

1.5. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ВУЗОВ ПРИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОНОМИКИ

Меденников В.И., д.т.н., Вычислительный центр им. А.А. Дородницына
ФИЦ «Информатика и управление» РАН, Москва

В работе рассматривается методика оценки эффективности использования информационных научно-образовательных ресурсов, представленных в Интернет-пространстве. В методике учтены как требования, предъявляемые к информационному наполнению сайтов образовательных учреждений Минобрнауки, Рособнадзором, так и востребованность этих ресурсов в экономике, их влияние на качество подготовки квалифицированных специалистов и ученых в образовательных учреждениях. Для совершенствования трансфера научных знаний в экономику предлагается включить в методику показатель, отражающий взаимосвязь полученных рейтингов ВУЗов и ряда региональных рейтингов, характеризующих социально-экономическое положение в регионах. Показано, что стандартизация представления информационных научно-образовательных ресурсов в цифровой экономике позволяет сформировать единое информационное Интернет-пространство научно-образовательных ресурсов, дающее доступ к ним широкому кругу пользователей: студентов, ученых, управленцев, бизнесу, населению.

Введение

Поводом для написания данной статьи послужили результаты заседания 03.12.2019 в Минобрнауки России Межведомственного совета по организации предоставления доступа к информационным наукометрическим базам данных и полнотекстовым научным ресурсам, которое провел первый заместитель Министра науки и высшего образования РФ Григорий Трубников [1].

Как было заявлено, «информационное обеспечение российских ученых необходимыми для проведения исследований информационными ресурсами – это одна из первоочередных задач Министерства с высочайшим приоритетом. И, исходя из опыта прошлых лет, считаю, что в наилучшем формате это возможно при координации наших с вами усилий».

А основные усилия, как следует из совещания, направлены на повышение наукометрических показателей ученых, НИИ и ВУЗов за счет совершенствования сервисов различных источников научно-образовательных знаний: «В настоящее время Минобрнауки России реализует ряд проектов, направленных на повышение видимости публикаций российских ученых, повышение показателей и рейтинга российских журналов и их вхождения в международные наукометрические базы данных. Так в 2019 году министерство обеспечило доступ к 29 полнотекстовым ресурсам для 614 организаций (в 2018 году – 204 организации) и к международным наукометрическим базам данных Web of Science и Scopus более чем для 1250 организаций в рамках централизованной (национальной) подписки. Кроме того, национальный доступ к журнальным коллекциям издательства Springer Nature, а также книгам и журнальным коллекциям издательства Elsevier был обеспечен Российским фондом фундаментальных исследований» [1].

Следствием такого подхода является то, что научную общественность больше интересует необходимость постоянно помнить о количестве публикаций, рейтинге журналов и издательств, в которых публикуешься, о том, чтобы вовремя загрузить статью в Базу данных (БД), дабы увеличить цитируемость в соответствии с созданным механизмом принуждения, который заставляет ученых выбирать темы исследований в соответствии с указанными выше критериями, а не потребностями экономики, общества.

В [2] этот расклад подтвержден уже на основе моделирования цифровых платформ. Были выделены две базовые платформы: производственная, отражающая экономические отношения, и научно-образовательная, отражающая интеграцию информационных научных и научно-образовательных ресурсов в Интернет-пространстве в виде единого информационного Интернет-пространства научно-образовательных ресурсов (ЕИИП НОР). Причем показано, что эти платформы существуют сами по себе, почти не пересекаясь. Цифровизация общества, науки и экономики, стремительно набирающая обороты, почти не влияет на этот расклад, обе платформы, подобно планетам, двигаются по своим орбитам. Всеми признается, что государство в лице научных учреждений и экономика существуют отдельно друг от друга. Это видно и по проводимым конференциям.

Кроме этого, на совещании не прозвучала проблема перевода на русский язык международных наукометрических баз данных за счет создания соответствующего сервиса в рамках национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года.

Как следует из различных исследований, языковая проблема в России стоит очень остро. Так, Россия стала 39-й из 70 стран, вошедших в рейтинг владения английским языком, составленный компанией EF (Education First). Она оказалась между Эквадором и Мексикой, попав в группу с низким уровнем владения английским с индексом, равным 51,59. Из европейских стран сопоставимый результат продемонстрировала только Франция: она в рейтинге 37-я [3]. В Институте статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ обнаружили, что лишь 14% российских кандидатов и докторов наук свободно владеют английским [4].

Стоит отметить, что формированию ЕИИП НОР почти ни в одном документе руководящих органов не только в Минобрнауки России, но и в ЕАЭС не уделено внимания. Проблемы в этом направлении нарастают. Анализ сайтов НИИ, национальных академий стран СНГ показывает, что только две страны – Белоруссия и Казахстан – поддерживают их на русском языке, при этом уменьшается количество совместных работ.

Анализ цифровых платформ (ЦП), анонсированных в Программе цифровой экономики, указывает на отсутствие, пожалуй, одной из основных – ЦП информационных научно-образовательных ресурсов (ИНОР), в частности, научных. При этом руководство страны никаких требований к науке в этом направлении не предъявляет. Хотя, очевидно, что научно обоснованное формирование информационного пространства этих ресурсов выполняет триединую задачу.

Информатизация самой науки. Здесь формирование информационного Интернет-пространства научных ресурсов необходимо в связи с экспоненциальным ростом объемов информации в науке, появившейся возможностью создания новых информационных технологий, обеспечивающих эффективность извлечения необходимых знаний. Информационные технологии, прежде всего, на основе Интернет, дали науке качественно новые возможности для широкого обмена идеями между учеными и информационными научными ресурсами и их цифрового взаимодействия.

Информационные технологии способны выполнять функции стимулирования научно-технического прогресса лишь при условии определенного уровня интеллектуального потенциала общества, в формировании которого ключевую роль играет система образования. В процессе трансформации научных знаний в образовательные опять же большую роль играют информационно-коммуникационные технологии (ИКТ). Например, в [5] на основе теории комплементарности было показано, что вложения в ИКТ более эффективны, когда высок уровень двух других комплементарных активов – организационного и человеческого капиталов. То есть инвестиции в ИКТ связаны со значительными затратами на изменение организационного и человеческого капиталов, зависящими от образования.

Информационное Интернет-пространство научных ресурсов обеспечивает эффективную систему трансфера научных знаний в экономику, способствует разработке научных концепций ЦЭ, ее цифровых платформ, научное сопровождение, мониторинг процесса цифровизации страны, отраслей, предприятий, территориальных образований, общества. Так, производство в неявном виде предъявляет свои требования к необходимости формирования информационного Интернет-пространства научных ресурсов. При обследовании сельскохозяйственных организаций относительно эффективности деятельности информационно-консультационной службы один фермер высказался так: «Я бы хотел такую систему, в которой мог быстро найти, например, разработку в виде средства борьбы с какой-либо болезнью растений, животного, потом получить тут же все публикации, всех консультантов, нормативно-правовую информацию, дистанционное обучение на эту тему. Потом в соответствующей БД найти нужного поставщика препарата с минимизацией затрат на приобретение и доставку».

В нашей стране государство, диктующее условия и правила становления цифровой экономики (ЦЭ), не смогло создать единую систему сбора, хранения и предоставления широкому кругу пользователей научных знаний, произведенных научным сообществом. В настоящее время эти знания размыты в различных БД, никак не связанных между собой. Например, государство тратит значительные ресурсы на разработку и сопровождение БД «Единая государственная информационная система учета результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения (ЕГИСУ НИОКТР)» и E-library.ru, имеющих довольно узкое целевое назначение, соответственно, специфическую аудиторию. Цель первой БД очевидна из названия. Цель второй – создание национального индекса цитирования (РИНЦ) с перспективой применения, наряду с зарубежными БД, для оценки результатов научной работы какого-либо ученого либо коллектива. Однако, именно эта направленность на оценку результатов научной работы делает базу данных РИНЦ невостребованной для широкого круга, особенно товаропроизводителей, желающих иметь удобную систему получения знаний.

Вследствие отстранения государством ученых от научного обеспечения процесса цифровизации экономики и общества, а также в результате проведенных реформ в экономике в настоящее время товаропроизводителю трудно найти разработки, публикации, прочую информацию по проблемам экономики, поскольку старая система распространения инноваций на бумажных носителях была разрушена, а новая на электронных – не создана. Поэтому ИНОР почти отсутствуют в производственных Информационных системах (ИС).

