

НАУЧНО • ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Серия 1. ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДИКА
ИНФОРМАЦИОННОЙ РАБОТЫ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Издается с 1961 г.

№ 4

Москва 2020

ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

УДК 113/119:001.102

А.Д. Урсул

Информационный аспект и темпоральный «код» инфляционной фазы эволюции мироздания

Обсуждается идея расширения дарвиновской триады биоэволюции на неживую природу и выявляется её связь с триадой темпорального измерения. Аргументируется гипотеза об ускоренной футуризации времени в ходе инфляции, в результате которой формируются как стрела времени, так и хроноцифровой код дальнейшего развёртывания эволюции мироздания. В контексте атрибутивной концепции информации анализируются проблемы содержания информации в инфляционной фазе, формы движения информации в последующем расширении Вселенной, и показана фундаментальная роль информационных процессов в универсальной эволюции.

Ключевые слова: время, дискретность, дарвиновская триада, инфляция, информационный подход, информация, разнообразие, сингулярный суперкомпьютер, универсальная эволюция, футуризация, хронотриада эволюции, цифровой код

DOI: 10.36535/0548-0019-2020-04-1

ВВЕДЕНИЕ

В настоящей статье, как и в ряде предыдущих публикаций в этом сборнике, относящихся к обсуждаемой проблеме [1, 2], автор использует атрибутив-

ную концепцию информации, которая уже вошла в физику (например, появились такие научные дисциплины как информационная и цифровая физика) и в космологию, где информация всё чаще представляет-

ся более фундаментальным свойством объектов неживой природы (всей Вселенной), чем энергия, вещество и другие понятия естественных наук. В результате применения концепции информации как всеобщего свойства материи в астрономии уже появились различные варианты информационных моделей Вселенной, среди которых её представление как сингулярного суперкомпьютера [3, 4].

В ряде предыдущих публикаций автора этой статьи преследовалась цель аргументировать важную роль информации как всеобщего свойства материи по отношению к традиционным её атрибутам и свойствам, которые использовались в науках о неживой природе (и не только в них) [5, 6]. В связи с этим важно было показать, что именно информация наиболее тесно связана с эволюцией и, по сути, является её важнейшей характеристикой и основным критерием развития Вселенной в мироздании.

Здесь речь пойдёт о более конкретных информационных формах и моделях (и даже кодах и программах), ранее ускользавших от внимания исследователей, которые свидетельствуют о существовании особых информационных «механизмов» эволюции во Вселенной и которые появились с самых первых мгновений Большого взрыва. В поле зрения попадает включающаяся (или как считают некоторые учёные, предшествующая ему) в этот взрыв инфляционная фаза как начало всех эволюционных процессов, в том числе и универсальную эволюцию во Вселенной.

Если в упомянутых публикациях автора этой статьи обосновывался вывод о роли информационного подхода в универсальной эволюции, сопряжённый с расширением и освоением окружающего пространства, то здесь, продолжая эту тему, речь уже пойдёт о формировании опережающих механизмов продолжения этой эволюции – эволюционно-темпоральной триады и информационного аспекта времени. Это представляется фундаментальным положением для понимания универсально-глобальной эволюции и, вместе с тем, претендует на аргументацию дальнейшего повышения статуса информационных исследований в современной и особенно в будущей науке.

ФОРМИРОВАНИЕ ХРОНОТРИАДЫ И СТРЕЛЫ ВРЕМЕНИ В ХОДЕ ИНФЛЯЦИОННОЙ ФУТУРИЗАЦИИ

Наиболее важным процессом для науки является глобальная (универсальная) эволюция, в которой самоорганизация материальных систем выступает в качестве основного перманентного процесса прогрессивного развития во Вселенной. Глобальная (универсальная) эволюция – это непрерывная самоорганизация материальных систем вначале в неживой природе, затем продолжающаяся в живом веществе и обществе, а далее – в социоприродной форме и все более охватывающая материальные системы видимой Вселенной.

Существуют различные подходы к формированию этого типа эволюционизма, так, автор этой статьи развивает информационный подход к универсальному эволюционизму [7, 8]. Другой вариант подхода к созданию концепции универсальной эволюции пред-

ложил Н.Н. Моисеев [9], который исходит из широкой трактовки принципов наследственности, изменчивости и отбора (дарвиновской триады).

Следуя Н.Н. Моисееву, было обращено внимание на то, что наследственность в основном имманентно связана с прошлым, изменчивость – с настоящим, а отбор – с будущим. Как выяснилось, этот темпоральный изоморфизм дарвиновской триады получил запретительную силу, если не заменить, то по-новому интерпретировать эту триаду как некоторый исходный инвариант и принцип глобальной эволюции. Наиболее очевидна связь прошлого с наследственностью (а в более общем случае – с преемственностью), сохраняющей накопленное информационное содержание эволюционирующей системы и ранее приобретенные особенности в ее предшествующей истории вплоть до наступления «настоящего» времени.

Согласно принципу преемственности накопленное эволюционирующей системой содержание включается в новые более высокие структуры, благодаря чему «канализируется» эволюционная траектория. Сохранение накопленного ранее информационного содержания в эволюционирующей системе играет определённую детерминирующую роль в дальнейших процессах прогрессивного развития, обуславливая не случайный, а преимущественно «комбинаторный» ход эволюции, в том числе и универсальной эволюции. Этот принцип ряд ученых именует эволюционным консерватизмом, который является, по мнению А.Д. Панова, фундаментальным инвариантом универсальной эволюции [10, с. 76-77]. Для действия этого принципа важно, чтобы конкретная материальная система не просто сохранялась, но включалась бы в том или ином сохраненном виде в процессы самоорганизационно-прогрессивного развития, что и происходит на главной траектории – супермагистральной глобальной эволюции. Именно на этой супермагистральной происходит включение предшествующих структурных уровней и ступеней развития материи в последующие, более высокие и сложные.

Этот принцип «эволюционного консерватизма», согласно Э.М. Галимову, выражается во включении уже созданных форм упорядочения в низкоэнтропийную структуру следующего поколения [11, с.70]. Этот принцип характеризует одну из наиболее важных тенденций глобально-эволюционного процесса и, несомненно, действует на уровне биологических, социальных и других постбиотических кибернетических систем. Для того чтобы кибернетическая система (т.е. самоуправляемая или управляемая система) перманентно обеспечивала свою безопасность, важно, чтобы во всех процессах эволюции она оставалась инвариантной, самосохранялась, переходя из прошлого через настоящее в будущее.

Однако некоторые исследователи не приняли этот биоэволюционный подход для формирования универсального эволюционизма. Так, ряд учёных высказали мнение, что перенос концептуальных идей биологического эволюционизма на Вселенную неправилен, ибо биологическое развитие имеет дело с популяциями, а не с единичными экземплярами [12, с. 90] и поэтому более предпочтительной оказывается, на-

пример, синергетическая или иная модель универсальной эволюции, нежели биологическая. Однако эти мнения были высказаны до того, как появилась идея Мультивселенных (Мультиверса) и было показано, что в процессе инфляции может появиться множество минивселенных, среди «популяции» которых в принципе возможен отбор, например, по антропному принципу [13].

Перенесение основных черт биомодели эволюции на неживую природу также вызвало определённую критику со стороны тех авторов, которые стали упрекать Н.Н. Моисеева в физикализме и редукционизме [14]. Конечно, с какими-то критическими замечаниями можно согласиться, однако сама идея расширения дарвиновской триады на неживую природу представляется вполне приемлемой, так как важно установить, до каких пределов она может отражать реальный процесс эволюции, который без этого «продления» установить вряд ли возможно. Поэтому этот путь формирования универсального эволюционизма вполне оправдан и должен далее разрабатываться.

Такое расширение приводит к весьма нетривиальным выводам о роли времени (и особенно такой характеристики как темпоральная целостность) в универсальной эволюции. Так, было предложено трактовать «дарвиновскую триаду» в концепции универсальной эволюции Н.Н. Моисеева с позиций более известной общей триады темпомиров, т.е. в связи с принципом темпоральной целостности как взаимосвязи и последовательности прошлого, настоящего и будущего, проявляющимся в процессах развития (что условно можно назвать «хроноизоморфизмом») [15].

В рамках настоящей статьи речь идёт о примерах как темпорального движения в рамках специальной и общей теории относительности, так и об использовании одного из главных принципов универсальной эволюции – принципа темпоральной целостности, как своего рода «хроноварианта» этой траектории перманентного эволюционного прогресса. Этот «хроновариант» (и одновременно стрела времени), сформированный в ходе инфляционного процесса, с самого начала «направил» универсальную эволюцию по созданной в инфляционной фазе «триадно-темпоральной программе» и стреле времени.

Установление хроноизоморфизма дарвиновской эволюционной триады позволило в определённой степени аргументировать эффективность расширения этой последней на неживую природу, в том числе и на космологическую эволюцию, но, по сути, только до фазы инфляции – первых мгновений начала рождения Вселенной. В начальной космологической сингулярности ещё не действовали ни упомянутая триада, ни темпоральная целостность, поскольку времени ещё не было (или оно было закольцовано – когда прошлое, настоящее и будущее слиты в одно латентное целое). Но и в инфляционной фазе – периоде времени между 10^{-36} и 10^{-32} секундами рождения Вселенной – трудно было распространить дарвиновскую триаду на этот период становления мироздания. Между тем, как далее будет показано, именно эта фаза, в которой формируются основные «программы» дальнейшего развития, может определять развёрты-

вание последующих эволюционных процессов на этапе более «спокойного» расширения Вселенной.

Исследуя инфляционную фазу Большого взрыва, удалось установить её некоторые темпоральные особенности [16]. По неизвестным пока причинам в какой-то миг начальная космологическая сингулярность взорвалась, и с той поры её содержимое все время расширяется и эволюционирует. Детальный анализ показал, что во время инфляции происходило не только расширение пространства по всем его измерениям со сверхсветовой скоростью (тогда ещё не было света, как в современной Вселенной, и ограничений на его скорость), но и стала формироваться стрела времени как движение от прошлого к будущему также со сверхчудовищным ускорением.

Согласно модели инфляционной фазы, рождающееся мироздание содержало только ту особую форму темной энергии сверхвысокой плотности, которую называли инфлатоном. Она инициировала за очень короткий промежуток времени расширение Вселенной с невероятным ускорением, после чего разрушилась, превратившись в высокотемпературную плазму, затем образовавшую вещество и излучение. Инфлатон обладает свойством не изменять свою плотность при расширении, а его гравитационное поле имеет ещё одно необычное свойство – отталкивания, вызывающее расширение возникшей Вселенной. Именно уменьшение потенциала тяготения начальной космологической сингулярности в ходе антигравитационного процесса инфляции и привело к выводу о расширении времени в будущее с колоссальным ускорением, которое имеет смысл именовать инфляционной футуризацией.

Инфляция в пространстве идёт по экспоненте и занимает невообразимо малый промежуток времени. Но, если темпоральная инфляция тоже устремлялась в будущее по экспоненте, то по современным темпам течение времени должно было уйти далеко вперёд, создав своеобразную «программу» дальнейшего постинфляционного развёртывания космологической эволюции (далее будет дано информационное обоснование этого процесса). Именно эта версия устремления времени в будущее была выдвинута и аргументирована на базе двух теорий относительности [16].

Поскольку в процессе инфляции Вселенная расширилась на 50 порядков (была меньше протона, а стала размером со спичечный коробок, или в ином варианте – как грейпфрут), то и оценка возможной футуризации может доходить до многих миллиардов лет дальнейшего действия созданной в ходе инфляции потенциальной «темпоральной пружины», развернувшей свою «программу» в ходе дальнейшей универсальной эволюции. В ходе инфляционной фазы плотность энергии постепенно уменьшалась, достигнув минимума, пространство оказалось распрявленным, а время обрело свой «спокойный» ход, характерный для современной космологической эпохи. На выходе из инфляционной фазы потенциальная энергия поля инфлатона, кроме тёмной энергии, создала темную материю и «вещественную» материю современного расширяющегося мироздания.

Последовательность становления этих фрагментов в какой-то мере повлияла на их распределение во Вселенной. Если предположить перманентное действие упомянутой выше «хронотриады» глобальной эволюции как её особенного кода (программы, матрицы), то становится более понятным, почему Вселенная оказалась состоящей из трёх появившихся друг за другом основных фрагментов: тёмной энергии (продолжавшей действовать как антигравитация – «наследство» от Большого взрыва), тёмной материи, появившейся к концу инфляционной фазы, а позже и вещественной части, как «отобранной» среди других фрагментов для дальнейшей универсальной эволюции.

Тем самым, можно предполагать, что уже в инфляционной фазе произошло формирование временного «кода» (программы) последующего развёртывания универсальной эволюции (далее понятию кода будет дана информационная интерпретация). Нечто подобное можно предположить и о «пространственном коде»: трёхмерное измерение и процесс расширения объёма Вселенной сохранились и после инфляции (вначале с замедлением, а затем опять с ускорением, но уже более медленным). Взаимосвязь пространства и времени и основные характеристики их существования и эволюции появились ещё в инфляционный период (в своём «сжатом виде») и продолжают «транслироваться» и «тиражироваться» в последующей эволюции мироздания.

