

Влияние пандемии на формирование единого информационного интернет-пространства научно-образовательных ресурсов страны

В. В. Кульба, email: kulba@ipu.ru¹
В. И. Меденников, email: dommed@mail.ru²
В. М. Умывакин, email: umyvakin@mail.ru³

1 ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН

2 ФИЦ ИУ РАН

3 ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

***Аннотация.** В данной работе рассматриваются условия, сложившиеся в период пандемии, для формирования единого информационного интернет-пространства научно-образовательных ресурсов. Дается описание соответствующей математической модели с анализом результатов расчетов на основании информации, полученной с сайтов научных и образовательных организаций в сфере сельского хозяйства.*

***Ключевые слова:** сельское хозяйство, научно-образовательные ресурсы, пандемия, информационные системы, математическая модель.*

Введение

Сфера образования оказалась в числе отраслей, в наибольшей степени подверженной цифровой трансформации, усиленной в настоящее время необходимостью поиска новых форм деятельности за счет данных технологий при вхождении человечества в длительный пандемийный цикл развития [1, 2]. Эпидемия коронавируса должна была бы значительно активизировать развитие в теоретическом и практическом плане появившийся “социальный заказ” на формирование системы управления информационными ресурсами на основе

рациональной интеграции, входящей в один из основополагающих принципов цифровой трансформации общества, в некое единое структурированное пространство [3].

Кроме того, значительным толчком к формированию такого пространства, связанного с эпидемией коронавируса, послужило переосмысление многими слоями населения роли цифровых технологий в общественной и экономической жизни государств [4, 5]. Данный факт стал некоторым спусковым крючком для ускоренного внедрения их, высветил проблемы с человеческим капиталом, с ролью науки, применением отсталых информационных технологий в этой сфере, памятью слова У. Черчилля, что генералы всегда начинают войну старыми методами. Поскольку в условиях пандемии предприятия вынуждены искать новые способы ускоренной цифровизации бизнеса одновременно с переходом на инновационные технологии, как для внутрикорпоративных и клиентских взаимодействий, их удаленного контроля, то единое информационное структурированное пространство должно обслуживать не только сферу образования, но и науку, бизнес, государственное управление и прочие запросы общества.

Так, в результате анализа содержимого сайтов научных организаций, ВУЗов, информационно-консультационных служб и предприятий АПК удалось выделить те группы (виды) информационных научно-образовательных ресурсов (ИНОР), которые, с одной стороны, наиболее востребованы в экономике АПК, с другой стороны, размещаются на сайтах образовательных и научных учреждений: разработки, публикации, консультационная деятельность, нормативно-правовая информация (НПИ), дистанционное обучение (ДО), пакеты прикладных программ (ППП), базы данных (БД) [6].

В качестве такого информационного структурированного пространства, интегрирующего научные ресурсы по экономике в виде научных статей, книг, отчетов и программных систем, интерес представляет проект ReRes, основанный на совместной волонтерской работе нескольких сотен энтузиастов из ста стран [7]. При этом вокруг основной базы знаний содержимого проекта образовались различные подпроекты-сервисы, позволяющие осуществлять наукометрический анализ, формализованную оценку роли научно-образовательных организаций, авторов публикаций, рассчитывать различные рейтинги с

оценкой эффективности деятельности в области науки и множество других расчетов.

В связи с этим в работе на основе системного осмысления предшествующего опыта информатизации в комплексе с тенденциями цифровой трансформации развитых стран в сторону интеграции научно-образовательных ресурсов области рассматривается эффективный научный подход к реализации информационного структурированного пространства в виде единого информационного Интернет-пространства научно-образовательных ресурсов (ЕИИПНОР) на примере АПК.

1. Формализация описания модели ЕИИПНОР

Целью разработки модели было выяснение принципиальной возможности формирования работоспособной ЕИИПНОР при выборе различных сценариев интеграции ИНОР, исходя, как из прогнозов возможных их объемов, так и количества потенциальных пользователей. Объектом моделирования были организации, занимающиеся агропромышленной тематикой: аграрные ВУЗы, сельскохозяйственные научно-исследовательские организации (НИУ) России и СНГ, медицинские НИУ и другие, занимающиеся данной тематикой, издательства аграрной направленности. При моделировании учитывались три наиболее реализуемых и понятных из библиотечного дела варианта интеграции ИНОР.