В то же время, в интересах широкого круга потребителей научных знаний в российских ИС, в наибольшей степени ориентированных на поддержку инновационной деятельности, можно найти информацию из следующих источников: eLibrary, БД ФИПС, БД «ЕГИСУ НИОКТР», сайты НИИ, федеральный портал по научной и инновационной деятельности (www.sci-innov.ru), ИС Российского фонда фундаментальных исследований (www.rfbr.ru/rffi/ru), ИС ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014–2020 годы» (www.fcnp.ru), ИС Фонда содействия развитию малых и средних предприятий в научно-технической сфере (<http://fasi.ru>), ИС Центра информационных технологий и систем органов исполнительной власти (www.citis.ru). Все эти источники, как и следовало ожидать, имеют гетерогенные структуры.

К сожалению, ценная и актуальная информация этих БД и ИС практически недоступна для использования в инновационной сфере. Основная причина – неразвитость коммуникативной функции, т.е. отсутствие свободного доступа к их содержимому из сети Интернет, отсутствие их интеграции.

С другой стороны, товаропроизводителю необходим значительно больший «ассортимент» научной продукции. Анализ сайтов НИИ, ВУЗов, информационно-консультационных служб Агро-промышленного комплекса (АПК) позволил выделить семь видов ИНОР, присутствующих в том или ином виде на этих сайтах: разработки, публикации, консультационная деятельность, нормативно-правовая информация, дистанционное обучение, пакеты прикладных программ (ППП), БД. Именно данные виды представления научных знаний наиболее востребованы в экономике АПК [6].

При этом совершенствование Интернет-технологий позволяет осуществить интеграцию их на основе онтологического моделирования в ЕИИП НОР с единых научно-методологических позиций с простой, понятной любому пользователю системой навигации с размещением информационных ресурсов (ИР) в облаке под управлением мощной СУБД на основе единых классификаторов, таких, как Государственный рубрикатор научно-технической информации (ГРНТИ) и Общероссийский классификатор продукции (ОКП) [7, 8].

Очевидно, что в этом случае ЕИИП НОР способно выполнить триединую роль, указанную выше. Например, добиться реализации мечты фермера о создании системы, в которой товаропроизводитель смог бы выбрать некоторую разработку с одновременным получением всех публикаций, всех консультантов, необходимой нормативно-правовой информации, дистанционного курса обучения на эту тему. После чего в соответствующей БД найти нужного поставщика необходимых материальных ресурсов и услуг с оптимизацией затрат на приобретение и доставку.

Возможность создания ЕИИП НОР проверена на основе математического моделирования, а также практической реализацией при разработке портала Российской академии сельскохозяйственных наук в 2007-2008гг. Было заведено: 12321 публикация, 2541 разработка, 444 консультанта для проведения консультационной деятельности по тематике. В тот период в БД Elibrary было значительно меньше публикаций, а остальных видов ИНОР не было и в данный момент нет [7]. Отсутствие финансовых средств и реформа науки вынудили остановить данные работы.

Требования, предъявляемые к сайтам ВУЗов Минобрнауки, Рособнадзором России, отраслевыми министерствами для оценки деятельности образовательных учреждений, вынуждают эти сайты становиться все более похожими друг на друга. Недалек тот день, когда ВУЗы должны перейти на типовые сайты. А это уже первый шаг к созданию ЕИИП НОР. При внедрении типовых сайтов в ВУЗах и НИИ и их интеграции с данным пространством ИНОР автоматически попадали бы туда.

Требования, предъявляемые к информационному наполнению сайтов образовательных учреждений Минобрнауки, Рособнадзором (особенно отчеты о самообследовании) вызвали интерес различных исследователей к оценке их деятельности на основе этих данных. Подход к выбору видов деятельности и их показателей на Западе отличается от подхода, принятого в России. Разность подходов можно объяснить тем, что в зарубежных образовательных учреждениях научные исследования являются одним из главных видов деятельности, в России же на первом месте стоит образовательная деятельность. Качество преподавания за рубежом оценивается, в основном, спросом на выпускников ВУЗа, их позициями на рынке труда. В последние десятилетия наука и образование приобретают в мире глобальный характер, поэтому, практически все мировые рейтинговые агентства стремятся оценить популярность и значимость университетов в международном масштабе. Российским ВУЗам до этого ещё далеко. Это, в частности, определяется недооценкой возможностей и преимуществ информационных технологий на базе Интернета.

1. Описание методики

Для устранения этого недостатка при возросших возможностях Интернет-технологий, исходя из вышеизложенного, актуальной является разработка методики оценки эффективности использования информационных научно-образовательных ресурсов ВУЗов в Интернет-пространстве. При этом должны учитываться как требования, предъявляемые к информационному наполнению сайтов образовательных учреждений Минобрнауки, Рособнадзором, так и востребованность их в экономике, влияние на качество подготовки квалифицированных специалистов и ученых в образовательных учреждениях. Необходимо в методике отразить и оценку сайтов методами сайтometrics (webometrics), отражающей имидж и репутацию ВУЗа, а также современные тенденции предоставления информационных услуг ВУЗами в Интернет-пространстве в виде электронных бирж труда и торговых площадок.

При разработке методики нужно выбрать наиболее значимые показатели деятельности ВУЗов, влияющие на достижение их целей: подготовка квалифицированных специалистов и ученых, производство научной продукции. На эффективность достижения этих целей влияет, кроме показателей ЕИИП НОР, также «качество» абитуриентов, состояние науки, грамотность управленцев Минобрнауки и отраслевых министерств, а также состояние всей экономики страны, уровень финансирования образования.

Данную взаимосвязь удобно отобразить через процессный подход (рис. 1).

Вход процесса – это абитуриенты. Выход – это цель процесса, его результат: квалифицированные специалисты и ученые, результаты научной деятельности. Ресурсы или механизм – это система, осуществляющая преобразование входа в выход. К ним относятся: персонал, выполняющий процесс, оборудование, инструмент, здания, сооружения и т. п. – все то, с помощью чего осуществляется процесс, что может использоваться в процессе.

Управление – это то, что оказывает воздействие на процесс (прежде всего, на ресурсы) с целью достижения поставленной цели (выхода). Управляющие воздействия носят информационный и ограничивающий характер. Чаще всего это документы, содержащие определенные требования: законы, стандарты, методики, инструкции, планы, распоряжения руководства и др.

Информационные ресурсы (ИР), отражающие требования Минобрнауки, Рособнадзора, в наибольшей степени влияющие на достижение целей ВУЗов, будем называть вторичными информационными образовательными ресурсами (ИОР) (таб. 8). Показатели, отражающие информацию о разработках, публикациях, консультационной деятельности, нормативно-правовой информации, дистанционном обучении, пакетах прикладных программ, базах данных, будем называть первичными информационными научно-образовательными ресурсами (ИНОР). Показатели, отражающие информацию о консультационной деятельности, будут представлены в виде количества консультантов.



Рисунок 1. Процессный подход к деятельности ВУЗа

Информационные научно-образовательные ресурсы в соответствии с современными тенденциями в области Интернет-технологий, когда провайдеры начинают предоставлять услуги по хранению контента сайтов в мощных системах управления базами данных (СУБД), могут храниться, с одной стороны, либо в виде каталога, либо в виде полноформатного представления (назовем это формой хранения ИР). С другой стороны, либо в виде неупорядоченного списка, либо в виде упорядоченного представления с возможностью навигации, например, на основе СУБД по тематической рубрикации ГРНТИ, авторам, организациям, ключевым словам и т.д. (назовем это уровнем интеграции ИР).

Стандартизация представления ИНОР в ЕИИП НОР позволяет, особенно, при переходе организаций к типовым сайтам, разработать независимую, малозатратную, автоматизированную методику оценки их деятельности. Данные оценки, в частности, отражают готовность ВУЗов к инновационному и технологическому развитию регионов. Стандартизация приводит к единой методике, как для ВУЗов, так и для НИИ, что обусловлено наличием измеримых и сравнимых показателей, находящихся в единой облачной БД.

Интегральный критерий оценки эффективности использования информационных научно-образовательных ресурсов конкретного образовательного учреждения определяется как сумма взвешенных групп, общая сумма весов которых равна 1, следующих частных критериев: критерий оценки видов представления первичных информационных научно-образовательных ресурсов, критерий оценки эффективности использования информационных ресурсов методами сайтотметрии, критерий оценки эффективности использования информационных ресурсов по состоянию электронной торговой площадки, критерий оценки эффективности использования информационных ресурсов по состоянию электронной биржи труда, критерий оценки вторичных информационных образовательных ресурсов.