Необратимость этого процесса во времени (или его асимметрия) символизирует стрелу, направленная из прошлого в будущее. Движение времени уподоблено стреле, устремлённой в будущее, поскольку в прошлом, как отмечалось, его либо не было, либо было закольцовано в одно латентное целое. На выходе из инфляции время появилось в одном измерении и своей триадной форме как последовательность прошлого, настоящего и будущего. Эта триада, как выше упоминалось, была поставлена в соответствие дарвиновской триады: прошлое – наследственность, настоящее – изменчивость, а пропуск в будущее реализуется благодаря отбору. Пространство тоже получило свою «триаду», принявшую принципиально иную форму – в виде трёх координат, или измерений.

Поскольку время на выходе из инфляционной фазы оказалось с одним измерением, оно не могло раздвигаться, как это происходило с пространственным объёмом, так как на выходе из инфляции пространство обрело три измерения. Связанное с самого начала инфляции с пространством в единый континуум одномерное время могло осуществлять движение только в будущее, поскольку течение в обратном направлении – в прошлое приводило к его исчезновению или закольцованию. Тем самым уже в инфляционной фазе сформировались не только хронотриада, но и стрела времени, обусловившая дальнейшую эволюцию мироздания.

По завершению инфляционной фазы скорость существенно замедлилась, а значит, произошла ускоренная футуризация времени. А поскольку и тяготение кардинально уменьшилось в процессе раздувания космологической сингулярности, то и по этой причине также произошла футуризация времени.

Этот «двойной фактор» ускорения футуризации позволяет предполагать, что это ускорение, может быть, оказалось более быстрым, чем даже инфляционное расширение пространства. Это тот уникальный случай, когда ускоренную футуризацию времени предсказывает и объясняет как специальная, так и общая теории относительности (СТО и ОТО). Футуризация времени, как и расширение пространства, происходит и в наше время, но эти темпы не сравнимы с инфляционным периодом.

Однако в самом начале инфляции, когда Вселенная в форме космологической сингулярности имела квантовые размеры, обе теории относительности не действовали, поскольку все происходившие в те моменты процессы были микроскопическими. Но с какого-то времени, ещё в инфляционный период, когда после планковской эпохи гравитационное взаимодействие отделилось от остальных фундаментальных взаимодействий, СТО и ОТО уже начинают «работать». Создаются те эффекты расширения пространства и футуризации времени, о которых речь шла выше, в связи с тем, что масштабы расширения перестали быть квантовыми (они могут быть определены на момент выхода за пределы микромира в период инфляции).

В таком сверхбыстром течении времени происходит детерминация происходящего процессами прошлого и дальнейшая направленная генерация будущего изменчивыми событиями настоящего. Это выступает в информационном аспекте как своего рода «код движения времени»: в значительной степени прошлое определяет настоящее, а оно – формирует будущее, которое, тем самым, оказывается совместным итогом воздействия предыдущих периодов времени. Тем самым с первых мгновений эволюция Вселенной приобрела в темпоральном измерении направленный характер и лишь потом – в основном с периода «второго ускорения» расширения – через 7-8 млрд лет стала в определённой степени стихийным процессом.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ «ОБРАЗ» ЭВОЛЮЦИОНИРУЮЩЕЙ ВСЕЛЕННОЙ

Темпорально-космологические аргументы, изложенные выше, можно аргументировать с помощью информационного видения рассматриваемой проблемы, поскольку именно информация наиболее полно выражает и оценивает эволюционные процессы [1, 2, 5, 6]. Тем более, что уже появились некоторые новые соображения воздействия упомянутой хронотриады на эволюционные процессы, связанные с использованием информационного подхода и критерия развития.

Информационный подход к рассмотрению инфляционной футуризации предполагает распространение на всю Вселенную принципа всеобщности информации. Этот принцип является исходным теоретико-методологическим ориентиром и практически повсеместно принят в астрономическом комплексе научного знания и особенно в современной астрофизике и космологии. С позиций видения информации как универсального свойства всех матери-

альных и идеальных объектов описанный выше феномен инфляционной футуризации времени реализовался благодаря наличию информации и информационных процессов в неживой природе.

В ходе Большого взрыва (как особого децентрализованного вида взрыва) и появления нескольких видов взаимодействий (вначале гравитации, потом сильного взаимодействия, а затем – слабого и электромагнитного) в процессах и объектах Вселенной начинает ускоренно накапливаться информация, чего не было до инфляционной фазы, когда информация только сохранялась (хранилась) в космологической сингулярности. Продолжая на концептуальном уровне формировать информационную модель Вселенной, мы для обсуждения предложили ещё одну гипотезу: Большой взрыв оказался «необходимым» для ускоренного накопления информации, поскольку такой процесс был бы невозможен без инфляционного расширения пространства и ускорения течения времени [1, 2, 7, 16]. Затем наступили этапы, когда вначале темная материя замедляла расширение, а в последние 6-7 млрд лет темная энергия как антигравитационный фактор повторно стала со всё возрастающей скоростью расширять и рассеивать космические объекты.

В связи с этим возникает вопрос о возможности существования и движения информации на начальных этапах рождения Вселенной, когда на этапе расширения времени в сверхбыстром темпе одновременно происходило своего рода «программирование» (или «информационное моделирование») развертывания будущей, в том числе универсальной, эволюции во Вселенной. Информационное содержание начальной космологической сингулярности (имевшей энергию $\sim 10^{19}$ ГэВ, плотность $\sim 10^{97}$ кг/м³ при температуре $\sim 10^{32}$ К) – это повод для умножения научных гипотез. По эволюционному расширению мироздания уже можно в какой-то мере судить о до- и сингулярном состоянии, а по реликтовому фоновому излучению – о начальных моментах расширения. В реликтовом излучении содержится информация о ранней Вселенной, о неоднородностях и различиях в инфлантоне.

И это связано с вопросом о возможности существования некоторого объёма информации ранней Вселенной, когда на этапе расширения времени в сверхбыстром темпе «моделировалось» информационное развертывание будущей глобальной эволюции. Всё же начальные неоднородности Вселенной, как полагают учёные, в каком-то небольшом количестве существовали [2]. Не исключено также, что ещё в инфляционной фазе могли сохраниться небольшие неоднородности досингулярного состояния, что также могло в какой-то степени обусловить последовательность, формирование своего рода «программы» в упомянутой фазе эволюции.

Именно эти небольшие различия и неоднородности стали зародышами будущих звезд и галактик, поскольку в однородной Вселенной не образовались бы никакие структуры. Кроме того, начальные неоднородности и должны были содержать в закодированной форме физические законы, «программирующие» дальнейшее развитие Вселенной. Нашу Вселенную

уже представляют как суперсистему, состоящую из дискретных элементов – элементарных частиц, т.е. множества с разнообразием (многообразием) и описывают с помощью конечного числа единиц информации. Тем самым Вселенную в информационном ракурсе моделируют в качестве супергигантского природного квантового компьютера, состоящего из квантовых битов – кубитов, как это предположил Сет Ллойд [3]. Далее, законы физики и других наук можно рассматривать как компьютерные программы, а конкретные системы, например, элементарные частицы – как объекты, несущие в своей структуре информацию (разнообразие). В принципе можно даже представить, что существует некая «суперпрограмма», которая вычисляет в реальном времени будущую эволюцию Вселенной. Причём, в принципе Вселенная, состоящая из примерно 10^{82} атомов, может выполнять до 10^{106} операций в секунду, а в сумме – общее количество действий 10^{123} за все время её существования с момента Большого взрыва [3, 4].

Однако ситуация кажется вовсе не такой простой, как это представляется в модели Вселенной как сингулярного суперкомпьютера. Дело в том, что с позиций квантовой механики и квантовой информатики информация может содержаться не только в каком-либо материальном объекте, но и в таких его атрибутах как пространство и время, которые также в итоге оказываются дискретными, а их отдельные состояния должны быть различимы, поскольку существуют кванты времени и атомы пространства.

Причем для дискретно-прерывистого течения времени и изменения значения единицы информации нужен некоторый минимально различимый период длительности. Время оказывается так тесно связано с разнообразием (информацией), что процесс течения времени (том числе и в ходе инфляционной футуризации) можно представлять в качестве «дискретно-цифрового» процесса. Всё это свидетельствует о том, что информационные процессы не только в какой-то степени сопровождают («дублируют») физические, космологические и другие феномены, но и являются не менее фундаментальными, выступая в качестве главных их характеристик, «отвечающих» за эволюцию.

Однако, как уже следует из недавно разработанной так называемой «петлевой квантовой теории гравитации» пространство и время действительно состоят из «дискретных атомов». Эти мельчайшие квантовые ячейки пространства определённым способом соединены друг с другом, так что на малых масштабах времени и длины они создают пёструю, дискретную структуру пространства, а на больших масштабах – плавно переходят в непрерывное гладкое пространство – время [17–19]. Причём наименьшей длине физического пространства будет соответствовать хроноквант, величина длительности которого получается делением фундаментальной длины пространства на скорость света. Эта длительность в секундах выражается дробью с 44 нулями в знаменателе, но она адекватна только для того периода эволюции Вселенной, когда возникает свет и время обретает своё «спокойное течение» (для инфляционной фазы такое понятие хронокванта непри-

менимо, несмотря на предполагаемую дискретность времени).

В упомянутой выше концепции Вселенной как сингулярного суперкомпьютера оценка содержания информации ориентируется только на наличие элементарных частиц, т.е. современной «вещественной» Вселенной. Однако, если информация связывается с дискретностью и разнообразием, то подход к оценке разнообразия мироздания придётся расширить, причём весьма существенно. Ведь «вещественная» Вселенная занимает всего около 5% общего масс-энергетического содержания Вселенной, а остальная часть, занимаемая темной энергией (примерно 70% этого содержания), и почти 25% темной материи (где, возможно, есть свои «тёмные микрочастицы») при этом не учитываются.

Возможно, что наибольшее количество информации содержится во фрагменте тёмной энергии, которая ранее представлялась безструктурной и тем самым либо не содержащей, либо содержащей крайне мало информации [4]. Ведь её дискретный пространственно-временной континуум в силу наличия в нём разнообразия характеризуется невероятно большим информационным содержанием. Существование пространственно-временного континуума, наличие свойства антигравитации и ряда других уже выявленных характеристик тёмной энергии свидетельствуют о том, что, несмотря на своё наименование, эта энергия также является материальным объектом. Время и пространство, имеющие дискретную структуру, не могут генерировать антигравитацию (но передавать информацию могут), иначе они окажутся не атрибутами материи, а самой субстанцией, что предполагал Н.А. Козырев. Не исключено, что в дальнейшем могут быть обнаружены и какие-то составляющие этой формы энергии (и одновременно материи), которые также могут иметь какое-то разнообразие, что может привести к ещё большему росту информационного содержания Вселенной.

А вторым по количеству накопленного дискретного разнообразия может оказаться тёмная материя в самых различных её формах. Но если пространственно-временной континуум действительно дискретен, то количество информации во Вселенной неизмеримо возрастает, не говоря уже о возможных частицах скрытой массы Вселенной, которые предсказываются, но ещё не обнаружены. Появление таких фрагментов – результат первых этапов глобальной эволюции: тёмная энергия продолжает существовать как «наследственное продолжение» антигравитационной энергии поля инфлантона, темная материя появляется, видимо, на финальном этапе инфляции (реликтовые чёрные дыры и т.п.), и, наконец, вещественная, наиболее интенсивно эволюционирующая часть мироздания.

Дискретно-разнообразностное видение материального содержания и пространственно-временного континуума кардинально изменяет, существенно увеличивая оценку информационного содержания мироздания в ходе универсальной эволюции. Уже в процессе инфляции происходит экспоненциальный рост как «информационного контента» инфлантона,

так и раздувающегося пространства – времени, если предположить их дискретную структуру. Однако, если в начальный период времени не было или оно было закольцовано, то затем оно претерпевало различные трансформации, причём на инфляционной стадии пространство могло быть необязательно трёхмерным, а время – одномерным. Ведь там происходило превращение микромира в макромир, а в последующем расширении – в мегамир, поэтому важно, что пространственно-временной континуум стал четырёхмерным лишь после выхода из инфляционной фазы.

Если не только материально-вещественное содержание имеет разнообразие, но и пространство и время оказались дискретными, то их разнообразие следует также учитывать в оценках информационного содержания инфляционного периода. Ведь каждый квант времени и «атом» пространства отличим от всех остальных и эти атрибуты материи, тем самым, содержат в себе информацию, увеличивая её общее количество, в ходе как расширения пространства, так и «скачкообразного течения» времени на этапе ускоренной и более медленной футуризации. Поэтому в силу изложенного общее информационное содержание реальной «трёхсферной» космологической модели Вселенной кардинально отличается от её сингулярной суперкомпьютерной модели. Здесь не имеет смысла приводить оценки этого содержания, а целесообразно только обозначить проблемность этих оценок и оставить расчёты для дальнейших исследований и дискурсов, поскольку это будет принципиально иной вариант видения информационного потенциала и «эволюционно-цифровых» возможностей Вселенной.

НАПРАВЛЕННОСТЬ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ЭВОЛЮЦИИ

Инфляционная фаза, в которой сформировалась темпоральная стрела, и последовательность периодов времени кардинальным образом повлияли на ход дальнейшей универсальной эволюции. Стало достаточно очевидным, что информация и информационные процессы выступают основным показателем и «механизмом» эволюционных процессов, их «трансляции» от прошлого к настоящему и будущему. Информационная Вселенная хранит в своей памяти законы и феномены своего прошлого как результат уже прошедшей эволюции, сохраняя их в формирующейся реальности происходящего и грядущего. Это выступает в качестве своего рода «кода течения времени»: в значительной степени прошлое определяет настоящее, а оно – формирует будущее, которое, тем самым, оказывается совместным итогом воздействия предыдущих периодов времени. Тем самым происходит своего рода «темпоральное отражение» как смена прошлого в настоящем и будущем – как информационный процесс развёртывания «цифрового кода».