В первом сценарии размещение ИНОР осуществлялось в виде каталогов в общей БД ЕИИПНОР у единственного провайдера, при котором в случае заинтересованности пользователя какой-либо найденной публикацией, подобно каталогу традиционной библиотеки, он перенаправляется по указанной в каталоге ссылке на сайт, где находится полнотекстовый источник.

Во втором сценарии все экземпляры ИНОР должны храниться у единственного провайдера в общей БД.

В третьем же сценарии предполагалась смешанная стратегия, когда в силу каких-либо причин, например, из-за требований секретности, либо нежелания отдельных владельцев контента, часть ИНОР размещалась в форме каталога, другая часть – как в полнотекстовом формате, так и в форме каталогов.

В модели также учитывалось, что качество предоставления услуг провайдером обычно оценивается такими параметрами: надежностью и

пропускной способностью сети, временными задержками при передаче данных и их характеристиками. Поскольку при моделировании выяснялись глобальные характеристики сети при различных сценариях размещения информации, то процессы рассматривались на достаточно большом интервале времени – в течение месяца.

Поскольку на параметры сети значительное влияние оказывает программное обеспечение разработки сайтов, то в качестве таковой остановились на системе CMS “1С-Bitrix”, как наиболее популярной в аграрных ВУЗах и НИИ в данный момент.

1.1. Идентификаторы модели

j – индекс группы организации (ВУЗ, НИУ и др.), $j \in J$;

i – индекс вида информации (текстовый, картинка, видеоизображение и др.), $i \in I$;

m – индекс провайдера, $m \in M$;

n – индекс вида информационного представления, $n \in N$;

k – индекс организации, $k \in K_j$;

l – код формы хранения информации, $l \in L$;

d_{im} – существующая нагрузка i -го вида информации на m -го провайдера (в мб);

V_{ijkl} – объём i -го вида информации l -ой формы хранения k -ой организации j -ой группы (в мб);

D_{im} – пропускная способность i -го вида информации у m -го провайдера (в мб);

z_{ijmkl}^1 – удельные расходы по размещению у m -го провайдера единицы i -го вида информации l -ой формы хранения, принадлежащей k -ой организации j -ой группы (в руб./мб);

z_m^2 – расходы в единицу времени на эксплуатацию сайта у m -го провайдера (в руб.);

z_{jk}^3 – расходы в единицу времени на эксплуатацию сайта k -ой организации j -ой группы организаций при размещении информации у провайдеров (в руб.);

P_i^1 – среднее в единицу времени число обращений к i -му виду информации;

P_{il}^2 – средняя величина просмотров страниц i -го вида информации l -й формы хранения;

P_{ijkl}^2 – средняя величина просмотров страниц i -го вида информации l -ой формы хранения k -ой организации, входящей в j -ую группу;

$P_{il}^2 = s \cdot \sum_{j,k} P_{ijkl}^2$, где s – индекс ускорения просмотров страниц за

счёт интеграции данных;

P_m^3 – средний объем страниц сайта у m -го провайдера (в мб);

C^0 – финансовые ограничения на размещение информации в единицу времени у одного из провайдеров (в руб.).

При этом предполагается, что у провайдеров, использующих CMS «IC-Bitrix», в силу этого и интегрированной с ней СУБД, вся информация хранится в некоторой унифицированной форме. Тогда введём ещё группу параметров:

b_{il} – средняя величина передаваемого в единицу времени файла i -го вида l -ой формы хранения (в мб.);

g_{il} – среднее число обращений за i -ым видом информации l -ой формы хранения к провайдеру;

r_{jknl} – количество n -го вида представления информации l -ой формы хранения ее k -ой организации, представляющей j -ую группу;

a_{iknl} – среднее число обращений за i -ым видом информации l -ой формы хранения n -го вида представления;

v_{inl} – идентификатор, обозначающий принадлежность i -го вида информации l -ой формы хранения ее в n -м виде представления, равный 1 при наличии и 0 в отсутствии.