В данной работе в качестве примера приведем результаты исследований на основе состояния ИНОР на сайтах сельскохозяйственных ВУЗов. Для разработки методики был проведен мониторинг и анализ сайтов ВУЗов, где использовалась разработанная оригинальная анкета с включением показателей из набора требований Минобрнауки, Рособнадзора, а также не вошедших в этот перечень показа-

телей, отражающих информацию о разработках, публикациях, консультационной деятельности, нормативно-правовой информации, дистанционном обучении, ППП, БД, об электронных биржах труда и торговых площадках; оценку сайтов методами сайтометрии.

В соответствующей анкете отражены 214 показателей деятельности ВУЗов (122 показателя оценивают представительство самого ВУЗа, 40 показателей для факультета, 46 показателей для оценки кафедр и 6 показателей для общей оценки сайта).

Значения весов показателей критериев оценки эффективности использования информационных ресурсов определены на основе экспертных оценок, полученных путем анализа различных статей специалистов в области образования [9, 10, 11, 12, 13], методик расчета различных рейтингов образовательных учреждений, анкетирования преподавателей РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, а также на основе применения соответствующих статистических методов.

При этом под эффективностью, с точки зрения методов исследования операций, понимается результативность в достижении цели. В нашем случае целями формирования информационных научно-образовательных ресурсов (ИНОР) являются:

- доступность ИНОР для широкого круга пользователей (абитуриентов, студентов, преподавателей, служащих госорганов, товаропроизводителей, научных работников, управленцев, населения и др.);
- разнообразие форм и качества ИНОР;
- полнота, оперативность и достоверность получаемой информации;
- комфортность и простота получения информации;
- минимизация затрат на проектирование, разработку и сопровождение информационных систем.

Математическое описание методики

Формализуем словесное описание методики оценки эффективности использования информационных научно-образовательных ресурсов, приведенное выше. Авторское подробное описание всех параметров методики дано в работе [9].

i — код уровня интеграции ИНОР, $i \in I$ (таб. 1);

l — код формы хранения ИНОР, $l \in L$ (таб. 2);

n — код вида представления ИНОР, $n \in N$ (таб. 3);

m — номер образовательного учреждения, $m \in M$;

h — код вида представления вторичных информационных образовательных ресурсов, $h \in H$ (таб. 8);

P_j^m — частный критерий оценки эффективности использования информационного ресурса m -го образовательного учреждения по j -му показателю, $j \in J$ (таб. 4);

P^m — интегральный критерий оценки эффективности использования информационного ресурса m -го образовательного учреждения;

α_i^1 — вес значения показателя уровня интеграции первичных информационных образовательных ресурсов;

α_l^2 — вес значения показателя l -й формы хранения ИНОР;

α_n^3 — вес значения показателя n -го вида представления ИНОР;

β_j — вес значения критерия оценки эффективности использования информационного ресурса по j -му показателю (таб. 4);

$v_{i \ln 0}^m$ — объем ИНОР i -го уровня интеграции, l -ой формы хранения, n -го вида представления на уровне m -го ВУЗа;

$v_{i \ln f}^m$ — объем ИНОР i -го уровня интеграции, l -ой формы хранения, n -го вида представления на уровне f -го факультета m -го ВУЗа;

$v_{i \ln k}^m$ — объем ИНОР i -го уровня интеграции, l -ой формы хранения, n -го вида представления на уровне k -й кафедры m -го ВУЗа;

$\lambda_{i \ln}^m$ — значение критерия оценки информационных научно-образовательных ресурсов i -го уровня интеграции, l -ой формы хранения, n -го вида представления m -го ВУЗа;

$$\lambda_{i \ln}^m = (v_{i \ln 0}^m + \sum_f v_{i \ln f}^m + \sum_k v_{i \ln k}^m) / \max_m (v_{i \ln 0}^m + \sum_f v_{i \ln f}^m + \sum_k v_{i \ln k}^m)$$

d_{rm}^2 — объем r -го показателя оценки сайта методами сайтометрии в m -ом ВУЗе, $r \in R$ (таб. 5);

q_{rm}^2 — значение r -го показателя критерия оценки сайта методами сайтометрии в m -ом ВУЗе;

ω_r^2 — вес значения r -го показателя критерия оценки сайта методами сайтометрии (таб. 5);

$$q_{rm}^2 = d_{rm}^2 / \max_m d_{rm}^2;$$

d_{sm}^3 — значение s -го показателя критерия оценки сайта по состоянию электронной торговой площадки [9] в m -ом ВУЗе (таб. 6);

ω_s^3 — вес значения s -го показателя критерия оценки сайта по состоянию электронной торговой площадки (таб. 6);

d_{gm}^4 — значение g -го показателя критерия оценки сайта по состоянию электронной биржи труда [10] в m -ом ВУЗе (таб. 7);

ω_g^4 — вес значения g -го показателя критерия оценки сайта по состоянию электронной биржи труда, $g \in G$ (таб. 7);

d_{hm}^5 — объем h -го показателя оценки эффективности использования вторичных информационных образовательных ресурсов в m -ом образовательном учреждении, $k \in K$ (таб. 8);

q_{hm}^5 — значение h -го показателя критерия оценки эффективности использования вторичных информационных образовательных ресурсов в m -ом образовательном учреждении;

ω_h^5 — вес значения h -го показателя критерия оценки эффективности использования вторичных информационных образовательных ресурсов в m -ом образовательном учреждении, $k \in K$ (таб. 8);

$$q_{hm}^5 = d_{hm}^5 / \max_m d_{hm}^5 ;$$

Тогда:

$$P = \sum_j \beta_j \cdot P_j^m, \text{ где}$$

$$P_1^m = \sum_{i,l,n} \lambda_{i,l,n}^m \alpha_i^1 \alpha_l^2 \alpha_n^3 ,$$

$$P_2^m = \sum_k \omega_k^2 q_{km}^2 ,$$

$$P_3^m = \sum_s \omega_s^3 d_{gm}^3 ,$$

$$P_4^m = \sum_g \omega_g^4 d_{gm}^4 ,$$

$$P_5^m = \sum_h \omega_h^5 q_{hm}^5 .$$

Как уже упоминалось, подробное описание всех параметров методики можно найти в работе [9]. Согласно этой работе и экспертным оценкам, приведем значения параметров методики:

Таблица 1. Показатели уровня интеграции ИП

№ п/п	Наименование	α_i^1 (в %)
1	Неупорядоченный список	10
2	Упорядоченное представление	90
ИТОГО		100

Таблица 2. Показатели форм хранения ИП

№ п/п	Наименование	α_i^2 (в %)
1	Каталог	30
2	Полноформатное представление	70
ИТОГО		100

Таблица 3. Показатели видов представления первичных информационных научно-образовательных ресурсов

№ п/п	Наименование	α_i^3 (в %)
1	Разработки	30
2	Публикации	20
3	Базы данных	5
4	Пакеты прикладных программ	5
5	Дистанционное обучение	5
6	Консультанты	30
7	Нормативно-правовая информация	5
ИТОГО		100

Таблица 4. Частные критерии оценки эффективности

№ п/п	Наименование	β_j (в %)
1	Критерий оценки видов представления первичных информационных научно-образовательных ресурсов	50
2	Критерий оценки эффективности использования информационных ресурсов методами сайтометрии	10
3	Критерий оценки эффективности использования информационных ресурсов по состоянию электронной торговой площадки	15
4	Критерий оценки эффективности использования информационных ресурсов по состоянию электронной биржи труда	10
5	Критерий оценки видов представления вторичных информационных образовательных ресурсов	15
ИТОГО		100

Таблица 5. Показатели оценки сайтов методами сайтометрии

№ п/п	Наименование	ω_r^2 (в %)
1	Индексация (сводный, 4 показателя)	8
2	Каталоги (сводный, 4 показателя)	8
3	Проблемы (сводный, 2 показателя)	5
4	Рейтинг Alexa (global)	4
5	Рейтинг Alexa (local)	4
6	Рейтинг Google PR	8
7	Рейтинг Яндекс (ТИЦ)	8
8	Социальные сервисы (сводный, 3 показателя)	5
9	Ссылки на сайт (сводный, 4 показателя)	40
10	Ссылки с сайта (сводный, 2 показателя)	10
ИТОГО		100

Таблица 6. Показатели критерия оценки эффективности использования информационных ресурсов по состоянию электронной торговой площадки

№ п/п	Наименование	ω_s^3 (в %)
1	Неструктурированная доска объявлений	5
2	Структурированная доска объявлений	10
3	Автоматизация поиска оптимального торгового партнера по заданному	20
4	Автоматизация информационных процессов всех торговых операций	25
5	Полная автоматизация электронной торговли	40
ИТОГО		100