Этот код представляет собой отображение сформированного в инфляционной фазе пространственно-временного упорядоченного многообразия на иное более обширное и всё более увеличивающееся множество процессов и объектов Вселенной для передачи, хранения и преобразования информации. В этой

трактовке нашла свою реализацию идея отражения в связи с разнообразием, т.е. определение понятия информации как отражённого разнообразия.

Феномен отражения разнообразия проявляется в процессе развития: ведь два состояния развития одного и того же объекта можно рассматривать в темпоральном ракурсе как процесс отражения разнообразия (передачи информации). Так, в ходе поступательной эволюции в появляющейся более высокой ступени происходит отображение генетически первичной нижней ступени развития, т.е. воспроизводятся отдельные особенности, черты исторически связанных между собой ступеней (состояний) развивающегося объекта.

Наличие процессов не только обычного (назовем его структурным или функциональным), но и эволюционно-генетического отражения позволяет использовать информационные представления для интерпретации процессов развития, рассматривая информацию как определенную сторону отражения (и взаимодействия). Несмотря на обилие различных концепций и интерпретаций информации, приходится признать, что пока лишь представление информации как отраженного разнообразия использовалось для изучения процессов развития [20]. Это произошло потому, что сторонники иных, более узких концепций информации не рассматривали возможности использования их для анализа развития в глобально-универсальной эволюции.

Универсальная эволюция, кроме начальной инфляционной фазы, имеет ещё два периода (направления, рукава), связанных с влиянием тяготеющей темной материи (плотность которой упала до современного значения) и темной энергии в нашей Вселенной, силы антигравитации которой стали в дальнейшем преобладать. Первый рукав (направление) глобальной эволюции, начиная от Большого взрыва (примерно 13,8 млрд лет тому назад) до образования звезд, характеризуется замедлением расширения мироздания и не требовал внешних источников энергии, кроме начальной энергии Большого взрыва.

Второй рукав (период, когда начинает доминировать антигравитация – 6-7 млрд лет тому назад) характеризуется сложными нелинейными процессами, где важную роль играет открытость систем и где процесс саморазвития за счет этого ускоряется. Здесь энергию и другие ресурсы приходится брать из окружающей среды.

Временная граница между этими рукавами (периодами, направлениями) связана с эволюцией звезд, когда в них возникают тяжелые химические элементы, которые в дальнейшем для своего существования не требуют звездных условий и могут существовать уже вне «колыбели», сами по себе, например, на планетах, где происходит наиболее активная химическая, а затем и биологическая эволюция. Два рукава универсальной эволюции оказались случайно связанными и именно в это время произошёл процесс перехода от первого рукава ко второму – «слабый консервативный переход» [21, с. 80]), который характеризуется снижением стабильности эволюционирующих систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В одной из публикаций, где обсуждались проблемы внеземных цивилизации, авторы задали вопрос: «программа» закономерного развития Вселенной заложена в пространстве и времени, или же мир является результатом случайного взаимодействия осколков, разлетевшихся после «первовзрыва»? [22, с. 88]. И только спустя более трёх десятилетий был получен ответ: выяснилось, что ещё в период инфляции сформировались основные характеристики пространства и времени, их дискретность и «триадность», появились три измерения пространства и три периода времени – прошлое, настоящее и будущее, сменяющие друг друга в одном темпоральном измерении.

Процесс экспоненциального ускорения (расширения) времени в будущее в форме хронотриады, демонстрирующей последовательность его течения, получил наименование инфляционной футуризации. Инфляционное расширение направило дальнейшую, но более «спокойную» и медленную эволюцию Вселенной также по траекториям раздувания пространства и темпоральной футуризации (как стрелу времени), что, учитывая накопленное в этот период информационное содержание в пространственно-временном континууме, можно интерпретировать как формирование своего рода кода (программы) дальнейшей эволюции Вселенной. Ведь эволюционные процессы до сих пор исследовали по уже «состоявшейся» Вселенной, а оказывается, многое можно понять, изучая самую начальную фазу этих процессов, что пока ускользало от внимания учёных.

Поэтому можно считать, что инфляционная фаза задала некоторые фундаментальные свойства будущих эволюционных процессов в расширяющемся мироздании, которые дальше, как сказали бы физики, по инерции (а мы полагаем, «по программе») ориентировали такой интересующий нас процесс как универсальная эволюция. Начальный период рождения Вселенной оказался очень важным для понимания эволюционных процессов и поэтому на нём должно быть акцентировано более пристальное внимание исследователей эволюции, а не только физиков и космологов. Ещё могут быть открыты новые черты инфляционного периода, как «зародыша» и генезиса любых эволюционных процессов, что делает необходимым, как было показано выше, использование информационного подхода к их изучению.

Время, на котором было сосредоточено наше внимание, так тесно связано с информацией, что его течение (том числе и процесс футуризации) можно моделировать как особый «дискретно-цифровой» процесс. Время и информация как бы объединяются в одно целое, «отрываясь» от пространственно-энергетической составляющей бытия процессов и объектов, в том числе и в их устремлении в будущее. На начальной – инфляционной фазе рождения Вселенной сверхускоренная футуризация сформировала как стрелу времени, так и «программу» будущих процессов эволюции. Эволюция Вселенной и в целом процессы развития в мироздании оказалась направленным процессом, подчиняясь сформированной в инфляционной фазе как «хронотриаде» и её «стрело-

видному» вектору, так и трёхмерному пространственному расширению.

Эволюция Вселенной и во Вселенной с первых мгновений имела векторную ориентацию благодаря появлению стрелы времени и «триады» темпорального измерения и лишь потом в основном со второй половины всемирной эволюции, когда мироздание благодаря тёмной энергии стало расширяться с ускорением, обрела в определённой степени характеристики стихийно-вероятностного процесса. Это в дальнейшем тиражировалось в других процессах эволюции: вначале формирование темпоральной триады и трёх пространственных измерений как «программы атрибутивного континуума», а затем её развёртывание в последующих процессах глобальной эволюции. Тем самым в инфляционной фазе появляется пространственно-временной «дискретно-цифровой код», который отображается и реализуется в процессах передачи, хранения и преобразования информации в расширяющейся Вселенной, «предвосхищая» то, что стало совершаться в гораздо более медленном темпе в будущей Вселенной, включая универсальную эволюцию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Урсул А. Д., Урсул Т. А. Информационный вектор универсальной эволюции // Научно-техническая информация. Сер. 1. – 2005. – № 9. – С. 1-11.
2. Урсул А.Д. Информационная природа эволюции и освоения мира: концептуальная гипотеза // Научно-техническая информация. Серия 2. Информационные процессы и системы. – 2019. – № 2. – С.1-14; Ursul A.D. Information nature of evolution and development of the world: conceptual hypothesis // Automatic Documentation and Mathematical Linguistics. – 2019. – Vol. 53, №1. – P.9–15. DOI: 10.3103/S0005105519010060
3. Lloyd S. Programming the Universe. – New York: Knopf, 2004. – 221 p.
4. Ллойд С., Энджи Дж. Сингулярный компьютер // В мире науки. – 2005. – № 2. – С. 32-42.
5. Урсул А.Д. Информация: Методологические аспекты. 2-е изд. – М.: ЛЕНАНД, 2020. – 304 с.
6. Урсул А.Д. Природа информации: философский очерк. 3-е изд. – М.: ЛЕНАНД, 2020. – 288 с.
7. Урсул А.Д. Освоение космоса: философско-методологические и социологические проблемы. – М.: Мысль, 1967. – 278 с.
8. Урсул А.Д. Универсальный эволюционизм: концептуальные модели и принципы // Безопасность Евразии. – 2006. – № 3. – С. 43-56.
9. Моисеев Н.Н. Универсальный эволюционизм (Позиция и следствия) // Вопросы философии. – 1991. – №3. – С. 3-28.
10. Панов А.Д. Инварианты универсальной эволюции и эволюция в Мультиверсе // Универсальная эволюция и глобальные проблемы. – М.: Наука. – 2007. – С.74- 98.
11. Галимов Э.М. Феномен жизни: между равновесием и нелинейностью. Происхождение и принципы эволюции. – М.: Едиториал УРСС. – 2006. – 253 с.
12. Гиндилис Л.М. Антропный принцип: занимает ли человек исключительное место во Вселенной? // Глобальный эволюционизм (философский анализ). – М.: Наука, 1994. – С. 86-102.
13. Виленкин А.В. Мир множества миров. Физики в поисках иных вселенных. – М.: АСТ, 2018. – 288 с.
14. Кривицкий Л.В. Эволюционизм. Том первый: История природы и общая теория эволюции. – Минск, 2009. – 1386 с.
15. Урсул А.Д., Урсул Т.А. Концепция универсальной эволюции Н.Н. Моисеева: влияние на науку и образование // Вестник МНЭПУ. – 2010. – №1. – С.49-69.
16. Урсул А.Д. Информационный контекст инфляционной футуризации // Философия и культура. – 2018. – № 7. – С. 1–12. – URL: http://e-notabene.ru/pfk/article_26867.html. DOI: 10.7256/2454-0757.2018.7.26867.
17. Смолин Л. Атомы пространства и времени // В мире науки. – 2004. – № 4. – С. 18–25. – URL: http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/smolin_atomy.
18. Фейгин О.О. Механика машины времени. – СПб: Страта, 2016. – 190 с.
19. Чернин А.Д. Физика времени. – М.: Наука. 1987. – 224 с.
20. Адров В.М. Информация // Глобалистика. Энциклопедия. – М.: Радуга, 2003. – С. 401–402.
21. Панов А.Д. Универсальная эволюция и проблема поиска внеземного разума (SETI). – М.: URSS, 2008. – 208 с.
22. Рубцов В.В., Урсул А.Д. Проблема внеземных цивилизаций. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 334 с.

Материал поступил в редакцию 04.02.20.

Сведения об авторе

УРСУЛ Аркадий Дмитриевич – доктор философских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, академик Академии наук Молдавии, почётный работник высшего профессионального образования РФ, директор Центра глобальных исследований и профессор факультета глобальных процессов Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва.
e-mail: ursul-ad@mail.ru

ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ РАБОТЫ

УДК 002.63:004.77

А.Б. Антопольский, А.В. Босов, Г.И. Савин, А.Н. Сотников, В.А. Цветкова, Н.Е. Каленов, В.А. Серебряков, Д.В. Ефременко

Принципы построения и структура единого цифрового пространства научных знаний (ЕЦПНЗ)*

Рассматриваются принципиальные особенности и подходы к формированию Единого цифрового пространства научных знаний (ЕЦПНЗ). Отмечено, что работы по формированию единой среды информационных ресурсов, а далее – знаний ведутся почти четверть века. Приведены нормативные документы, направленные на разработку данной проблемы; отмечено, что существует неоднозначность в подходах к определению единого пространства. Актуализировано определение, сформулированы основные принципиальные особенности пространства знаний, в числе которых отмечены: необходимость включения достоверной фундаментальной и научно-популярной информации; наличие ряда подпространств, связанных между собой, относящихся к отдельным научным направлениям. Проанализированы ресурсы, составляющие основную базу для формирования ЕЦПНЗ. Показаны основные начальные направления работ. Отмечено, что данное научное направление должно стать ключевым в решении задач, поставленных перед научным сообществом в рамках национального проекта «Наука» и национальной стратегии «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (2019-2030 годы).

Ключевые слова: единое пространство знаний, онтология, принципы построения, структура, информационные ресурсы, электронные библиотеки, метаданные, виртуальные выставки

DOI: 10.36535/0548-0019-2020-04-2

ВВЕДЕНИЕ

Проблема объединения электронных (цифровых) информационных ресурсов и создания единой среды, обеспечивающей их формирование, хранение и предоставление пользователям, привлекла внимание руководящих органов России четверть века назад.

В 1995 г., в начальный период бурного развития «эры Интернет», была разработана и одобрена Президентом РФ «Концепция формирования и развития единого информационного пространства России и соответствующих государственных информационных ресурсов»¹.

Согласно этой Концепции «Единое информационное пространство представляет собой совокупность баз и банков данных, технологий их ведения и использования, информационно-телекоммуникационных систем и сетей, функционирующих и взаимодействующих на основе единых принципов и по общим правилам...». Отдельным вопросам, связанным с понятием «единое информационное пространство», посвящен ряд публикаций в профессиональной печати 2013 и 2014 годов [1, 2].

В 2014 г. в документе «Об утверждении Основ государственной культурной политики», утвержденном

* Работа выполнена в рамках проектов РФФИ КОМФИ № 18-00-00294, 18-00-00372, 18-00-00297, 18-00-00298
The work was performed within the framework of RFBR COMFI projects № 18-00-00294, 18-00-00372, 18-00-00297, 18-00-00298

¹ Концепция формирования и развития единого информационного пространства России и

соответствующих государственных информационных ресурсов (одобрена решением Президента РФ от 23.11.1995 N Пр-1694). – URL: <https://rulaws.ru/acts/Kontseptsiya-formirovaniya-i-razvitiya-edinogo-informatsionnogo-prostranstva-Rossii-i-sootvetstvuyuschih-gosu/> (дата обращения 21.01.2020)

Указом Президента РФ², указывается на необходимость создания единого электронного пространства знаний как части информационного пространства страны.