Тогда:

$$g_{il} = s \cdot \sum_{n,k} v_{inl} \cdot a_{iknl} ;$$

$$V_{ijkl} = b_{il} \cdot \sum_n r_{jknl} ;$$

$$P_i^l = \sum_l g_{il} \cdot$$

1.2. Переменные

x_{ijmkl} – рост нагрузки на m -го провайдера при размещении в его

БД i -го вида l -ой формы хранения информации k -ой организации, представляющей j -ю группу (в мб);

y_{ijmkl} – идентификатор, обозначающий условия хранения k -й организацией, представляющей j -ю группу, хранения i -го вида информации l -й формы у m -го провайдера, равный 1 при наличии и 0 иначе.

1.3. Уравнения

$$d_{im} + \sum_{l,j,k} x_{ijmkl} \leq D_{im} -$$

технологические ограничения на пропускные возможности i -го вида информации у m -го провайдера;

$$x_{ijmkl} = (P_i^l \cdot P_{il}^2 \cdot P_m^3 + g_{il} \cdot b_{il}) \cdot y_{ijmkl} -$$

уравнение, определяющее добавочную нагрузку; при размещении всей информации у единственного провайдера вводится данное ограничение:

$$\sum_m y_{ijmkl} \leq 1 .$$

Наконец, для затрат C^l по размещению информации у провайдера

$$C^l = \sum_{i,j,m,l,k} z_{ijmkl} \cdot V_{ijkl} \cdot y_{ijmkl}$$

имеем неравенство в виде ограничений по затратам на размещение информации: $C^1 \leq C^0$.

1.4. Критерии оптимальности

Таковых у нас в модели два:

$$w = \sum_{i,j,m,l,k} V_{ijkl} \cdot y_{ijkl} \rightarrow \max,$$

определяющий максимизацию объёмов переноса информации к необходимым провайдером. И $C^2 \rightarrow \min$, определяющий минимизацию затрат на эксплуатацию у провайдеров, где

$$C^2 = T \cdot \left(\frac{1}{I \cdot J \cdot L} \sum_{i,j,m,l,k} z_m^2 \cdot y_{ijkl} + \frac{1}{I \cdot M \cdot L} \sum_{i,j,m,l,k} z_{jk}^3 \cdot (1 - y_{ijkl}) \right),$$

и T - заданный период эксплуатации системы.

1.5. Исходные параметры для модели

Для учета различных вариантов развития состояния ИНОР за период пандемии в сценариях расчётов, исходя из анализа динамики соответствующих сайтов, были предусмотрены три таких по объёмам контента: текущий объём и прогнозные, включающие объёмы ресурсов за последние пять лет и за все годы существования организаций, указанных выше [6]. В качестве примера приведем количественные данные по последнему варианту для всех категорий организаций-носителей ИНОР: разработки – 552120, публикации – 3627348, БД – 16047, ДО – 31148, ППП – 46794, число консультантов – 11991, НПИ – 6443. При этом считалось, что число ИНОР в форме каталога одинаково количеству в полнотекстовом формате.

Аналогично и по численности пользователей сайтов: предусматривалось текущее количество и максимально разумное. Так, например, в прогнозном варианте было определено число ежемесячного посещения сайтов следующих пользователей: фермерские хозяйства – 200000, сельхозпредприятия – 1000000, студенты – 30000000, работники органов управления, ученые – 1200000, население – 32 600 000.

2. Анализ результатов модельных экспериментов

Многочисленные расчеты по формированию ЕИИПНОР, которое в трактовке программы цифровой экономики можно назвать единой цифровой платформой (ЦП) ИНОР [8], показали с большой степенью уверенности возможности его создания при аккумулировании даже у одного провайдера всех видов ИНОР, произведенных рассмотренными выше организациями за последние пять лет при приемлемом времени отклика на смоделированные различные запросы из списка приведенных пользователей. При этом важно подчеркнуть экономическую эффективность в объеме 1 млрд. рублей такой разработки за счет технологий интеграции и типизации как сайтов, так и ИНОР, что очень актуально в условиях значительного недофинансирования научно-исследовательских и образовательных организаций.