Таблица 7. Показатели критерия оценки эффективности использования информационных ресурсов по состоянию электронной биржи труда

№ п/п	Наименование	ω_g^4 (в %)
1	Неструктурированная доска объявлений	10
2	Структурированная доска объявлений	20
3	Электронная биржа труда (автоматизированный поиск)	60
4	Ссылки на другие биржи труда	10
ИТОГО		100

Таблица 8. Показатели критерия оценки эффективности использования вторичных информационных образовательных ресурсов

№ п/п	Наименование	ω_{hm}^5 (в %)
1	Удельный вес численности научно-педагогических работников, имеющих ученую степень кандидата наук, в общей численности научно-педагогических работников образовательной организации	4.26
2	Удельный вес численности научно-педагогических работников, имеющих ученую степень доктора наук, в общей численности научно-педагогических работников образовательной организации	4.45
3	Общая площадь помещений, в которых осуществляется образовательная деятельность, в расчете на одного студента	4.58
4	Количество компьютеров в расчете на одного студента	4.71
5	Доходы образовательной организации по всем видам финансового обеспечения (деятельности) в расчете на одного научно-педагогического работника	4.56
6	Доходы образовательной организации из средств от приносящей доход деятельности в расчете на одного научно-педагогического работника	4.68
7	Отношение среднего заработка научно-педагогического работника в образовательной организации (по всем видам финансового обеспечения (деятельности)) к средней заработной плате по экономике региона	3.99
8	Численность обучающихся по реализуемым образовательным программам за счет бюджетных ассигнований:	5.02
9	– федерального бюджета,	4.39
10	– бюджетов субъектов РФ,	4.40
11	– местных бюджетов	4.49
12	Численность обучающихся по договорам об образовании за счет средств физических и (или) юридических лиц.	4.58
13	Численность студентов – победителей и призеров заключительного этапа всероссийской олимпиады школьников, членов сборных команд Российской Федерации, участвовавших в международных олимпиадах по общеобразовательным предметам по специальностям и (или) направлениям подготовки, соответствующим профилю всероссийской олимпиады школьников или международной олимпиады, принятых на очную форму обучения на первый курс по программам бакалавриата без вступительных испытаний	4.93
14	Средний балл студентов, принятых по результатам единого государственного экзамена на первый курс на обучение по очной форме	4.28
15	Доля сельской молодежи среди зачисленных на первый курс	4.68
16	Количество цитирований в индексируемой системе цитирования Web of Science в расчете на сто научно-педагогических работников	4.65
17	Количество цитирований в индексируемой системе цитирования Scopus в расчете на сто научно-педагогических работников	4.54
18	Количество цитирований в Российском индексе научного цитирования (далее – РИНЦ) в расчете на сто научно-педагогических работников	4.61
19	Количество статей в научной периодике, индексируемой в системе цитирования Web of Science, в расчете на 100 научно-педагогических работников	4.58
20	Количество статей в научной периодике, индексируемой в системе цитирования Scopus, в расчете на 100 научно-педагогических работников	4.50
21	Количество публикаций в РИНЦ в расчете на 100 научно-педагогических работников	4.57
22	Удельный вес численности студентов (курсантов), проживающих в общежитиях, в общей численности студентов (курсантов), нуждающихся в общежитиях	4.56
	Доля выпускников, обучавшихся очно за счёт средств федерального бюджета, трудоустроенных в сельскохозяйственные, водохозяйственные, мелиоративные, землеустроительные, лесохозяйственные организации, в организации перерабатывающей промышленности, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, организации социальной сферы села, аграрные НИИ и образовательные учреждения, продолжающие обучение в магистратуре и аспирантуре, а также призванные в вооруженные силы	100.00
	ИТОГО	

Как уже было отмечено выше, значения весов показателей критериев оценки эффективности использования информационных образовательных ресурсов, за исключением вторичных информационных образовательных ресурсов, определены на основе экспертных оценок, полученных на основе анализа различных статей специалистов в области образования, методик составления различных рейтингов, мнения преподавателей РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Значения весов показателей критерия оценки эффективности использования вторичных информационных образовательных ресурсов определить вышеперечисленными способами, за исключением анкетирования преподавателей РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, не удалось. Однако эти значения можно получить несколькими другими способами. Первая группа способов основана на применении статистических методов. Было высказано предположение, что значения многих показателей из таб. 8 должны коррелировать со значениями показателей ИНОР. В этом случае веса установим пропорционально коэффициентам корреляции. Такая зависимость была найдена четырьмя методами. В случае, если сильная корреляционная связь не установлена, веса определялись экспертно на основании мнения преподавателей РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

2. Статистические методы определения весов показателей критериев оценки эффективности использования вторичных информационных образовательных ресурсов

2.1 Методика расчета весов на основе корреляционного анализа [9]

m — номер образовательного учреждения, $m \in M$;

h — номер показателя оценки эффективности использования вторичных информационных научно-образовательных ресурсов, $h \in H$;

r_{0m} — оценка эффективности использования информационного ресурса m -го образовательного учреждения по показателям первичных информационных образовательных ресурсов, $r_{0m} \in R_0$;

r_{mh} — значение показателя h -го вторичного информационного образовательного ресурса m -го образовательного учреждения;

s_h — коэффициент корреляции между r_{0m} и r_{mh} ;

$\bar{s}_h = s_h / \sum s_h$ — нормированный коэффициент корреляции r_{0m} и r_{mh} .

Тогда ω_{hm}^s — вес h -го вторичного информационного образовательного ресурса m -го образовательного учреждения принимаем равным \bar{s}_h .

2.2 Методика расчета весов на основе коэффициента конкордации Кендалла

m — номер образовательного учреждения, $m \in M$;

h — номер показателя оценки эффективности использования вторичных информационных образовательных ресурсов, $h \in H$;

r_{0m} — оценка эффективности использования информационного ресурса m -го образовательного учреждения по показателям ИНОР, $r_{0m} \in R_0$;

r_{mh} — значение показателя h -го вторичного информационного образовательного ресурса m -го образовательного учреждения;

k_h — коэффициент конкордации Кендалла для группы показателей r_{0m} и r_{mh} ;

$\bar{k}_h = k_h / \sum k_h$ — нормированный коэффициент конкордации.

Тогда ω_{hm}^k — вес h -го вторичного информационного образовательного ресурса m -го образовательного учреждения принимаем равным \bar{k}_h .

2.3 Методика расчета весов на основе вероятностной модели оценивания

В описании ниже мы следуем работе [14].

В данной модели предполагается, что существуют некоторые «истинные» оценки объектов, а экспертные оценки отклоняются от этих оценок случайным образом, так что эти отклонения представляют собой реализации случайной величины с математическим ожиданием, равным данной оценке.

Случайные величины предполагаются распределёнными по нормальному закону, то есть вероятность того, что данная случайная величина не превышает x , равна

$$F(x) = \Phi\left(\frac{x - x_i}{\sigma_i}\right), \text{ где } x_i \text{ — математическое ожидание величины } i\text{-го объекта, } \sigma_i^2 \text{ — его дисперсия, а}$$

$\Phi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{z^2}{2}} dz$ — нормальная функция распределения с математическим ожиданием 0 и дисперсией 1.

В данной модели ограничиваются случаем, когда $\sigma_1 = \sigma_2 = \dots = \sigma_N = \sigma$

Таким образом, вероятность того, что эксперт оценит объект i выше объекта j , равна $\Phi\left(\frac{x_i - x_j}{\sigma}\right)$.

Отсюда, если заданы величины c_{ij} , выражающие (выборочную) вероятность того, что i лучше j , то для нахождения всех оценок x_i имеем систему уравнений:

$$c_{ij} = \Phi\left(\frac{x_i - x_j}{\sigma}\right).$$

Если мы теперь обозначим через d_{ij} однозначно определяемые, такие что

$$c_{ij} = \Phi(d_{ij}),$$

то, в силу строгой монотонности функции $\Phi(\cdot)$ имеем систему уравнений $x_i - x_j = \sigma d_{ij}$.

Откуда нетрудно (в предположении, что $\sigma = 1$) вывести (суммируя все d_{ij} по j и деля на общее число объектов N), что величины $\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N d_{ij}$ — суть «истинные» значения x_i , а положительные «реальные» оценки

экспертов равны соответственно $\Phi\left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N d_{ij}\right)$.

