V. 2543. P. 126–135. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2543/rpaper12.pdf>.

38. *Ingersoll G.S., Morton T.S., Farris A.L.* Taming Text. How to Find, Organize, and Manipulate It. Manning Publications Co., 2013. 299 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



ЕЛИЗАРОВ Александр Михайлович – доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки Республики Татарстан, профессор кафедры программной инженерии Высшей школы информационных технологий и интеллектуальных систем Казанского (Приволжского) федерального университета.

Alexander Mikhailovich ELIZAROV – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Honoured Worker of Science of the Republic of Tatarstan, Kazan Federal University. Current scientific interests: data mining, recommender systems, cloud computing, knowledge extraction technologies.

email: amelizarov@gmail.com; ORCID: 0000-0003-2546-6897



ЛИПАЧЁВ Евгений Константинович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры Интеллектуальных технологий поиска Высшей школы информационных технологий и интеллектуальных систем Казанского (Приволжского) федерального университета.

Evgeny Konstantinovich LIPACHEV – Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor, Kazan Federal University. Current scientific interests: data mining, recommender systems, cloud computing, knowledge extraction technologies.

email: elipachev@gmail.com; ORCID: 0000-0001-7789-2332



ХАЙДАРОВ Шамиль Махмутович – ассистент кафедры компьютерной математики и информатики Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского Казанского (Приволжского) федерального университета.

Shamil Makhmutovich KHAYDAROV – Assistant, Department of Computer Mathematics and Informatics, Institute of Mathematics and Mechanics N.I. Lobachevsky Kazan (Volga) Federal University. Current scientific interests: data mining, recommender systems, cloud computing, knowledge extraction technologies.

email: 15jkeee@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6835-3289

Материал поступил в редакцию 15 января 2020 года