В 2016 г. публикуется статья, в которой рассматриваются правовые вопросы создания Единого российского электронного пространства знаний [3], трактуемого как собрание оцифрованных объектов, в том числе, защищенных авторскими правами.

Документ «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы», утвержденный Указом Президента России в 2017 году³, включает несколько статей, касающихся информационного пространства, в том числе информационного пространства, «основанного на знаниях», и дает определение информационного пространства, несколько отличное от приведенного выше, сформулированного за 12 лет до этого. В стратегии информационное пространство трактуется как «совокупность информационных ресурсов, созданных субъектами информационной сферы, средств взаимодействия таких субъектов, их информационных систем и необходимой информационной инфраструктуры» (стр. 1, п. 4д); здесь же (стр. 24) формулируются цели формирования пространства знаний – «Целями формирования информационного пространства, основанного на знаниях (далее – информационное пространство знаний), являются обеспечение прав граждан на объективную, достоверную, безопасную информацию...». В ст. 25 указывается: «Формирование информационного пространства знаний осуществляется путем развития науки, реализации образовательных и просветительских проектов, создания для граждан общедоступной системы взаимоувязанных знаний и представлений, обеспечения безопасной информационной среды для детей, продвижения русского языка в мире, поддержки традиционных (отличных от доступных с использованием сети "Интернет") форм распространения знаний».

Заметим, что в этом документе отсутствует упоминание «электронного пространства знаний», а речь идет о существенно более широком понятии «информационное пространство знаний» в его философской трактовке.

В начале 2019 г. Правительством РФ было утверждено «Положение о Национальной электронной библиотеке»⁴, в котором пространство знаний трак-

туется как эквивалент единого российского электронного пространства знаний (ЕРЭПЗ): «Пространство знаний – единое российское электронное пространство знаний, представляющее собой совокупность взаимно интегрированных на основе Национальной электронной библиотеки информационных систем и иных информационных ресурсов, сформированных на базе научного, исторического и культурного достояния народов Российской Федерации, образцов зарубежных научных, культурных и исторических ценностей и функционирующих на основе единых информационных технологий и принципов, которые обеспечивают семантическую взаимосвязь их содержимого, а также инструменты поиска и извлечения информации по запросу пользователей».

В приведенных государственных документах один и тот же термин трактуется по-разному. Если в документах предыдущих лет информационное пространство знаний рассматривалось как некая философская категория, обращение к которой позволяло решать многочисленные проблемы, связанные с различными сторонами жизни общества, то в Положении о Национальной электронной библиотеке (НЭБ) прямым текстом сказано, что ЕРЭПЗ представляет собой объединение существующих информационных ресурсов на основе НЭБ. Фактически, это означает, что речь идет лишь о создании надстройки, обеспечивающей поиск данных в различных (прежде всего, документальных) информационных системах.

Таким образом, речь идет лишь о создании надстройки, обеспечивающей поиск данных в различных (прежде всего, документальных) информационных системах.

Необходимо отметить, что подобную задачу в области научно-технической информации пытались решать на государственном уровне в Советском Союзе, начиная с конца 1970-х гг. (естественно, на существовавшей в то время организационной, технологической и технической базе), в рамках программы по созданию «Государственной автоматизированной системы научно-технической информации (ГАСНТИ)» [4]. В связи с коренными изменениями политической и экономической структуры страны, с 1992 г. ГАСНТИ фактически перестала существовать.

В современных условиях для успешного развития образования и науки требуется не только обеспечить формирование и поиск электронных ресурсов, отражающих историческое и культурное достояние, но и «необходимо создать принципиально новую цифровую среду, отражающую историю и динамику развития науки и оперирующую не столько документальной информацией, сколько научными фактами, извлеченными из достоверных источников».

Исходя из необходимости создания подобной среды, в 2019 г. авторами была сформулирована задача формирования единого цифрового пространства научных знаний (ЕЦПНЗ). На исследования, связанные с формированием ЕЦПНЗ четырех организациям – МСЦ РАН (филиал ФГУ НИЦ НИИСИ РАН), ФИЦ ИУ, ИНИОН РАН и БЕН РАН –

² «Об утверждении Основ государственной культурной политики». Указ Президента РФ № 808 от 24.12.2014 г. – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/39208>.

(дата обращения 21.01.2020).

³ Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919>

(дата обращения 02.02.2020)

⁴ Постановление Правительства РФ от 20.02.2019 г. № 169 « Об утверждении Положения о федеральной государственной информационной системе "Национальная электронная библиотека" и методики отбора объектов Национальной электронной библиотеки». – URL: <http://static.government.ru/media/files/yYAeqiBDCwITsAXr8LtXsdsdefAbLzi9.pdf> (дата обращения 02.02.2020)

выделены гранты РФФИ по направлению КОМФИ (проекты № 18-00-00294, 18-00-00372, 18-00-00297, 18000-00298).

Настоящая статья отражает результаты, полученные в ходе выполнения указанных проектов в 2019 г.

ЕЦПНЗ: ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ

Согласно определению, приведенному в [5], под Единым цифровым пространством научных знаний понимается «компьютерная среда, обращаясь к которой пользователь (начиная от учёного и кончая учеником средней школы) должен получить ответы на вопросы, касающиеся тех или иных областей науки»; принципиальные особенности ЕЦПНЗ заключаются в следующем.

1. Среда должна содержать достоверную фундаментальную и научно-популярную информацию и состоять из ряда подпространств, связанных между собой, относящихся к отдельным научным направлениям.

2. Каждое подпространство, в свою очередь, включает две составляющие, одна из которых (базис) отражает зафиксированные научные знания, другая (надстройка) – новую научную информацию. Часть надстройки по истечении некоторого времени, после прохождения экспертного фильтра, вливается в базис, а информация, не прошедшая экспертного фильтра, из ЕЦПНЗ исключается.

Согласно предлагаемой модели каждое подпространство ЕЦПНЗ включает ряд связанных множеств, первое из которых (хранилище объектов) содержит цифровые объекты с их идентификаторами, указывающими, в частности, на принадлежность к базису или к надстройке. Второе множество представляет собой терминологическое описание области знания – предметную онтологию данного подпространства. Она включает рубрики основных классификационных систем (ГРНТИ, УДК, МКИ и др.), относящихся к данному научному направлению, и ключевые термины с установленными между ними связями, организованные в виде тезаурусов. Остальные множества отражают свойства объектов, а также условия их предоставления пользователям.

Множества свойств объектов формируются на основании профилей метаданных, специфичных для каждой предметной области, но формируемых по единому принципу, предусматривающему представление метаданных в виде совокупности связанных между собой фасетов «что/кто», «где», «когда».

Связь между подпространствами осуществляется по обобщенной онтологии ЕЦПНЗ, которая, в свою очередь, строится на основе предметных онтологий, входящих в отдельные подпространства.

3. ЕЦПНЗ должно обладать свойствами семантической интероперабельности [6], обеспечивающими возможность обмена данными с отечественными и зарубежными информационными системами. Основой для обмена данными в ЕЦПНЗ служат технологии *Semantic Web*, соответственно, существенным является применение в ЕЦПНЗ существующих предложений по стандартизации наборов элементов метаданных для *Semantic Web* и принципов формирова-

ния данных, декларируемых в рамках *Simple Knowledge Organization System (SKOS)* [7–10].

Предложения по наборам элементов метаданных ЕЦПНЗ являются развитием идей *Dublin Core Metadata Initiative (DCMI)* [11] в направлении дальнейшей детализации наборов элементов метаданных различных предметных областей науки. Они предусматривают обеспечение поддержки обмена как метаданными общего характера в рамках всего научного сообщества, так и более узкоспециализированными метаданными в рамках заинтересованных «предметных» сообществ (биологического, астрономического, математического и пр.).

В отличие от предложений *Dublin Core Metadata Terms* [12], которые содержат достаточно небольшой набор общих элементов метаданных, нацеленных в основе своей на описание веб-документов, структура предложений ЕЦПНЗ охватывает существенно более широкий набор понятий (например, «теорема» для математики, «реакция» для химии, «корпус языка» для языкознания и т.п.). Соответственно, при проектировании ЕЦПНЗ встает задача структурной организации элементов метаданных, выделения отдельных профилей, специализаций, подсхем, уровней детализации описания.

С технической точки зрения каждое подпространство ЕЦПНЗ является распределенной структурой, включающей ядро и периферию. Ядро содержит предметную онтологию данного подпространства, метаданные объектов подпространства и центральное хранилище объектов. Все ядра подпространств связаны с центром ЕЦПНЗ на уровне обобщенной онтологии, поддерживаемой в центре.

Необходимо отметить, что сформулированные выше принципы, положенные в основу создания ЕЦПНЗ, основаны на исследованиях, выполненных при участии авторов настоящей статьи по программам РАН и грантам РФФИ в прошлые годы. Результаты этих исследований нашли свое отражение в ряде успешно реализованных проектов, таких как ИСИР РАН [13, 14], ЕНИП РАН [15–17] и успешно функционирующей в настоящее время ЭБ ННР [18–20].

СТРУКТУРА И РЕСУРСЫ ЕЦПНЗ

Основное хранилище каждого подпространства Единого цифрового пространства научных знаний включает объекты следующих видов:

- текстовые файлы (распознанные оцифрованные печатные или рукописные документы) или документы, изначально сформированные в электронном виде;
- статические изображения (нераспознанные оцифрованные документы, оцифрованные или изначально сформированные в цифровом виде фотографии);
- цифровые или оцифрованные аудиозаписи;
- цифровые или оцифрованные видео/киноматериалы;
- 3D-модели различного рода;
- мультимедийные инсталляции (цифровые модели природных процессов и технических устройств, учебные материалы, виртуальные экскурсии и т.п.).

Основные хранилища подпространств ЕЦПНЗ могут быть распределенными, их объекты могут физически входить в электронные библиотеки (в том числе в НЭБ), архивные и музейные коллекции, фактографические базы данных и другие собрания, гарантированно поддерживаемые организациями различного типа, соблюдающими требования ЕЦПНЗ к профилям метаданных. Метаданные объектов, хранящихся децентрализованно, размещаются, преимущественно, в ядрах соответствующих подпространств. В ряде случаев возможно иерархическое представление метаданных – формируется профиль метаданных полной коллекции в виде объекта ЕЦПНЗ, хранящегося в ядре подпространства, а уточняющие метаданные отдельных объектов коллекции, хранятся у ее владельца.

Источниками перечисленных ресурсов ЕЦПНЗ должны служить, в первую очередь, уже существующие цифровые коллекции публикаций, объектов музейного и архивного хранения (в том числе 3D-модели и мультимедийные инсталляции, оцифрованные научные и научно-популярные кинофильмы), специализированные базы данных, поддерживаемые научными учреждениями и вузами.

Важной составляющей основных хранилищ всех подпространств ЕЦПНЗ должны быть статьи из тематических научных энциклопедических словарей и справочников со ссылками на опубликованные источники информации, которые представлены в цифровом виде в базе каждого подпространства.

Основными поставщиками таких публикаций для всех подпространств ЕЦПНЗ являются политематические электронные библиотеки (ЭБ), такие как Научная электронная библиотека (<https://elibrary.ru/>), включающая огромный массив статей из отечественных журналов; вышеупомянутая НЭБ (<https://rusneb.ru/>), в которой должны быть отражены наиболее важные научные монографии; ЭБ «Научное наследие России» – (далее ЭБ ННР - <http://e-heritage.ru/>), отражающая информацию о российских ученых, начиная с XVIII в., их публикациях, музейных и архивных документах, связанных с ними.

Поставщиком информации для ряда подпространств в области общественных наук должна стать Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (<https://www.prlib.ru/collections>) в части научной составляющей ее ЭБ по российской государственности. Научные знания по тематике региональных исследований содержатся в специализированных ЭБ, в частности, в ЭБ «Научное наследие Урала» (<http://i.uran.ru/nasledie/>).

Значительную часть тематических подпространств ЕЦПНЗ должны составлять элементы существующих отечественных научных информационных систем, таких как *Math-Net* (<http://www.mathnet.ru/>), Соционет, ЭБ ННР, построенная по онтологическим принципам Информационная система по геологии и горному делу (<http://higeo.ginras.ru/>) [21, 22].

Из существующих цифровых коллекций научных музеев, подлежащих загрузке в тематические подпространства ЕЦПНЗ, можно назвать ряд разработок, выполненных в соответствии с онтологией ЭБ Научное наследие России: коллекцию минералов Минералогического музея им. В.И. Вернадского, интегриро-

ванную в эту библиотеку; коллекцию «Портреты по скелетам» (<http://acadlib.ru/>) [23], посвященную научному наследию антрополога М.М. Герасимова, созданную на основе фондов Государственного биологического музея им. К.А. Тимирязева и Государственного Дарвиновского музея; мультимедийный ресурс «Сад жизни» (<http://vim.benran.ru/>) [24], посвященный научной деятельности И. В. Мичурина, созданный на основе фондов Государственного биологического музея им. К. А. Тимирязева и Российского государственного архива кинофотодокументов.