Потребность формирования ЕИИПНОР обусловлена также проблемой информационной безопасности сайтов НИУ и ВУЗов, связанной с ростом искаженной, недостоверной информации на их сайтах [9]. Например, в последние три года выросла публикационная активность в области цифровой экономики научных сотрудников, очень далеких от этой сферы, что можно объяснить требованиями повышения наукометрических данных со стороны Минобрнауки, а также вниманием к цифровизации со стороны руководства государства. Немаловажным аргументом в этом играет большой отток специалистов в этой сфере из науки и образования в бизнес, что ведет к снижению как качества сайтов, так и качества публикаций. При формировании ЕИИПНОР можно было бы подобрать за счет указанного экономического эффекта квалифицированную команду разработчиков и экспертов по всем научно-образовательным направлениям, снимающих проблему информационной безопасности, отсутствие которой только дискредитирует науку и образование в глазах сообщества IT-специалистов и прочих пользователей, желающих получить надежную информацию из рук ученых.

Отчасти, в результате отсутствия ЕИИПНОР и не всегда достоверной, зачастую, малоинформативной информации на сайтах НИУ и ВУЗов, в агрохолдингах в настоящее время происходит формирование собственных научных структур, разрабатывающих и

испытывающих, например, электронные карты земель, элементы технологий точного земледелия, сортовой состав культур и пр.

В области образования сегодня весь мир нацелен на повышение имиджа университетов, для чего формируются разнообразные рейтинги, например, мировые QS Rankings [10] и Times Higher Education (THE) [11], а в России [12]. Имидж их, особенно в пандемию, определяется не только качеством самого образования, большое значение приобретает также грамотное, эффективное представительство университетов в интернете [13].

Проведенный анализ состояния ИНОР сайтов аграрных ВУЗов и НИУ в 2021 году показал, что существует значительный цифровой разрыв между современным состоянием и потенциалом технологий разработки и наполнения контентом их сайтов, который стремительно увеличивается. Например, НИУ пока рассматривают свои сайты, как витринные, не вкладывая особых средств в их рациональное использование. Целевой аудиторией они не имеют. Представление научных ресурсов на сайтах незначительное, несистематизированное и держится лишь на энтузиазме исполнителей. По всей логике развития интернет-технологий и требований властей по увеличению публикационной активности количество ИНОР на сайтах ВУЗов и НИУ должно расти с некоторым темпом, который был заложен в прогнозное количество ИНОР в модель, однако, наблюдаем тенденцию резкого снижения их количества. Так, у НИУ число разработок снизились с 18806 до 5410, публикаций – с 43718 до 8274, БД – с 238 до 124, число консультантов – с 231 до 14. У ВУЗов число разработок снизились с 4660 до 3359, БД – с 675 до 0, число консультантов – с 259 до 76. В то же время на сайтах ВУЗов произошел всплеск числа публикаций с 19401 до 41001, что связано с переходом их на удаленный формат обучения. Однако реализация их вызывает много вопросов к технологиям размещения на сайтах. Прежде всего, несистемный подход к внедрению большого количества (свыше 10) электронных библиотечных систем (ЭБС), обнаруженных на сайтах ВУЗов, онтологически никак несвязанных друг с другом, дублирующих контент, ведет к значительным финансовым издержкам, как учебных организаций, так и государства, отдаляет перспективу формирования ЕИИПНОР. При этом в условиях пандемии инвестиции в ДО в виде внедрения специальных

закрытых сервисов сопровождаются ликвидацией данного ИНОР из контента сайтов.