Пусть теперь, как и прежде,

m — номер образовательного учреждения, $m \in M$;

h — номер показателя оценки эффективности использования вторичных информационных образовательных ресурсов, $h \in H$;

r_{0m} — оценка эффективности использования информационного ресурса m -го образовательного учреждения по показателям ИНОР, $r_{0m} \in R_0$;

r_{mh} — значение показателя h -го вторичного информационного образовательного ресурса m -го образовательного учреждения;

r_{mij}^+ — количество компонентов вектора $\{r_{1i}, r_{2i}, \dots, r_{Mi}\}$, которые строго больше, чем соответствующие компоненты вектора $\{r_{1j}, r_{2j}, \dots, r_{Mj}\}$;

r_{mij}^- — количество компонентов вектора $\{r_{1i}, r_{2i}, \dots, r_{Mi}\}$, которые строго меньше, чем соответствующие компоненты вектора $\{r_{1j}, r_{2j}, \dots, r_{Mj}\}$;

$r_{mij}^=$ — количество компонентов вектора $\{r_{1i}, r_{2i}, \dots, r_{Mi}\}$, которые в точности равны соответствующим компонентам вектора $\{r_{1j}, r_{2j}, \dots, r_{Mj}\}$.

Тогда в качестве оценок величин c_{ij} , выражающих (выборочную) вероятность того, что i лучше j , берутся соответственно $(r_{mij}^+ + 0,5 \cdot r_{mij}^=) / M$ для c_{ij} и $(r_{mij}^- + 0,5 \cdot r_{mij}^=) / M$ для c_{ji} .

2.4 Методика расчета весов на основе вычисления матрицы компетентности

m — номер образовательного учреждения, $m \in M$;

h — номер показателя оценки эффективности использования вторичных информационных образовательных ресурсов, $h \in H$;

r_{mh} — значение показателя h -го вторичного информационного образовательного ресурса m -го образовательного учреждения.

Для заданной матрицы $R = \{r_{mh}\}$ экспертных оценок размерности $M \times H$ итерационно вычисляются ряды векторов:

$$r^t = \frac{1}{\lambda^t} R \cdot R^t r^{t-1}, \quad q^t = \frac{1}{\lambda^t} R^t \cdot R q^{t-1},$$

где штрихом обозначена матрица, транспонированная к матрице R , то есть $r_{ij}^t = r_{ji}^t$.

При определённых условиях (т.н. «неразложимости»), налагаемых на матрицу R , которые в наших исследованиях заведомо выполняются, данные итерационные процессы достаточно быстро сходятся (для практических вычислений) к некоторым предельным векторам (q — собственный вектор максимального собственного числа λ матрицы $R^t R$) $r = \lim_{t \rightarrow \infty} r^t$ и $q = \lim_{t \rightarrow \infty} q^t$.

Причём, как нетрудно видеть, имеет место равенство $r = R \cdot q$, так что групповые оценки r объектов оценивания получаются из индивидуальных оценок экспертов R посредством взвешивания их с вычисленными коэффициентами компетентности q .

Тогда ω_{hm}^5 — вес h -го вторичного информационного образовательного ресурса m -го образовательного учреждения принимаем равным h -ой компоненте вновь вычисленного предельного вектора $r = R \cdot q$.

Теперь мы можем перенормировать вектор-столбцы R_j (каждый из которых — суть набор оценок конкретного эксперта j объектов оценивания) матрицы R , так, что нулевое значение шкалы каждого эксперта сместится в точку среднего арифметического, а дисперсия этого вектора станет равна 1 после деления его на среднеквадратичное отклонение. В этом случае, как известно, произведение RR' — суть матрица коэффициентов корреляции векторов R_j , а максимальное собственное число λ — дисперсия главного фактора q .

Таким образом, представленные выше вычисления — одна из формулировок результатов т.н. теории количественного факторного анализа.

2.5 Результаты расчетов

Для каждого из пяти вариантов определения весов показателей критерия оценки эффективности использования вторичных информационных образовательных ресурсов (четыре - статистическими методами, один - экспертным) были получены интегральные оценки эффективности использования ИНОР, интегральные рейтинги сельскохозяйственных ВУЗов (таб. 9), результаты которых показывают, что оценки (максимально возможная оценка согласно методике равна единице) даже лучших ВУЗов не превышают 45%.

Таблица 9. Оценки эффективности использования ИНОР и рейтинги ВУЗов

Наименование ВУЗа	Корреляционные расчёты	Коэффициент конкордации	Вероятностная модель	Матрица компетентности	Экспертные оценки	Итоговый Рейтинг
Кубанский ГАУ	42,08/1	36,98/1	37,03/1	37,09/1	44,87/1	1
Орловский ГАУ	39,32/2	34,35/2	34,3/2	34,34/2	33,16/2	2
Красноярский ГАУ	31,29/4	31,35/3	31,18/3	31,25/3	29,46/3	3
РГАУ–МСХА	37,51/3	28,28/4	28,26/4	28,31/4	28,99/4	4
Кемеровский ГАУ	28,82/5	26,76/5	26,88/5	26,86/5	27,54/5	5
Белгородский ГАУ	28,81/6	26,75/6	26,67/6	26,73/6	23,43/6	6
Казанский ГАУ	26,71/9	26,21/7	26,01/7	26,08/7	22,08/7	7
Новосибирский ГАУ	28,08/7	25,88/8	26,01/8	25,95/8	21,9/8	8
Саратовский ГАУ	27,61/8	25,59/9	25,79/9	25,76/9	21,73/9	9
Волгоградский ГАУ	25,64/10	24,91/10	25,08/10	24,98/10	21,08/10	10
Вятский ГАУ	25,28/11	24,35/11	24,37/11	24,5/11	20,42/11	11
Вологодская ГМХА	24,6/13	23,78/12	23,91/12	23,9/12	19,66/12	12
Брянский ГАУ	23,18/14	22,54/13	22,79/13	22,79/13	18,91/13	13
Великолукская ГСХА	22,38/15	22,33/14	22,46/14	22,51/14	18,27/14	14
Мичуринский ГАУ	25,08/12	22,17/15	22,14/15	22,3/15	17,98/15	15
Пензенская ГСХА	21,74/17	21,89/16	21,98/16	22,05/16	17,71/16	16
Бурятская ГСХА	21,19/18	21,76/17	21,9/17	21,95/17	17,38/17	17
Пермская ГСХА	21,79/16	21,38/18	21,55/18	21,67/18	17,21/18	18
Башкирский ГАУ	20,23/24	21,16/19	21,18/19	21,27/19	16,94/19	19
Санкт-Петербургский ГАУ	19,82/25	21,05/20	21,15/20	21,24/20	16,75/20	20
Курская ГСХА	20,75/20	21,02/21	21,07/21	21,18/21	15,88/21	21
Нижегородская ГСХА	20,73/22	20,98/22	21,05/22	21,09/22	15,82/22	22
Чувашская ГСХА	20,74/21	20,82/23	20,83/23	20,87/23	15,57/23	23
Омский ГАУ	21,08/19	20,4/24	20,35/24	20,36/24	15,33/24	24
Ставропольский ГАУ	17,51/35	20,22/25	20,26/25	20,34/25	14,79/25	25
Алтайский ГАУ	20,33/23	19,74/26	19,65/26	19,74/26	14,66/26	26