Важнейшей составляющей контента ЕЦПНЗ являются онтологии предметных областей, обеспечивающие многоаспектный поиск ресурсов в отдельных подпространствах ЕЦПНЗ, формируемая на их основе общая предметная онтология, обеспечивающая целостность ЕЦПНЗ.

Онтологии предметных областей ЕЦПНЗ должны включать основные классификационные системы, используемые поставщиками цифровых объектов. Для отечественных публикаций это, в первую очередь, политематические системы – международная УДК, отечественные ББК и ГРНТИ; для патентов – наряду с ГРНТИ – международная классификация изобретений (МКИ). Для формирования онтологий отдельных тематических направлений необходимо использовать, в дополнение к указанным политематическим, специальные классификационные системы, принятые для описания ресурсов внутри этих тематических направлений (например, классификатор *MeSH* для медико-биологических ресурсов [25], классификатор *MSC* для математических ресурсов [26] и др.).

Наряду с рубриками, которые в силу своей природы не обладают необходимой динамичностью, в состав онтологий должны входить наборы ключевых терминов, связанных между собой тезаурусными отношениями.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ ЕЦПНЗ

В числе основных направлений работ по созданию ЕЦПНЗ необходимо указать следующие.

1. В рамках общесистемных исследований, связанных с вопросами проектирования и функционирования ЕЦПНЗ, следует определить организационную структуру пространства в целом и отдельных его подпространств; решить принципиальные вопросы формирования контента отдельных подпространств; проработать правовые вопросы включения ресурсов в ЕЦПНЗ, их хранения и предоставления пользователям; разработать требования к хранению и динамическому перераспределению ресурсов между базисом и надстройкой для различных подпространств; определить общие требования и порядок включения данных в ЕЦПНЗ; разработать требования к сервисной части ЕЦПНЗ; зафиксировать внутренние стандарты по использованию форматов представления данных; определить правила обмена данными между подпространствами внутри ЕЦПНЗ и с внешней средой.

2. Для решения вопроса о первоначальном наполнении отдельных подпространств ЕЦПНЗ необходимо провести мониторинг реально существующих в России цифровых ресурсов; выработать методологию их оценки и отбора; решить процедурные вопросы включения отобранных ресурсов в отдельные подпространства ЕЦПНЗ. Большая работа по выявлению отечественных информационных ресурсов социогуманитарного профиля проведена специалистами ИНИОН РАН. В 2017-2018 гг. был проведен мониторинг информационных ресурсов по общественным и гуманитарным наукам [27] учреждений РАН. В результате был создан Навигатор информационных ресурсов по общественным наукам (НИРОН), размещенный по адресу <http://niron.inion.ru>. Он включает свыше 3 тыс. ресурсов различных типов – как традиционных, так и цифровых, имеющихся в 214 учреждениях. В это число не входит свыше 13 тыс. архивных фондов и описей, отраженных в фондах Института системного анализа РАН (ИСА РАН) (<http://www.isaran.ru/?q=welcome>). Описание НИРОН содержится в [28]. Статистика типов ресурсов, отраженных в НИРОН, представлена в табл. 1.

Следует учитывать, что количество архивов, архивных фондов и описей в табл. 1 указано по РАН в целом, поскольку выделение архивов социогуманитарного профиля в отдельный блок не представляется возможным.

Данные табл. 1 отражают ресурсы по следующим наукам (тематика выражена в рубриках 1-го уровня ГРНТИ):

Общественные науки в целом
Философия
История. Исторические науки
Социология
Демография
Экономика и экономические науки

Государство и право. Юридические науки
Политика и политические науки
Науковедение
Языкознание
Литература. Литературоведение. Устное народное творчество
Информатика
Религия. Атеизм
Комплексное изучение стран и регионов

По другим общественным и гуманитарным наукам в НИРОН ресурсы почти не отражены, поскольку в учреждениях РАН они не создаются.

Точный учет доли цифровых ресурсов также весьма затруднен, поскольку статистика оцифровки традиционных фондов недоступна.

Подобную работу необходимо провести по всем научным направлениям, подлежащим включению в ЕЦПНЗ. Однако очевидно, что одномоментно этого сделать не удастся. Поэтому в процессе общесистемных исследований необходимо определить очередность формирования отдельных подпространств ЕЦПНЗ и проводить мониторинг ресурсов в соответствии с этой очередностью.

Мониторинг информационных ресурсов имеет свою специфику по различным наукам. В 2019 г. при поддержке РФФИ (проект № 18-00-00298) был разработан специализированный Навигатор информационных ресурсов по языкознанию (НИРЯЗ), который представляет собой существенно доработанный, расширенный и актуализированный фрагмент НИРОН по цифровым лингвистическим ресурсам. Тестовая версия НИРЯЗ размещена по адресу <http://niryaz2.alexo.beget.tech/>. Состав лингвистических ресурсов представлен в табл. 2.

Таблица 1

Информационные ресурсы Российской академии наук социогуманитарного профиля

№ п/п	Типы ресурсов	Количество
1	Библиотеки – учреждения и подразделения универсального и социогуманитарного профилей	86
2	Архивы – учреждения и подразделения	74
3	Музеи – учреждения и подразделения	112
4	Архивные фонды (данные ИСА РАН)	5498
5	Каталоги, библиографии, библиографические БД	550
6	Архивные описи (данные ИСА РАН)	7703
7	Электронные библиотеки и полнотекстовые коллекции изданий	247
8	Информационные системы	90
9	Энциклопедии, справочники	117
10	Лингвистические ресурсы	184
11	Персональные ресурсы	185
12	Периодические издания, их архивы	402
13	Материалы мероприятий (имеющиеся на сайтах владельцев)	184
14	Коллекции неопубликованных документов	420
15	Медиа ресурсы	109
16	Сайты владельцев ресурсов = число владельцев ИР	214
17	Прочие интернет-ресурсы	209
	Всего	16384

Типология и статистика лингвистических информационных ресурсов РАН

№	Типы лингвистических ресурсов	Количество
1	Библиографии, библиотечные каталоги, описи, каталоги ссылок	93
2	Электронные коллекции и библиотеки полных текстов	138
3	Периодические, продолжающиеся издания и архивы периодики	77
4	Корпуса	15
5	Лексикографические БД	83
6	Этнолингвистические и социоллингвистические БД	10
7	Лингвистические географические системы, атласы	5
8	Электронное представление памятников письменности	5
9	Активные ресурсы (алгоритмы, процессоры, программы)	28
10	Грамматики	11
11	Описания языков и комплексные лингвистические сайты	14
12	Информационные языки	10
13	Энциклопедии, справочники, реестры языков	75
14	Сведения об отдельных персонах (сайты и страницы ученых, личные фонды, био-библиографии)	473
15	Списки, перечни, указатели персон	31
16	Медиаресурсы	8
17	Сайты учреждений – владельцев лингвистических ресурсов	116
18	Сайты-сателлиты и ресурсы во внешних АИС	46
	Всего	1238

3. Разработка методологии формирования онтологий отдельных подпространств и пространства в целом должна включать несколько направлений: исследования в области установления связей между различными классификационными системами, используемыми для индексирования научных ресурсов; разработка методов и алгоритмов формирования базовых терминологических понятий в заданной предметной области; разработка методов и алгоритмов формирования тезаурусов (предметных онтологий) заданных областей научного знания. Основой для таких работ могут служить исследования, проводимые по этим направлениям (в том числе с участием авторов настоящей статьи) в прошлые годы [29–31], а также исследования, выполняемые в настоящее время по грантам РФФИ (проекты № 18-00-00294, 18-00-00372, 18-00-00297, 18-00 – 00298), в рамках которых реализована модель системы терминологических словарей [32]; предложена и реализована на практике методология извлечения ключевых терминов из научных текстов в области микробиологии [33], разрабатывается база данных поисковых терминов разнородных лингвистических ресурсов.

4. Разработка системы стандартов на метаданные информации, циркулирующей в ЕЦПНЗ, эти стандарты должны отвечать следующим требованиям:

- систематизировать основные типы информации, требующейся для решения всего комплекса задач ЕЦПНЗ;
- быть открытыми, т.е. обеспечивать доступ к соответствующей информации по метаданным;

- быть расширяемыми, т.е. обеспечивать возможность детализации описаний метаданных и импорта / экспорта информации;

- обеспечивать возможности уникальной идентификации информации;

- быть ориентированными на современные и перспективные технологии описания и использования информации (в современном понимании – ориентироваться на *Semantic Web*);

- создавать условия для интероперабельности с внешней средой.

5. Разработка инструмента конструирования ЕЦПНЗ, позволяющего выполнять:

- формирование многоуровневой модели предметной области;

- предоставление пользовательских и машинночитаемых интерфейсов, обеспечивающих пакетную загрузку данных, составляющих контент подпространств ЕЦПНЗ;

- создание/просмотр/редактирование: информационных ресурсов; онтологий предметных областей; коллекций информационных объектов;

- навигацию по контенту ЕЦПНЗ;

- импорт / экспорт данных;

- реализацию атрибутивного/семантического/полнотекстового поиска;

- выделение дополнительных семантических связей между элементами ЕЦПНЗ.

Для перехода от исследований и моделирования отдельных подпространств ЕЦПНЗ, выполняемых перечисленными организациями в рамках грантов

РФФИ, к промышленному проектированию ЕЦПНЗ, необходимо принятие серьезных организационных решений на государственном уровне с выделением ведущей организации, основных разработчиков и необходимого финансирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Построение и развитие Единого цифрового пространства знаний, вне всякого сомнения, является общегосударственной задачей, решение которой должно стать неотъемлемой частью национальных проектов и программ, направленных на развитие сферы науки, культуры, образования, здравоохранения, демографии, цифровой экономики, охраны окружающей среды, в которых фактор знания играет ключевую роль.

Сформулированные президентом РФ В.В. Путиным в послании Федеральному собранию 15 января 2020 г. установки на создание собственных технологий и стандартов «по тем направлениям, которые определяют будущее» – искусственный интеллект, генетика, новые материалы, источники энергии, цифровые технологии⁵, имеют стратегическое значение. Они, в частности, отражают качественно новую ситуацию, когда Китай принял решение о создании собственной, автономной от Запада технологической платформы [34], а России предстоит выбор между присоединением к одной из платформ или формированием собственных экосистем развития ключевых технологий.

Сегодня реализуется ряд проектов, направленных на развитие информационной инфраструктуры Российской Федерации. Отметим два из них, для которых вопросы единого цифрового пространства научных знаний важны и актуальны. В Национальном проекте «НАУКА»⁶ в числе приоритетных задач отмечен «переход к передовым цифровым технологиям, ..., создание систем обработки больших объемов данных машинного обучения и искусственного интеллекта». В национальной стратегии «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (2019-2030 гг.), утвержденной Указом Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490, отмечено, что для развития искусственного интеллекта «требуется репрезентативные, релевантные и корректные наборы данных (Раздел 2, п.8), а также поставлена задача повышения доступности и качества данных, необходимых для технологии информационного общества (Раздел 5, п. 24 (в)).

Безусловно, решение этих непростых задач должно базироваться на цифровой структуре, объединяющей многоаспектную и разнородную научную

информацию. В связи с этим очевидно, что комплексный подход к построению ЕЦПНЗ в полной мере отвечает масштабу тех вызовов, ответ на которые предстоит в ближайшие годы найти российскому государству и российскому обществу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильева М.М. Формирование единого информационного пространства России в условиях глобализации // Вестник московского государственного лингвистического университета. – 2013. – № 684. – С. 92-104.
2. Саенко И.Б., Куваев В.О., Алышев С.В. Подход к построению системы показателей качества единого информационного пространства // Естественные и математические науки в современном мире. – 2014. – № 14. – С. 51–56.
3. Вершинин А.П. Единое российское электронное пространство знаний: вопросы права // Информационно-аналитический журнал «Университетская книга», декабрь 2016.г. – URL: <http://www.unkniga.ru/biblioteki/bibdelo/6630-edinoe-rossiyskoe-elektronnoe-prostranstvo-znaniy-voprosy-prava.html> (дата обращения 02.02.2020)
4. Короткевич Л.С. Государственная система научной и технической информации в СССР: итоги и уроки. – М.: ВИНТИ, 1999. – 273 с.
5. Антопольский А.Б., Каленов Н.Е., Серебряков В.А., Сотников А.Н. О едином цифровом пространстве научных знаний // Вестник Российской академии наук. – 2019. – Т. 89, № 7. – С. 728-735.
6. Батоврин В.К., Гуляев Ю.В., Олейников А.Я. Обеспечение интероперабельности – основная тенденция в развитии открытых систем // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2009. – № 5. – С.7-15.
7. Zhu LJ. (Zhu, Lijun), Shi C. (Shi, Chen), Guo JF. (Guo, Jianfeng). Mapping discovery modeling and its empirical research for the scientific and technological knowledge concept in unified concept space // Cluster Computing-the Journal of Networks Software Tools and Applications. – 2015. – Vol. 18, Iss. 1. – P. 103-112.
8. Freire N., Isaac A., Robson G., Brooks J., Manguinhas H. A survey of Web technology for metadata aggregation in cultural heritage // Information Services & Use. – 2017. – № 37(4). – P. 425-436. DOI: 10.3233/ISU-170859.
9. Marcia Lei Zeng, Philipp Mayr. Knowledge Organization Systems (KOS) in the Semantic Web: a multi-dimensional review // International Journal on Digital Libraries. – 2019. – Vol. 20, Issue 3. – P. 209–230.
10. Highlighting the central roles in scientific communities // Информация и инновации: Специальный выпуск. – 2017. – С. 145-152.
11. Dublin Core Metadata Initiative. – URL: <http://dublincore.org/> (дата обращения 25.01.2020)

⁵ Путин В.В. Послание Президента Федеральному Собранию. 15.01.2020. // Официальный сайт Президента России. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/62582> (дата обращения: 28.01.2020).