Заключение

В исследовании с помощью математического моделирования доказана технологическая возможность формирования ЕИИПНОР со значительным экономическим и социальным эффектами. Эпидемия коронавируса активировала появление слабого социального заказа на некоторое подмножество такого пространства, вызванного необходимостью перевода студентов на дистанционную форму обучения, а работников организаций на удаленный режим работы. Исследования показали, что хотя пандемия вызвала появление новых цифровых инструментов в части дистанционного обучения и публикационной активности, однако реализация их вызывает много вопросов к технологиям проектирования и внедрения этих систем, противоречащим основным принципам цифровизации общества, а также к слабой методологической роли Минобрнауки. Появление большого количества ЭБС на сайтах ВУЗов, кроме недостатков, указанных выше, отодвигает перспективу формирования некоторого структурированного информационного интернет-пространства научно-образовательных ресурсов, выполняющего триединую роль: поддержка научных исследований, повышение уровня образования для всех слоев населения, эффективная система трансфера научно-образовательных знаний в экономику за счет неограниченного доступа к данным знаниям не только традиционным пользователям в лице научных работников, студентов и преподавателей, но и будущим абитуриентам и работодателям, госорганам, товаропроизводителям, бизнесу, менеджменту, другим категориям населения. Существующий же ход цифровой трансформации ВУЗов порождает дезинтеграционные технологии представления ИНОР перечисленным выше пользователям, когда совершенствование представления дистанционного обучения и публикационной активности идет в ущерб остальным видам представлений знаний, что также не способствует созданию современной конкурентной научно-образовательной среды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №20-07-00836 "Научные основы формирования единой цифровой платформы (единого информационного

Интернет-пространства) аграрных научно-образовательных ресурсов на основе математического моделирования".

Список литературы

1. Акаев, А. А. Конвергентные ИКТ как ключевой фактор технического прогресса на ближайшие десятилетия и их влияние на мировое экономическое развитие / А.А. Акаев, А.И. Рудской // *International Journal of Open Information Technologies*. – 2017. Vol. 5, no. 1. – С. 1-18.

2. Harari, Y. N. *Homo Deus. A Brief History of Tomorrow* / Y.N. Harari ; Vintage. – London, 2015. – 496 p.

3. Меденников, В. И. Анализ опыта цифровой трансформации в мире для сельского хозяйства России / В.И. Меденников, А.Н. Райков // Труды III Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «Тенденции развития Интернет и цифровой экономики» (Симферополь-Алушта, 4-6 июня 2020 г.). – ИП Зуева Т. В., 2020. – С. 57-62.

4. Халин, В. Г. Цифровизация и ее влияние на российскую экономику и общество: преимущества, вызовы, угрозы и риски / В. Г. Халин, Г. В. Чернова // *Управленческое консультирование*. – 2018. – № 10. – С. 46-63.

5. Государство как платформа: Люди и технологии / под ред. Шклярук М.С. – Москва : РАНХиГС, 2019. – 111с.

6. Меденников, В. И. Методика оценки эффективности использования информационных научно-образовательных ресурсов / В.И. Меденников, Л.Г. Муратова, С.Г. Сальников. – М. : Аналитик, 2017. – 250 с.

7. [Электронный ресурс] : – Режим доступа : <http://repec.org/>

8. Меденников, В. И. Системный анализ цифровых экосистем производственных отраслей на примере АПК / В.И. Меденников // *Цифровая экономика*. – 2021. – № 3(15). – С. 34-51.

9. Кульба, В. В. Математическая модель обеспечения безопасности информации в базах данных / В.В. Кульба, Н.П. Курочка // *Интернет-журнал «Науковедение»*. – 2019. – № 1. – С. 25-35.

10. Valero, A. The economic impact of universities: Evidence from across the globe / A. Valero, J.V. Reenen // *Economic of Education Review*. – 2019. Vol. 68. – P. 53-67.

11. Hamdan, A. A causality analysis of the link between higher education and economic development: empirical evidence / A. Hamdan, R. Khamis, M. Anasweh // *Heliyon*. – 2020. Vol. 6. Iss. 6. Article 04046.

12. Абсалямова, Г. А. Мировые рейтинги как инструмент формирования современной модели университета / Г. А. Абсалямова, А. М. Марков // *Grand Altai Research & Education*. – 2016. – № 1. – С. 23-24.

13. Зацаринный, А. А. Системные аспекты технологии управления научными и образовательными сервисами / А.А. Зацаринный, А.П. Шабанов // *Открытое образование*. – 2017. – Т.21, №2. – С. 88-96.