Донской ГАУ	18,2/30	19,54/27	19,64/27	19,69/27	14,5/27	27
Московская ГАВМиБ	19,01/29	19,1/28	19,05/28	19,11/28	14,34/28	28
Иркутский ГАУ	19,03/28	18,74/29	18,83/29	18,92/29	14,06/29	29
Курганская ГСХА	19,1/27	18,74/30	18,8/30	18,85/30	13,87/30	30
Ульяновская ГСХА	15,83/38	17,97/31	18,04/31	18,08/31	13,75/31	31
Оренбургский ГАУ	19,36/26	17,88/32	17,96/32	17,99/32	13,27/32	32
Самарская ГСХА	17,55/34	17,52/33	17,87/33	17,73/33	13,06/33	33
Ярославская ГСХА	17,64/33	17,51/34	17,53/34	17,57/34	12,92/34	34
Приморская ГСХА	17,96/31	17,32/35	17,39/35	17,46/35	12,86/35	35
Дальневосточный ГАУ	16,03/37	17,17/36	17,29/36	17,34/36	12,77/36	36
ГУЗ	15,66/40	17/37	17,11/37	17,12/37	12,35/37	37
Рязанский ГАТУ	17,77/32	16,95/38	17,06/38	17,11/38	12,31/38	38
Якутская ГСХА	16,06/36	16,9/39	17,03/39	16,89/40	12,01/39	39
Уральский ГАУ	15,52/41	16,79/40	16,55/41	17,01/39	11,96/40	40
Ивановская ГСХА	15,43/42	16,6/41	16,84/40	16,56/41	11,85/41	41
Костромская ГСХА	15,69/39	16,18/42	16,2/42	16,25/42	11,55/42	42
Воронежский ГАУ	15,12/44	15,92/43	16,19/43	16,1/43	11,35/43	43
Южно-Уральский ГАУ	15,29/43	15,78/44	16,07/44	16,01/44	11,22/44	44
Ижевская ГСХА	14,97/45	14,99/45	15,07/45	15,09/45	11,09/45	45
ГАУ Северного Зауралья	14,7/46	14,98/46	15,04/46	14,99/46	10,29/46	46
Санкт.-Петербургская ГАВМ	10,81/50	14,85/47	14,95/47	14,98/47	9,98/47	47
Российский ГАЗУ	12,57/48	14,22/48	14,42/48	14,42/48	9,5/48	48
Казанская ГАВМ	13,75/47	14,21/49	14,31/49	14,34/49	9,44/49	49
Кабардино-Балкарский ГАУ	11,44/49	12,24/50	12,42/50	12,42/50	9,08/50	50
Горский ГАУ	8,13/52	11,62/51	11,94/51	11,86/51	8,2/51	51
Смоленская ГСХА	8,33/51	10,91/52	11,09/52	11,01/52	7,77/52	52
Тверская ГСХА	7,39/53	9,39/53	9,61/53	9,64/53	5,92/53	53
Дагестанский ГАУ	5,62/54	5,62/54	5,62/54	5,62/54	4,9/54	54

Высокая согласованность всех рейтингов позволяет использовать в дальнейшем либо средние оценки и рейтинги из них, либо один из них. Мы остановимся на данных из колонки расчётов по коэффициенту конкордации Кендалла, поскольку далее этот метод будем использовать при сопоставлении различных региональных рейтингов и рейтингов ВУЗов.

3. Результаты анализа сайтов и расчетов оценок/рейтингов сельскохозяйственных ВУЗов

Исследования показали, что в целом полнота сайтов ещё очень далека от оптимальной, в среднем на сайтах присутствует чуть более половины (55,4%) всей необходимой информации. Полнота показателей, отражающих научно-исследовательскую деятельность, составляет всего 18,3%, что подтверждает предположение, что в требованиях, предъявляемых к сайтам ВУЗов Минобрнауки, Рособнадзор, существует недооценка научной деятельности ВУЗов. Интегральные оценки (таб. 10) эффективности использования ИНОР (максимально возможная оценка согласно методике равна единице) даже лучших ВУЗов не превышают 40% (Кубанский ГАУ – 39,15%, Орловский ГАУ - 38,23%, РГАУ–МСХА - 32,58%, Красноярский ГАУ - 30,89%).

Таблица 10. Интегральные оценки (%) эффективности использования региональных ИНОР и рейтинги сельскохозяйственных ВУЗов

Наименование ВУЗа	Оценка	Рейтинг	Наименование ВУЗа	Оценка	Рейтинг
Кубанский ГАУ	39.15	1	Бурятская ГСХА	22.58	28
Орловский ГАУ	38.23	2	Алтайский ГАУ	22.20	29
РГАУ–МСХА	32.58	3	Ивановская ГСХА	21.30	30
Красноярский ГАУ	30.89	4	Курская ГСХА	21.09	31
Новосибирский ГАУ	30.44	5	Курганская ГСХА	21.01	32
Кемеровский ГАУ	30.34	6	ГУЗ	20.84	33
Брянский ГАУ	29.45	7	Ижевская ГСХА	20.57	34
Белгородский ГАУ	29.44	8	Приморская ГСХА	20.39	35
Казанский ГАУ	28.29	9	Самарская ГСХА	19.75	36
Саратовский ГАУ	27.49	10	Оренбургский ГАУ	19.69	37
Московская ГАВМиБ	26.41	11	Ярославская ГСХА	19.69	38

Наименование ВУЗа	Оценка	Рейтинг	Наименование ВУЗа	Оценка	Рейтинг
Пензенская ГСХА	26.30	12	Воронежский ГАУ	19.04	39
Волгоградский ГАУ	26.12	13	Рязанский ГАУ	19.03	40
Башкирский ГАУ	25.66	14	Дальневосточный ГАУ	18.95	41
Санкт-Петербургский ГАУ	25.06	15	Иркутский ГАУ	18.92	42
Вятский ГАУ	24.63	16	Казанская ГАВМ	18.80	43
Омский ГАУ	24.59	17	Санкт-Петербургская ГАВМ	18.50	44
Вологодская ГМХА	24.39	18	Южно-Уральский ГАУ	18.46	45
Донской ГАУ	24.29	19	Кабардино-Балкарский ГАУ	17.78	46
Мичуринский ГАУ	24.22	20	Якутская ГСХА	17.08	47
Ставропольский ГАУ	24.21	21	Костромская ГСХА	16.86	48
Уральский ГАУ	23.83	22	ГАУ Северного Зауралья	16.69	49
Великолукская ГСХА	23.71	23	Горский ГАУ	15.78	50
Нижегородская ГСХА	23.36	24	Российский ГАЗУ	15.49	51
Чувашская ГСХА	23.29	25	Смоленская ГСХА	15.33	52
Ульяновская ГСХА	23.17	26	Дагестанский ГАУ	12.68	53
Пермская ГСХА	22.89	27	Тверская ГСХА	5.62	54

4. Влияние информационных научно-образовательных ресурсов ВУЗов на социально-экономическое положение регионов

Сопоставим сначала рейтинги ВУЗов с различными региональными рейтингами, отражающими социально-экономическое положение регионов (таб. 11).

Таблица 11. Региональные рейтинги и ссылки на их размещение в Интернете

№ п/п	Название регионального рейтинга	Ссылка
1	Рейтинг социально-экономического развития (2014 год)	http://riarating.ru/infografika/20150616/610658857.html
2	Рейтинг субсидирования регионов МСХ (2014 год)	http://www.dairynews.ru/dairyfarm/rejting-regionov-subsidii-2014-v-kogo-verit-minsel.html
3	Рейтинг эффективности сельхозпроизводства в регионах (2009 год)	http://cyberleninka.ru/article/n/rejting-regionov-rossii-po-effektivnosti-selskohozyaystvennogo-proizvodstva
4	Рейтинг эффективности губернаторов регионов (2015 год)	http://civilfund.ru/mat/95
5	Рейтинг развития науки в регионах	http://riarating.ru/regions_rankings/20150324/610650317.html

Ниже данные рейтинги будут упоминаться по их номерам (от 1 до 5), рейтингу ВУЗов в таблицах ниже присвоен номер 6. Сводная таблица региональных рейтингов приведена в таб. 12.

Таблица 12. Сводная таблица региональных рейтингов

№ п/п	Регион	Сельскохозяйственный ВУЗ	Рейтинг					
			1	2	3	4	5	6
1	Алтайский край	Алтайский ГАУ	28	6	10	39	29	25
2	Амурская область	Дальневосточный ГАУ	3	36	11	23	23	36
3	Белгородская область	Белгородский ГАУ	10	1	9	1	35	7
4	Брянская область	Брянский ГАУ	35	2	34	17	36	6
5	Волгоградская область	Волгоградский ГАУ	40	20	27	5	26	10
6	Вологодская область	Вологодская ГМХА	42	40	38	27	41	14
7	Воронежская область	Воронежский ГАУ	22	4	5	7	10	34
8	Ивановская область	Ивановская ГСХА	26	44	41	18	32	26
9	Иркутская область	Иркутский ГАУ	14	33	33	42,5	20	37
10	Кабардино-Балкарская Республика	Кабардино-Балкарский ГАУ	33	30	31	30,5	31	39
11	Кемеровская область	Кемеровский ГАУ	1	38	7	3	42	5
12	Кировская область	Вятский ГАУ	46	25	24	36,5	27	12