⁶ Национальный проект «Наука» (2019-2024 годы). Утвержден Президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам – Протокол от 24 декабря 2018 года № 16). – URL: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_31304/ (дата обращения 02.02.2020).

12. Dublin Core Metadata Terms. – URL: <https://www.dublincore.org/specifications/dublin-core/dcmi-terms/> (дата обращения 25.01.2020).
13. Бездушный А.Н., Меденников А.М., Серебряков А.М., Филиппова А.А., Лопатенко А.С. Метаданные ИСИР: определение и использование // Электронные библиотеки. – 2001. – Т. 4, № 4. – С. 3.
14. Бездушный А.А., Бездушный А.Н., Жижченко А.Б., Кулагин М.В., Серебряков В.А. RDF-схема метаданных ИСИР // Современные технологии в информационном обеспечении науки: сб. науч. тр. – М., 2003. – С. 141-159.
15. Бездушный А.А., Бездушный А.Н., Нестеренко А.К., Серебряков В.А., Сысоев Т.М. Предложения по наборам метаданных для научных информационных ресурсов ЕНИП РАН // Электронные библиотеки. – 2004. – Т. 7, № 5. – С. 1-23.
16. Сысоев Т.М., Дьяконов И.А. Интеграция научной информации в ЕНИП // Новые технологии в информационном обеспечении науки: сб. науч. тр. – М., 2007. – С. 259-267.
17. Филиппов В.И., Захаров А.А. Поддержка цифровых библиотек и музейных объектов в среде ЕНИП // Информационное обеспечение науки: новые технологии: сб. науч. тр. – М., 2009. – С. 113-124.
18. Каленов Н.Е., Савин Г.И., Серебряков В.А., Сотников А.Н. Принципы построения и формирования электронной библиотеки "Научное наследие России" // Программные продукты, системы и алгоритмы. Электронный журнал. – 2012. – Т. 4, № 100. – С. 30-40. – URL: <http://www.swsys-web.ru>,
19. Погорелко К.П. Динамика использования электронной библиотеки "Научное наследие России" // Информационное обеспечение науки: новые технологии: сб. науч. тр. – М.: БЕН РАН, 2017. – С. 192-200.
20. Каленов Н.Е., Кириллов С.А., Соболевская И.Н., Сотников А.Н. Современное состояние электронной библиотеки "Научное наследие России" // Труды НИИСИ РАН. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем: теоретические и прикладные аспекты. – 2018. – Т. 8, № 6. – С. 166-169.
21. Каленов Н.Е., Малахова И.Г. Интегрированный общедоступный информационный ресурс "История геологии и горного дела" // Информационные ресурсы России. – 2017. – №1. – С. 19-23.
22. Второв И.П., Малахова И.Г. Опыт эксплуатации информационной системы «История геологии и горного дела» // Информационное обеспечение науки: новые технологии: сб. науч. тр. – М., 2017. – С. 208-215.
23. Кириллов С.А., Соболевская И.Н., Сотников А.Н. Формирование цифрового выставочного пространства на примере виртуальной выставки «Портреты по скелетам: научное творчество М.М.Герасимова» // Программные продукты, системы и алгоритмы. Электронный журнал. – 2018. – № 4. – URL: <http://swsys-web.ru/en/formation-of-digital-exhibition-space.html> (дата обращения 25.01.2020)
24. Каленов Н.Е., Кириллов С.А., Соболевская И.Н., Сотников А.Н., Шубина Ю.В. Виртуальная прогулка по «Саду жизни»: опыт совместного выставочного проекта // Труды XVIII Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет». – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, 2016. – С. 144-147.
25. Medical Subject Headings. – URL: <https://www.nlm.nih.gov/mesh/introduction.html> (дата обращения 25.01.2020).
26. Mathematics Subject Classification. – URL: <http://msc2010.org/mediawiki/index.php?title=MSC2010> (дата обращения 25.01.2020).
27. Антопольский А.Б. Информационные ресурсы общественных наук. Опыт организации мониторинга // Библиосфера. – 2017. – № 3. – С. 78-84
28. Антопольский А.Б., Антонов А.М. О навигаторе информационных ресурсов по общественным наукам // Информация и инновации. – 2018. – Т.13, №2. – С. 18-26.
29. Антопольский А.Б., Белоозеров В.Н., Каленов Н.Е., Маркарова Т.С. О развитии терминологической базы данных в виде комплекса отраслевых информационно-поисковых тезаурусов // Информационные ресурсы России. – 2018. – № 5(165). – С. 22-30.
30. Антопольский А.Б., Белоозеров В.Н., Калёнов Н.Е., Шабурова Н.Н., Якшин М.М. Разработка семантической сети ключевых слов на основе дефинитивных связей // Научно-техническая информация. – 2017. – № 11. – С. 19-23; Antopol'skii A.B., Beloozerov V.N., Kalenov N., Shaburova N.N., Yakshin M.M. The Development of a Semantic Network of Keywords Based on Definitive Relationships // Scientific and Technical Information Processing. – 2017. – Т. 44, № 4. – С. 261-265. DOI: 10.3103/S0147688217040062.
31. Белоозеров В.Н., Шапкин А.В., Щуко Ю.Н. Сеть классификационных систем ВИНТИ РАН // Программные продукты, системы и алгоритмы. Электронный журнал. – 2018. – № 4. – URL: <http://swsys-web.ru/en/classification-systems-network-viniti-ras.html> (дата обращения 27.01.2020)
32. Kalenov N., Senko A. Interactive system of terminological dictionaries as one of the elements in the ontology of scientific knowledge // Software Journal: Theory and Applications. – 2019. – № 4 (electronic journal). – URL: <http://swsys-web.ru/ru/interactive-system-of-terminological-dictionaries.html> (дата обращения 02.02.2020)
33. Цветкова В.А., Мохначева Ю.В., Харыбина Т.Н., Бескаравайная Е.В., Митрошин И.А. Пространство знаний: подходы к извлечению знаний из научных текстов // Информационные ресурсы России. – 2019. – №2. – С. 31-34.

34. Bremmer I. The End of the American Order: Ian Bremmer speech at 2019 GZERO Summit. 18.11.2019 // Eurasia Group. – URL: <https://www.eurasiagroup.net/live-post/end-of-american-order-ian-bremmer-2019-gzero-summit-speech> (дата обращения: 23.01.2010).

Материал поступил в редакцию 06.02.20.

Сведения об авторах

АНТОПОЛЬСКИЙ Александр Борисович – доктор технических наук, главный научный сотрудник, Институт научной информации по общественным наукам РАН (ИНИОН РАН), Москва
e-mail: ale5695@yandex.ru

БОСОВ Алексей Вячеславович – доктор технических наук, главный научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" (ФИЦ ИУ РАН), Москва
e-mail: ABosov@ipiran.ru

САВИН Геннадий Иванович – академик РАН, научный руководитель, Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН – филиал ФГУ НИЦ НИИСИ РАН, Москва
e-mail: gsavin@jscc.ru

СОТНИКОВ Александр Николаевич – доктор физико-математических наук, зам. директора, Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН – филиал ФГУ НИЦ НИИСИ РАН
e-mail: asotnikov@jscc.ru

ЦВЕТКОВА Валентина Алексеевна – доктор технических наук, главный научный сотрудник, Библиотека по естественным наукам РАН (БЕН РАН), Москва
e-mail: vats08@mail.ru

КАЛЕНОВ Николай Евгеньевич – доктор технических наук, главный научный сотрудник, Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН – филиал ФГУ НИЦ НИИСИ РАН
e-mail: nkalenov@jscc.ru

СЕРЕБРЯКОВ Владимир Алексеевич – доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" (ФИЦ ИУ РАН)
e-mail: serebr@ultimeta.ru

ЕФРЕМЕНКО Дмитрий Валерьевич – доктор политических наук, заместитель директора ИНИОН РАН
e-mail: efdv2015@mail.ru

Информационные потребности цифрового общества: проблемы и вызовы

Рассматриваются информационные потребности общества в эпоху цифровизации. Обосновано, что электронная информация является одним из важных источников для их удовлетворения. Показано современное состояние рынка электронных книг и электронных журналов в Российской Федерации и обозначены проблемы их дальнейшего развития.

Ключевые слова: информация, цифровое общество, потребности, качество информации, рынок электронных книг

DOI: 10.36535/0548-0019-2020-04-3

ВВЕДЕНИЕ

Объективная, достоверная и своевременная информация является одним из основных ресурсов эффективного функционирования различных сфер человеческой деятельности. Глобальная сеть Интернет привела к увеличению потока различного рода информации. Параллельно с этим процессом происходит расширение человеческих потребностей. Неудивительно, что современную молодежь уже называют цифровым поколением Z. Трансформация общественной парадигмы, развитие цифровой экономики предъявляют более высокие требования к поведению личности в условиях цифровизации. В частности, современному человеку необходимо владеть навыками для объективной оценки качества информации, уметь критически оценивать её, разделять источники информации на достоверные и недостоверные.

Цифровые технологии стремительно развиваются, что непосредственно отражается на качестве жизни человека, который, зачастую, чувствует себя недостаточно уверенно в цифровой среде. В 2019 г. Российская Федерация заняла 23 место из 24 возможных в рейтинге стран по развитию цифрового общества *Digital Society Index 2019*. Согласно отчету [1], базовые цифровые потребности, к которым относится доступ к Интернету и мобильной связи, а также доверие к использованию персональных данных, удовлетворены у россиян лишь на 37%. Для справки, среднемировой показатель доверия составляет 49%, а в таких странах как Китай и Индия этот индикатор достигает уровня 69% и 67% соответственно.

Научно-технический прогресс, интернет-ресурсы, а также персональные электронные устройства (планшетные компьютеры, мобильные телефоны) существенным образом расширяют возможности для удовлетворения информационных потребностей современных граждан. Практически ни у кого в современном обществе не возникает сомнений в полезности Ин-

тернета – значительные объемы легкодоступной информации в глобальной сети предоставляют каждому человеку условия для самообразования и совершенствования своих знаний и умений. С другой же стороны, качество, точность и интерпретация такой информации постоянно вызывают множество сомнений и споров. Следует помнить, что по сравнению с книгами и рецензируемыми периодическими изданиями, достоверность данных в глобальной сети практически никак не контролируется: интернет-пользователи, как правило, самостоятельно анализируют и оценивают качество предлагаемой информации и её источники, и часто забывают, что в Интернете отсутствуют редакторы (в отличие от издательств литературы и периодики), и полностью доверяют полученной в поисковых системах информации.

Цель настоящей статьи состоит в теоретическом обосновании информационных потребностей современного общества и их возможного удовлетворения с помощью электронной литературы (книг, журналов, энциклопедий, научных статей и т.д.):

- выявление информационно-цифровых потребностей современного общества;
- рассмотрение вопросов качества и достоверности информации;
- определение роли литературы в электронной форме в удовлетворении информационных потребностей граждан;
- анализ отечественного рынка электронной литературы и выявление его сильных и слабых сторон.

ИНФОРМАЦИОННО-ЦИФРОВЫЕ ПОТРЕБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Вся история развития общества связана с бесконечным процессом обновления и возвышения разнообразных человеческих потребностей. Некоторые из них удовлетворяются с помощью естественных благ, предоставляемых природой, но большинство – за

счет результатов труда, т.е. воздействия человека на природу [2].

Экономическая наука одна из первых обратила особое внимание на изучение потребностей индивида и их роли в процессе производства. По мнению Адама Смита (XVIII в.), потребность является фактором, побуждающим к трудовой деятельности и присущим индивидам, группам населения и обществу в целом (см. [3]). Как научная проблема, вопрос о потребностях начал активно обсуждаться в начале XX в. Так, немецкий экономист Луйо Брентано под потребностью (англ. *need* – нужда) понимал всякое отрицательное чувство, соединенное со стремлением устранить его с помощью удаления вызывающей его неудовлетворенности. В целом, по мнению сторонников «теории потребления», среди которых экономисты, психологи, философы, социологи и др., потребность – это нужда или недостаток в чем-либо необходимом для поддержания жизнедеятельности и развития организма, человеческой личности, социальной группы, общества в целом. Таким образом, потребности индивида выступают в качестве мотива его деятельности.

Активное изучение человеческих потребностей продолжается и в XXI в. Значительное внимание в научной литературе уделяется их классификациям [4]. Наиболее широкое применение сегодня находит «пирамида потребностей» Абрахама Маслоу [5], который не просто классифицировал человеческие потребности, а распределил их по мере возрастания. В основание такой пирамиды заложены примитивные физиологические потребности, далее выступают потребность в безопасности и защите, потребность в принадлежности к социальной группе, потребность в уважении и признании. Вершиной пирамиды является раскрытие внутреннего потенциала индивида, т.е. потребность в самоактуализации. При этом автор теории считает, что для удовлетворения потребностей высшего уровня необходимо в первую очередь удовлетворить низшие потребности.

Научно-технический прогресс способствует возрастанию и постоянному изменению потребностей по качеству, структуре, количеству. С появлением новых потребностей в ряде случаев происходит отмирание старых, например, появляются новые по-

требности. Так, Е.В. Желнина в своем исследовании делает акцент на инновационных потребностях, под которыми представляет функциональное свойство социальной системы (индивида, группы) активно реагировать на рассогласование между наличным и нормальным состоянием воспроизводимой деятельности [6].

Особое внимание в научной литературе уделяется информационным потребностям, которые в настоящее время становятся приоритетными для многих людей, даже в ущерб биологическим нуждам. Информационная потребность была у человека во все времена. Однако если ранее она во многих классификациях считалась вторичной, то цифровизация вносит существенные коррективы в эту иерархию потребностей [7]. Например, И.И. Сальников [8] привязывает формирование информационных потребностей к различным историческим этапам информационного развития. Первый из них связан с зарождением письменности и книгопечатания, второй – с изобретением радио, третий – с появлением телевидения, четвертый – с развитием сотовой связи, пятый – с возникновением Интернета.

Как следует из доклада международного сетевого агентства «*ZenithOptimedia*» (Франция)¹, с развитием мобильного Интернета у человека постепенно меняется медиапотребление. Основным источником информации выступает Интернет. В табл. 1 представлена динамика среднесуточного потребления медиа в Российской Федерации.

В целом, под информационными потребностями принято понимать необходимость в информации, что выражается в информационном запросе и требует своего удовлетворения. Эти потребности носят персонализированный характер и напрямую зависят от уровня образования, профессии, психологических черт личности. Специалисты выделяют текущие информационные потребности и специальные. Первые из них связаны с любознательностью человека, а вторые – с желанием получить сведения, необходимые для решения конкретной задачи [10].

Цифровые технологии стремительным образом проникают во все сферы деятельности современного общества, которое уже называют информационным или цифровым.

Таблица 1

Динамика среднесуточного медиапотребления в Российской Федерации [9]¹

Источники информации	Показатели по годам								Отклонение, минут
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Газеты	6,3	5,6	5,0	4,6	3,9	3,2	4,4	4,1	-2,2
Журналы	5,3	4,6	4,4	4,1	3,4	2,8	4,2	3,9	-1,4
Интернет	59,4	68,0	65,7	74,0	130,9	130,0	117,5	119,7	+60,3
mobile	-	-	-	-	52,1	62,2	53,7	59,1	-

¹ Mobile internet to reach 28% of media use in 2020. – URL: <https://www.zenithmedia.com/mobile-internet-to-reach-28-of-media-use-in-2020/> (дата обращения 02.02.2020).

Так, в Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы² сформулировано, что под информационным обществом следует считать постиндустриальное общество, новую историческую фазу развития цивилизации, в которой главными продуктами производства являются информация и ее высшая форма – знания.

Любой информационный поиск возникает из-за потребности индивида найти определенную информацию, конкретные сведения, новые знания. Молодое поколение в настоящее время имеет хорошие навыки работы с цифровыми устройствами и, следовательно, с цифровой информацией. Однако зачастую углубленное чтение как научной, так и художественной литературы заменяется просмотром заголовков в Интернете, на основании которых в обществе формируются неправильные выводы.

КАЧЕСТВО И ДОСТОВЕРНОСТЬ ИНТЕРНЕТ-ИНФОРМАЦИИ

Проблему поиска фактографической информации первыми стали решать библиотеки, которые разработали справочно-поисковый аппарат в виде каталогов, библиографических указателей. Библиотекари под информационным поиском понимают нахождение в информационном массиве документов, удовлетворяющих информационный запрос потребителя. С позиции компьютерных технологий, информационный поиск подразумевает совокупность логических и технических операций, целью которых является нахождение документов, сведений о них, фактов, данных, соответствующих запросу.

В настоящее время информационный поиск значительно усовершенствовался и вместо библиографических каталогов на помощь приходят глобальные поисковые системы – веб-сайты (например, Яндекс, Google, Рамблер, Mail.ru), в которых можно найти не только текст, но и рисунки, видеоизображения, аудиоинформацию. Но для того, чтобы получить наиболее актуальные сведения, необходимо не только владеть навыками поиска и обработки информации, но и уметь четко и грамотно формулировать запросы.

Понятия «информационный поиск» и «информационные потребности» вплотную связаны с категорией «качество информации». Современный этап цифровых преобразований определяется количеством и качеством информационных услуг. Интенсивное развитие компьютерных систем, информационных и телекоммуникационных технологий, а параллельно с этим появление социальных сетей, электронной и голосовой почты, активизация рекламной деятельности и пр. приводят к избытку источников информации при дефиците существующих средств её анализа.

Нужно понимать, что многообразие источников информации и отсутствие четкой взаимосвязи между ними приводит к информационному кризису. В част-

ности, В.В. Ларченков характеризует информационный кризис как состояние информационной системы общества, выражающееся в резком усилении информационной и психологической напряженности, связанной со значительным превышением объемов информационных продуктов и ресурсов над возможностями их сепарации, выбора, обработки и усвоения с целью оптимизации конструктивного развития общества и человека [11].

Современный информационный кризис характеризуется следующими проблемами [12–14]:

1) структурирование данных. Неструктурированная информация в виде электронной почты, бумажной корреспонденции, рукописей, фотографий, форумов и т.д. заполонила в настоящее время информационное пространство. Любая информация нуждается в структурировании, делении на группы и подгруппы в соответствии с определенными критериями, при этом выделенные группы должны иметь логическую связь и быть выстроены по определенным характеристикам (популярности, времени и т.д.);

2) низкое качество информации. От того, каким образом информация была получена напрямую зависит её качество. В настоящее время для человека важно не просто найти и прочитать определенный текст, но и сформировать потребность работать с качественным источником информации. Особое значение качество информации имеет в научной и образовательной сфере;

3) многократное дублирование и искажение информации. Уникальность и новизна контента – это один из способов продвижения сайта. С каждым днем проблема повтора информации в глобальной сети обостряется, дублирование зачастую осуществляется умышленно, при этом нарушаются авторские права. Пользователь, введя информационный запрос в поисковую систему, может получить десятки одинаковых документов.

4) старение информации. Особенно актуален этот вопрос для научного сообщества, так как научно-техническая информация подвержена более быстрому старению. Очевидно, что на скорость старения подобной информации влияют различные факторы, но в большей мере это зависит от области научной дисциплины.

Таким образом, большой объем избыточной и зачастую некачественной информации вынуждает общество, нуждающееся в удовлетворении своих информационных потребностей, искать источники достоверной информации. Значительная доля такой информации содержится в рецензируемых научных изданиях. Учитывая, что в настоящее время устройства мобильной связи (планшеты, смартфоны) проникли во все сферы жизни человека, книгоиздателям и книгораспространителям приходится учитывать эту особенность современного общества.

Согласно данным опроса Всероссийского центра изучения общественного мнения [15], любовь к чтению в 2017 г. признают 60% жителей Российской Федерации, при этом рейтинг популярных источников информации претерпевает существенные изменения. Треть населения читают или скачивают книги в глобальной сети, а печатные экземпляры интересны

² Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения 02.02.2020)

только четверти опрошиваемых граждан. Для сравнения, в 2009 г. только 5% читали цифровые книги. Таким образом, потребность общества в электронных источниках литературы постепенно возрастает.

РОССИЙСКИЙ РЫНОК ЭЛЕКТРОННЫХ КНИГОИЗДАНИЙ

В связи с появлением устройств для отображения текстовой информации стала появляться литература на электронных носителях. Электронная [16] или цифровая книга (*ebook*) представляет собой компьютерный файл, предназначенный для чтения. Часто электронной книгой называют устройство для чтения таких файлов. Однако в рамках настоящей статьи речь идет именно о текстовых файлах.

Цифровая трансформация охватывает сегодня и издательский бизнес: традиционные книги на бумажном носителе преобразуются в виртуальную или электронную форму в виде файла для чтения. В связи с этим электронное книгоиздание становится одним из приоритетных направлений издательского дела [17].

Согласно отраслевому докладу «Книжный рынок России. Состояние, тенденции и перспективы развития» за 2018 г. [18] объем отечественного рынка электронных книг составил 4,81 млрд руб. или 6,4% от оборота печатной книги в Российской Федерации. В табл. 2 эти показатели приведены в сравнении с показателями 2011 г..

Рынок электронных книг включает в себя B2C-сегмент, B2B-сегмент и рынок аудиокниг. В первом из этих рыночных сегментов в качестве покупателей выступают обычные граждане, во втором – государственные и бюджетные организации, в третьем – те, и другие.

Темпы роста российского электронного книгоиздания можно считать одними из самых высоких в издательском деле. Так, в 2018 г. по сравнению с 2017 г. рост общего объема рынка электронных книг составил 34,7%. Происходит стремительный рост скачивания электронных книг. Например, количество скачиваний электронных и аудиокниг только в одном интернет-магазине электронных книг «ЛитРес» в 2018 г. составило 11,5 млн экз., что на 45% превышает показатель 2017 г.

Такие высокие темпы продаж книг на цифровых носителях связаны с эффективной борьбой с нелегальным книгораспространением через Интернет, совершенствованием антипиратского законодательства, более доступной ценовой политикой для книг электронного формата, широким распространением цифровых читающих устройств, расширением аудитории подписных сервисов, ростом популярности электронных и аудиокниг.

Особое внимание в рамках настоящей статьи следует уделить электронным версиям журналов. Периодические издания в условиях цифровизации заняты поиском новых способов предоставления информации своим читателям. У бумажных журналов аудитория постепенно сокращается, поэтому на журнальном рынке идет активное развитие сайтов журналов и их мобильных приложений.

В научной сфере электронные версии научных журналов активно продвигаются электронными библиотеками. В частности, научная электронная библиотека eLIBRARY.RU в настоящее время является крупнейшей на национальном уровне полнотекстовой базой научных журналов, в которую входит более 3900 российских изданий. Общероссийский математический портал Math-Net.Ru представляет собой современную информационную систему, включающую значительное количество ведущих математических и физических журналов. Стоит отметить научную электронную библиотеку КиберЛенинка, ресурсы которой успешно используют студенты и преподаватели учебных заведений при выполнении научно-исследовательских проектов. Главное преимущество этой электронной библиотеки – открытость её электронных ресурсов (*Open Science*).

Основные проблемы электронного книгоиздания связаны с приобретением и продажей прав на электронную литературу, суммой авторского гонорара, способами защиты электронного контента, неудобством ряда электронных форматов (fb2, epub, pdf), взаимодействием издательств и библиотек.

Таким образом, эффективная подача информации является одним из условий удовлетворения информационных потребностей цифрового общества.

Таблица 2

Динамика российского книгоиздания [18]

Показатели	Годы								Темп прироста, %
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Объем продаж печатных книг, млрд руб.	80,58	78,80	78,01	75,50	73,55	72,15	73,89	74,95	-6,99
Объем продаж электронных книг, млрд руб.	0,32	0,56	1,10	1,50	2,25	3,12	3,57	4,81	рост в 15 раз
Средняя цена бумажной книги, руб.	101,70	104,21	107,73	124,43	157,40	189,58	225,10	233,02	+129,1
Средняя цена электронной книги, руб.	72,46	78,60	92,68	97,65	99,00	113,90	173,52	174,60	+140,9

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Быстро изменяющиеся условия жизни общества вносят постоянные коррективы в человеческие потребности. С развитием компьютерных технологий и сетевых средств общения количество этих потребностей постоянно увеличивается, и особое внимание необходимо уделять удовлетворению информационных потребностей. Значительный рост информационных каналов в современном мире способствует стремительному росту информации, способов и форматов её предоставления.

Активное внедрение электронных читающих устройств приводит к тому, что современное общество постепенно начинает переходить от привычных бумажных книг и журналов на их новейшие аналоги – электронные и звуковые. Следует отметить, что перспективы развития электронной книги должны быть связаны не только с типом устройства, на котором она будет просматриваться, но и с активным внедрением интерактивных и медиа элементов. Особенно это актуально для сферы образования.

Перспективы рынка электронных книг нельзя назвать однозначными. Связано это не столько с восприятием электронных текстов, сколько с предложением электронного книжного контента со стороны книгоиздателей, задача которых в последние годы заключается в успешной адаптации к всеобщей цифровизации. В любом случае, электронные версии книг и журналов должны становиться источниками релевантной информации для общества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Read the Digital Society Index 2019. – URL: <https://www.oxfordeconomics.com/recent-releases/digital-society-index-2019-human-needs-in-a-digital-world>
2. Голубова М.И. К вопросу о сущности потребностей человека в системе жизнеобеспечения // Известия Уральского государственного экономического университета. – 2012. – № 5. – С. 22-25.
3. Мигукина Н.Э. Эволюция потребностей и их классификация // Экономика и социология. – 2014. – № 24. – С. 41-48.
4. Гайнутдинова Е.В. Проблема классификации человеческих потребностей // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2007. – № 5. – С. 25-28.
5. Стрельников А.Н. Пирамида потребностей по Маслоу как модель развития онлайн-социальных сетей // Информационные системы и технологии. – 2010. – № 5. – С. 105-108.
6. Желнина Е.В. Инновационные потребности: понятие, классификация, тенденции изменения // Карельский научный журнал. – 2015. – № 3. – С. 53-56.
7. Тимошенко Т.В. Экология и потребности человека // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013. – № 9. – С. 185-190.
8. Сальников И.И. Основные этапы развития информационных потребностей человека // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 10. – С. 186-188.
9. Российская периодическая печать. Состояние, тенденции и перспективы развития. Отраслевой

доклад / под общ. ред. В.В. Григорьева. – М.: Федеральное агентство по печати и массовым коммуникациям, 2020. – 139 с.