13	Костромская область	Костромская ГСХА	36	46	44	24	46	41
14	Краснодарский край	Кубанский ГАУ	38	3	4	4	30	1
15	Красноярский край	Красноярский ГАУ	13	24	3	36,5	2	3
16	Курганская область	Курганская ГСХА	41	34	19	39	38	28
17	Курская область	Курская ГСХА	29	5	22	30,5	9	27
18	Нижегородская область	Нижегородская ГСХА	17	26	14	20	1	20
19	Новосибирская область	Новосибирский ГАУ	45	13	6	30,5	13	4
20	Омская область	Омский ГАУ	19	15	21	39	18	13
21	Оренбургская область	Оренбургский ГАУ	44	16	23	12	33	32
22	Орловская область	Орловский ГАУ	8	17	36	33	40	2
23	Пензенская область	Пензенская ГСХА	7	18	30	25,5	8	9
24	Пермский край	Пермская ГСХА	43	32	20	44,5	3	23
25	Приморский край	Приморская ГСХА	21	41	35	10	17	30
26	Псковская область	Великолукская ГСХА	27	19	45	15	44	19
27	Республика Башкортостан	Башкирский ГАУ	6	11	8	8,5	16	11
28	Республика Бурятия	Бурятская ГСХА	16	43	37	21,5	37	24
29	Республика Дагестан	Дагестанский ГАУ	15	28	40	6	45	45
30	Республика Саха (Якутия)	Якутская ГСХА	12	42	18	16	25	40
31	Республика Северная Осетия – Алания	Горский ГАУ	39	45	43	42,5	43	43
32	Ростовская область	Донской ГАУ	31	8	13	11	21	15
33	Рязанская область	Рязанский ГАУ	5	14	2	28	11	35
34	Самарская область	Самарская ГСХА	18	29	29	14	4	31
35	Саратовская область	Саратовский ГАУ	24	12	28	13	22	8
36	Свердловская область	Уральский ГАУ	2	21	25	25,5	6	18
37	Смоленская область	Смоленская ГСХА	25	31	42	34,5	39	44
38	Ставропольский край	Ставропольский ГАУ	37	7	15	21,5	34	17
39	Тамбовская область	Мичуринский ГАУ	23	10	16	30,5	28	16
40	Тверская область	Тверская ГСХА	32	22	46	44,5	14	46
41	Тюменская область	ГАУ Северного Зауралья	30	39	1	2	19	42
42	Удмуртская Республика	Ижевская ГСХА	4	23	17	41	24	29
43	Ульяновская область	Ульяновская ГСХА	34	35	26	34,5	15	22
44	Челябинская область	Южно-Уральский ГАУ	9	9	39	8,5	7	38
45	Чувашская Республика	Чувашская ГСХА	11	37	12	19	12	21
46	Ярославская область	Ярославская ГСХА	20	27	32	46	5	33

Как видно, в таблице представлены не все 54 ВУЗа из таблицы рейтингов сельскохозяйственных ВУЗов. Были исключены из списка 8 ВУЗов, представляющих Москву, Санкт-Петербург и Республику Татарстан, так как эти регионы в рейтингах ВУЗов представлены несколькими ВУЗами, рейтинги которых сильно отличаются друг от друга, и потому нет возможности корректно вычислить рейтинг этих регионов в сводной таблице рейтингов ВУЗов.

Для установления связи между приведёнными выше рейтингами используем два наиболее известных метода.

Первый относится к расчету попарных связей между рангами или коэффициентов корреляции Спирмена [15], которые рассчитываются по формуле:

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot \sum d^2}{n(n^2 - 1)}, \text{ где } d \text{ — разность двух рангов, } n \text{ — число пар рангов.}$$

Матрица рассчитанных попарных коэффициентов корреляции Спирмена представлена ниже в таб. 13.

Таблица 13. Матрица коэффициентов корреляции Спирмена региональных рейтингов

Рейтинги	1	2	3	4	5	6
1	-	<0.001	0.17	0.17	0.25	-0.005
2	-	-	0.35*	0.18	0.19	0.44**
3	-	-	-	0.22	0.36*	0.35*
4	-	-	-	-	0.15	0.17
5	-	-	-	-	-	0.02
6	-	-	-	-	-	-

Примечание. В таблице выше знаком «» помечены значения, которые статистически значимы с вероятностью <5%, знаком «**» - с вероятностью <1%. Значения остальных коэффициентов статистически значимы с вероятностью >5%.*

Типичная интерпретация полученных коэффициентов корреляции Спирмена такова: от 0,3 и менее – слабая теснота связи; от 0,3 до 0,7 – умеренная теснота связи; свыше 0,7 – высокая теснота связи.

Как видно, только для четырех пар значения коэффициентов достаточно велики (умеренная связь) и статистически значимы с вероятностью <5%. Только для пар 2 и 6 (рейтинги субсидирования регионов и рейтинги ВУЗов) значения коэффициента корреляции Спирмена указывают на умеренную связь и статистически значимы с вероятностью <1%.

Второй метод - вычисление т.н. коэффициента конкордации Кендалла. Данный коэффициент характеризует степень близости ранжирований (в данном случае региональных рейтингов). Коэффициент конкордации Кендалла [15] вычисляется по формуле:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12}m^2(n^3 - n) - m\sum T_i}, \text{ где в нашем случае } n=46, m=6, S = \sum_{i=1}^n d_i^2. \text{ Для значений } d_i \text{ имеет место}$$

формула $d_i = \sum_j x_{ij} - \frac{\sum_j x_{ij}}{n}$, где x_{ij} — матрица значений рангов.

$$\text{В нашем случае } \frac{\sum_i \sum_j x_{ij}}{n} = 141, S = 92745.5, n = 46, m = 6, T_i = \frac{1}{12} \sum_{l=1}^{L_i} t_l^3 - t_l,$$

где L_i – число связок (видов повторяющихся элементов) в i -ом рейтинге, t_l - количество элементов в l -ой связке для i -го рейтинга. В нашем случае одинаковые элементы встречаются только в 4-ом рейтинге, поэтому:

$$T_4 = [(3^3 - 3) + (2^3 - 2) + (4^3 - 4) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2)]/12 = 10.5$$

$$\sum_i T_i = 10.5, W = \frac{92745.5}{\frac{1}{12}6^2(46^3 - 46) - 6 \cdot 10.5} = 0.32.$$

Величина коэффициента конкордации Кендалла $W = 0.32$ говорит о наличии слабой степени согласованности рейтингов, представленных в списке.

Для оценки значимости вычисленного коэффициента вычислим критерий согласования Пирсона [15]:

$$\chi^2 = \frac{S}{\frac{1}{12}mn(n+1) + \frac{1}{n-1}\sum_i T_i} = \frac{92745.5}{\frac{1}{12}6 \cdot 46 \cdot (46+1) + \frac{1}{46-1}10.5} = 85.81.$$

Вычисленный χ^2 сравним с табличным значением для числа степеней свободы равного $K = n-1 = 45$ при заданном уровне значимости $\alpha = 0.05$. Так как расчётный χ^2 (85.81) больше табличного (61.65623), то полученный коэффициент статистической значимости находится на уровне $\alpha = 0.05$.

Таким образом, региональные рейтинги слабо (однако статистически значимо на уровне $\alpha = 0.05$) связаны друг с другом. Исключение (весьма условное) составляют пары рейтингов по субсидированию регионов и эффективности сельхозпроизводства с рейтингами сельскохозяйственных ВУЗов. Это, впрочем, следовало ожидать, так как из всех рейтингов только два указанных рейтинга имеют непосредственное отношение к сельскому хозяйству.

Для стимулирования совершенствования трансфера научных знаний в экономику в дальнейшем необходимо включить в методику оценки результатов научно-образовательной деятельности показатель, отражающий взаимосвязь полученного выше рейтинга регионального ВУЗа и ряда региональных рейтингов, характеризующих его социально-экономическое положение.

Тогда обобщенная оценка результатов научной деятельности m -го ВУЗа, находящегося в t -ом регионе P_0^{tm} определим следующим образом $P_0^{tm} = d_1 P^{tm} + d_2 (\sum_{k=1}^V v_k^t)/V$, где v_k^t - k -ый региональный рейтинг (в %) в t -ом регионе, P^{tm} - общий рейтинг m -го ВУЗа, находящегося в t -ом регионе, V - количество региональных рейтингов, d_1 и d_2 положительные числа, отражающие веса слагаемых, $d_1 + d_2 = 1$.

Выводы

Переход к типовым сайтам ВУЗов позволит разработать независимую, малозатратную, автоматизированную методику оценки деятельности их, в частности, эффективности использования ИНОР, единую, как для ВУЗов, так и для НИУ, что обусловлено наличием измеримых и сравнимых показателей, находящихся в единой базе данных.

Интеграция информационных научно-образовательных ресурсов в рамках ЕИИП НОР с размещением в облаке у одного провайдера под управлением мощной СУБД на основе единых классификаторов позволит в дальнейшем, по мере накопления статистической информации, применить и другие методы оценки эффективности использования информационных научно-образовательных ресурсов. Например, после объединения информационных систем ГНИ и ПФР с присвоением кодов ИНН с рождением человека, можно будет отслеживать трудоустройство выпускника ВУЗа по отраслевому признаку. В дальнейшем можно отследить как его карьерный рост, так и переходы из отрасли в отрасль. При интеграции ИНОР ВУЗов и НИИ можно будет оценивать влияние выпускников на развитие науки в отраслях и стране. В качестве первого шага необходимо, чтобы Минобрнауки Российской Федерации, Рособрназор включило показатели ИНОР в требования, предъявляемые к информационному наполнению сайтов образовательных учреждений и НИИ, поскольку ВУЗы и НИИ игнорируют размещение ИНОР на сайтах в удобном для большинства пользователей виде.

Литература:

1. Российские ученые должны быть обеспечены всеми необходимыми информационными ресурсами. [Электронный ресурс]. – URL: https://minobrnauki.gov.ru/ru/press-center/card/?id_4=2241 (дата обращения 16.12.2019).
2. Медеников В.И. Математическая модель формирования цифровых платформ управления экономикой страны // Цифровая экономика, 2019, № 1, стр. 25-35.
3. Россия стала 39-й из 70 стран по показателю владения английским языком [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rbc.ru/economics/03/11/2015/563866969a79474acfd69663> (дата обращения 16.12.2019).
4. Лишь 14% российских кандидатов и докторов наук свободно владеют английским [Электронный ресурс]. – URL: <https://philologist.livejournal.com/10604467.html> (дата обращения 16.12.2019).
5. Erik Brynjolfsson, Lorin Hitt, Shinkyu Yang. Intangible Assets: Computers and Organizational Capital // Brookings Papers on Economic Activity, Vol.2, No.1, 2002.
6. Медеников В.И., Муратова Л.Г., Сальников С.Г. Модели и методы формирования единого информационного интернет-пространства аграрных знаний. Москва. Издательство ГУЗ. 2014.
7. Ерешко Ф.И., Медеников В.И., Сальников С.Г. Проектирование единого информационного Интернет-пространства страны. Бизнес в законе. Экономико-юридический журнал. Выпуск №6 2016 г., стр. 184-187.
8. Зацаринный А.А. Цифровая платформа для научных исследований. Материалы Международной научной конференции «Математическое моделирование и информационные технологии в инженерных и бизнес-приложениях». Воронеж, 3–6 сентября 2018, стр. 104-113.
9. Медеников В.И., Сальников С.Г., Муратова Л.Г. и др. Методика оценки эффективности использования информационных научно-образовательных ресурсов. – М.: Аналитик, 2017. – 250 с.
10. Гузаева М.Ю. Использование информационных ресурсов науки и образования для повышения эффективности реализации новых форм обучения. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://pedsovet.su/publ/164-1-0-1048/> (дата обращения: 30.05.2016)
11. Сироткин Г.В. Когнитивная модель новой системы управления качеством образования вуза в целом. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnaya-model-novoy-sistemy-upravleniya-kachestvom-obrazovaniya-vuza-v-tselom.pdf> (дата обращения: 30.11.2019).
12. Сироткин Г.В. Системный анализ факторов качества образования в вузе. «Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии». — 2013. — № 2 (22) — С. 109—118
13. Славин А.В. Практика разработки оценочных средств качества образовательных программ, реализуемых на основе ФГОС. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://expert-nica.ru/library/sbornik2013/IV%20part/Slavin%20AB.pdf> (дата обращения: 30.11.2019).
14. Миркин Б.Г. Проблемы группового выбора. – М.: Наука, 197. – 256с.
15. Айвазян С.А. Теория вероятностей и прикладная статистика. – М.: ЮНИТИ –ДАНА, 2001.

References in Cyrillics

1. Rossiyskiye uchenyye dolzhny byt obespecheny vsemi neobkhodimymi informatsionnymi re-sursami. [Elektronnyy resurs]. – URL: https://minobrnauki.gov.ru/ru/press-center/card/?id_4=2241 (data obrashcheniya 16.12.2019).
2. Medennikov V.I. Matematicheskaya model formirovaniya tsifrovoykh platform upravleniya ekonomiko y strany. // Tsifrovaya ekonomika. 2019. № 1. str. 25-35.

3. Rossiya stala 39-y iz 70 stran po pokazatelyu vladeniya angliyskim yazykom. [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://www.rbc.ru/economics/03/11/2015/563866969a79474acfd69663> (data obrashcheniya 16.12.2019).
4. Lish 14% rossiyskikh kandidatov i doktorov nauk svobodno vladeyut angliyskim. [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://philologist.livejournal.com/10604467.html> (data obrashcheniya 16.12.2019).
5. Erik Brynjolfsson. Lorin Hitt. Shinkyu Yang. Intangible Assets: Computers and Organizational Capital // Brookings Papers on Economic Activity. Vol.2. No.1. 2002
6. Medennikov V.I., Muratova L.G., Salnikov S.G. Modeli i metody formirovaniya edinogo informatsionnogo internet-prostranstva agrarnykh znaniy. Moskva. Izdatelstvo GUZ. 2014.
7. Ereshko F.I., Medennikov V.I., Salnikov S.G. Proyektirovaniye edinogo informatsionnogo Internet-prostranstva strany. Biznes v zakone. Ekonomiko-yuridicheskiy zhurnal. Vypusk №6 2016 g., str. 184-187.
8. Zatsarinnyy A.A. Tsifrovaya platforma dlya nauchnykh issledovaniy. Materialy Mezhduna-rodnoy nauchnoy konferentsii Matematicheskoye modelirovaniye i informatsionnyye tekhnologii v inzhenernykh i biznes-prilozheniyakh”. Voronezh. 3–6 sentyabrya 2018. str. 104-113.
9. Medennikov V.I., Salnikov S.G., Muratova L.G. i dr. Metodika otsenki effektivnosti is-polzovaniya informatsionnykh nauchno-obrazovatelnykh resursov. – M.: Analitik. 2017. – 250 s.
10. Guzayeva M.Yu. Ispolzovaniye informatsionnykh resursov nauki i obrazovaniya dlya povyshe-niya effektivnosti realizatsii novykh form obucheniya. [Elektronnyy resurs]. — Rezhim do-stupa: <http://pedsovet.su/publ/164-1-0-1048/> (data obrashcheniya: 30.05.2016)
11. Sirotkin G.V. Kognitivnaya model novoy sistemy upravleniya kachestvom obrazovaniya vuza v tselom. [Elektronnyy resurs]. — Rezhim dostupa: <http://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnaya-model-novoy-sistemy-upravleniya-kachestvom-obrazovaniya-vuza-v-tselom.pdf> (data obrashcheniya: 30.11.2019).
12. Sirotkin G.V. Sistemnyy analiz faktorov kachestva obrazovaniya v vuze. «Prikspiyskiy zhurnal: upravleniye i vysokiyeh tekhnologii». — 2013. — № 2 (22) — S. 109—118
13. Slavin A.V. Praktika razrabotki otsenochnykh sredstv kachestva obrazovatelnykh programm. realizuyemykh na osnove FGOS. [Elektronnyy resurs]. — Rezhim dostupa: <http://expert-nica.ru/library/sbornik2013/IV%20part/Slavin%20AB.pdf> (data obrashcheniya: 30.11.2019).
14. Mirkin B.G. Problemy gruppovogo vybora. – M. : Nauka. 197. – 256s.
15. Ayvazyan S.A. Teoriya veroyatnostey i prikladnaya statistika. – M.: YuNITI –DANA. 2001.

Victor Medennikov (dommed@mail.ru)

Ключевые слова

Методика, эффективность использования, информационные научно-образовательные ресурсы, информационные технологии, критерий оценки.

Victor Medennikov. A mathematical model for evaluating universities in the digital transformation of the economy

Keywords

Methodology, efficiency of use, informational scientific and educational resources, information technology, evaluation criterion.

DOI: 10.34706/DE-2019-04-05

JEL classification C02 Математические методы

Abstract

the paper discusses the methodology for assessing the effectiveness of the use of informational scientific and educational resources represented in the Internet space. The methodology takes into account both the requirements for information content on the websites of educational institutions of the Ministry of Education and Science, Rosobrnadzor, and the demand for these resources in the economy, their impact on the quality of training of qualification specialists and scientists in educational institutions. To improve the transfer of scientific knowledge into the economy, it is proposed to include in the methodology an indicator reflecting the relationship of the received university ratings and a number of regional ratings characterizing the socio-economic situation in the regions. It is shown that the standardization of the presentation of informational scientific and educational resources in the digital economy allows us to create a single information Internet space for scientific and educational resources, giving access to them for a wide range of users: students, scientists, managers, business, the public.