10. Горохов С.А. Информационная потребность человека как способ выражения его информационных интересов и запросов // Наука XXI века: актуальные направления развития. – 2016. – № 1-2. – С. 150-154.
11. Ларченков В.В. Глобальный информационный кризис как понятие и проблема современного общества // Власть. – 2011. – № 3. – С. 48-50.
12. Труфанова Е.О. Информационное перенасыщение: ключевые проблемы // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства. – 2019. – № 1. – С. 4-21.
13. Баженова И.Ю., Умаров Т. Современные подходы к механизмам извлечения причинно-следственных связей из неструктурированных текстов на естественном языке // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Т. 7, № 7. – С. 81-89.
14. Оленев С.М. Качество научной информации в контексте современных проблем образования и науки в Российской Федерации // Научно-техническая информация. Сер. 1. – 2018. – № 2. – С. 8-11.
15. Официальный сайт Всероссийского центра изучения общественного мнения. Читать или не читать? – URL: <https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=116580>
16. Динер Е.В. Методологические подходы к определению понятия «электронная книга» // Научно-техническая информация. Сер. 1. – 2017. – № 1. – С. 15-21; Diner E.V. A Methodological Approach to Defining the Concept of an eBook // Scientific and Technical Information Processing. – 2017. – Vol. 44, № 1. – P. 15-20.
17. Харитонов В.В. Электронное книгоиздание в России: проблемы доступа и государственное регулирование. – М.: НП «Ассоциация интернет-издателей», Кабинетный ученый, 2016. – 184 с.
18. Книжный рынок России. Состояние, тенденции и перспективы развития. Отраслевой доклад / под общей ред. В.В. Григорьева. – М.: Федеральное агентство по печати и массовым коммуникациям, 2019. – 89 с.

Материал поступил в редакцию 09.02.20.

Сведения об авторах

ЯШАЛОВА Наталья Николаевна – доктор экономических наук, заведующий кафедрой экономики и управления Череповецкого государственного университета
e-mail: natalij2005@mail.ru

КРЫЛОВА Наталья Павловна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры экономики и управления Череповецкого государственного университета
e-mail: ntlkrylova@rambler.ru

ФЕДОРЕНКО Ирина Николаевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и управления Череповецкого государственного университета
e-mail: fedorenko.irina@mail.ru

Об эффективности информационно-аналитических методов оценки научной деятельности (на примере социальных и гуманитарных наук)

На примере социальных и гуманитарных наук рассматривается вопрос об адекватности официальной системы оценивания эффективности научной деятельности её структуре, механизмам, результатам. Анализируется эвристичность используемых сегодня наукометрических оценочных параметров для стратегической аналитики науки. Представлены методологические возможности деятельностного подхода и информографической теории библиографии в определении объектов отражения, оценки и мониторинга эффективности научной деятельности в социальных и гуманитарных науках. Отмечается информативность ряда формальных критериев оценки научной деятельности, в частности, дихотомия «активность» – «результат». Поставлены задачи оптимизации теоретического и методического обеспечения оценивания эффективности научной деятельности в социальных и гуманитарных науках.

Ключевые слова: научные коммуникации, научно-информационная деятельность, эффективность научной деятельности, результат научной деятельности, публикационная активность, научная конференция, наукометрия, библиография, информографическая теория, деятельностный подход, информационный мониторинг, смысл, документ, публикация

DOI: 10.36535/0548-0019-2020-04-4

Одним из наиболее острых вопросов, обсуждаемых в современных неформальных научных коммуникациях, на протяжении нескольких лет выступает вопрос об адекватности официальной системы оценивания эффективности научной деятельности её структуре, механизмам, результатам. Современные практики государственного управления наукой базируются на формализованных и четко структурированных инструментах социального проектирования, финансово-ориентированной парадигме управления наукой, проектных форматах (например, Национальный проект «Наука» [1]), которые уделяют повышенное внимание оценке результативности и соответствию результата не только поставленным задачам, но и созданным условиям и затраченным ресурсам. Стратегической аналитике науки необходимы точные, свободные от спекуляции количественные методы оценки научной деятельности.

Закономерно, что наиболее остро воспринимается вопрос о возможности и целесообразности применения формальных параметров оценки состояния и развития социальных и гуманитарных наук, которые совсем недавно освободились от требования соответствия идеологическим установкам как ключевой оценки социальной эффективности. На методическом обеспечении стратегической аналитики этих наук не могут не ска-

заться и декларация мультипарадигмальности, и разрушение под влиянием постмодернизма традиции эмпирической апробации в пользу самодостаточного теоретического конструирования, и усиленные позиции дискурсивных практик. Эти и другие обстоятельства определяют целесообразность разработки не только отраслевых аналитических инструментов и моделей, информативных для оценки современного состояния и перспектив развития социально-гуманитарных наук, но и особой методологии понимания логики научного труда, специфики системы научных коммуникаций.

Несмотря на то, что «привыкание» к практике применения наукометрического инструментария для оценки эффективности научной деятельности снизило накал страстей вокруг формальных параметров оценки социальных и гуманитарных наук, возникают вопросы об адекватности выбранных критериев задачам стратегической аналитики. В частности, насколько количественные методы анализа документопотоков эвристичны для оценки социально-гуманитарных наук, а отдельные параметры и показатели (например, одна из версий импакт-фактора журнала) информативны для принятия управленческих решений, способствующих получению социально значимого научного результата?

Основные принципы наукометрии и информационного генезиса научной деятельности [2] определили приоритеты в оценке состояния и перспектив социальных и гуманитарных наук, выводя на ключевые позиции деятельность по фиксации, публично-представлению и общественному обороту результатов научного творчества и снижая позиции финансовых, кадровых, инновационных [3] и иных индикаторов оценки эффективности науки.

В работах современных авторов, раскрывающих методический, информационно-технологический и ресурсный арсенал современной наукометрии, мы сталкиваемся с «размытостью» понимания объекта измерения и слежения (мониторинга). Методологический характер приобретает вопрос об объекте изучения и измерения: «творческая продуктивность»/ «продуктивная деятельность человека» (Э.М. Мирский [4]), количественная и качественная структура документопотоков (О.Б. Сладкова [5]), приращение знания новыми идеями или иные решения?

Целесообразность использования количественных методов в аналитике и прогнозировании социокультурной сферы доказана многими учёными, например, Г.А. Голицыным и В.М. Петровым [6]. Доказательной базой объективного характера библиометрии как инструмента оценки социально-гуманитарных наук, ориентиром в поиске путей её развития выступают библиографические теории 1990-х гг. [7, 8], в частности, информографическая теория Н.А. Слядневой [9], которая расширила границы применения библиографии как особого метода преобразования реальности – от книжной культуры и совокупного документного массива на всю систему человеческой активности, Универсум человеческой деятельности (УЧД). Эта теория доказывает универсальный, отчасти методологический характер библиографической деятельности, библиографического метода для любой системы/элемента системы /объекта информационного генезиса.

Между тем, именно информографическая теория Н.А. Слядневой позволяет увидеть не только несовершенство современной библиометрической методологии, но и отсутствие исследований, направленных на её развитие в русле интеллектуализации как мейнстрима информационного развития.

В условиях интеллектуализации, которая выводит на новый уровень анализа и создания знания в цифровом пространстве, мы придерживаемся понимания возможностей библиографического метода, сложившиеся в до-компьютерную эпоху, и выбираем документ в качестве объекта библиографического отражения и информационного мониторинга. Между тем, существует востребованность и технологическая возможность для выбора в этом качестве всего разнообразия суверенных информационных объектов: смысла, текста, документа, автора [9], контекста [10, 11], дискретных и системных объектов разного уровня [10,12], а также деятельностных процессов, обеспечивающих производство нового гуманитарного знания [12] процессов социального функционирования и восприятия (перцепции, одобрения и т.д.), что

имеет принципиальное значение именно для социальных и гуманитарных наук. Учитывая роль текста в социально-гуманитарных исследованиях, количественной оценке следует подвергать не только публикационную активность (уровень документного представления текста, смыслов и идей), но и мониторинг по всему предложенному выше разнообразию.

Характер функционирования информационных объектов в пространстве научного знания, уровень их значимости не может измеряться только цитированием, ибо диффузия новых идей в социальных и гуманитарных науках нередко формирует и мировоззренческие, и идеологические платформы, и философию, и шлейф трактовок, которые более значимы по своему воздействию на мир гуманитарного знания, чем использование текстового фрагмента из какого-нибудь источника. Хотелось бы еще раз обратить внимание на то, что трансфер гуманитарного знания часто сопровождается деперсонализацией, обобщением знания, нечёткостью оформления идей и образов [13], а обращение к работам предшественников нередко присутствует в качестве латентных (контекстных) библиографических форм: упоминаний, аллюзий, обобщений, что не всегда отражается библиографическими описаниями, оформленными по ГОСТу.

Социальные и гуманитарные науки отличаются спецификой механизмов продвижения идеи в отраслевых информационных потоках. В естественных, технических и иных науках принципиальное значение имеет скорость представления и использования идеи в системе научных коммуникаций, что и определяет приоритет статьи и целый ряд параметров наукометрического анализа. В социальных и гуманитарных науках нередко проходят десятилетия, прежде чем значимая идея становится заметной, её начинают активно «цитировать». При этом быстрота социальной диффузии достижений гуманитарных наук практически не зависит от популярности или качества рецензирования журналов, в которых они представлены. Отчасти это – одна из причин того, что в социальных и гуманитарных науках наиболее эвристичным показателем результативности в гуманитарной сфере выступает монография или диссертация как комплексный, итоговый результат научной деятельности. Этот пример отраслевой специфики, как и многие другие, показывает, что параметры анализа, изначально созданные для сопоставления близких областей знания, и их количественные показатели, не могут быть одинаковы и применяться для междисциплинарного сравнения.

Современный наукометрический инструментарий, иные формальные инструменты оценивания эффективности научной деятельности не позволяют выявлять закономерности именно процесса создания оригинального знания, не позволяют оценивать новизну идей (смыслов), их значимость для теории и практики. В связи с этим актуальность обретает модернизация системы мониторинговых индикаторов развития социальных и гуманитарных наук: их разработка, обоснование, апробация, проектирование условий интеграции.

Одна из сегодняшних «ловушек» состоит в преобладании внимания к формам научной активности над её оценкой, над вниманием к *результату* научной работы, что изменяет структуру временных затрат на научную работу, информативность публикаций, уровень информационного шума в научных коммуникациях в социальных и гуманитарных науках. В основе научно-информационной деятельности современного учёного всё чаще лежит не уровень готовности нового знания /его фрагмента к публичному представлению (законченность эмпирических исследований и экспериментальных работ, доказательство достоверности полученных данных, сформированность новой концепции, готовность модели, методики и т.п.), а следование публикационной стратегии – «классической», «новаторской» или «спекулятивной».

В числе наиболее значимых форм научной активности выступает представление результатов исследовательской деятельности на научных мероприятиях (конференциях, симпозиумах, конгрессах). Дифференциация оценок данной формы научной активности базируется на организационных условиях, которые должны обеспечить качество информации, поступающей в систему научных коммуникаций (наличие экспертного органа, определяющего политику и качественные параметры избранного формата взаимодействия учёных (состав организационного комитета научного мероприятия); отраслевое/тематическое/проблемное профилирование; отбор участников и материалов в соответствии с заданными параметрами; рецензирование материалов для публикаций; организация обсуждения).

Вместе с тем, в информационном пространстве современной науки формат конференции (и соответственно, участия ученого в конференции) должен получить критическую оценку, чтобы не дискредитировать саму суть мероприятия, организуемого для обмена новыми идеями и результатами актуальных научных исследований как наиболее оперативного способа их трансляции.

Пул научных конференции в сфере социально-гуманитарных наук демонстрирует экстенсивные механизмы. Анализ программ и изданий материалов более 70 конференций, статей информационного характера, представляющих результаты проведенных конференций в периодических научных изданиях, показал следующие закономерности:

а) лавинообразное увеличение количества конференций-«клонов», идентичных друг другу не только по тематике, но и по составу участников, логике секционного деления. По ряду научных направлений повторяемость круга участников составляет: в изданиях материалов конференций – в среднем 60-65%, в программах «очных» выступлений – 35-45%. Повторяемость круга участников регулярных (ежегодных, биеннальных) конференций составляет: в изданиях материалов конференций – 80-85%, в программах «очных» выступлений – 65-70%. «Пилотный» выборочный сравнительный анализ «повторяющихся случаев» показывает, что дальнейшее изучение данного явления требует отказа от «погоны» за самоплагиа-

том и выявления тематической идентичности авторских профилей и необходимости акцентирования на «смысловой масштабности» и научной новизне выступлений и публикаций;

б) основное внимание организаторов конференций уделяется их статусу, который определяется формализованными параметрами: аффилиацией участников, их официальным и неофициальным научным статусом. Но сама сущность конференции как научного мероприятия требует концентрации на отборе самых актуальных, «свежих» достижений, обладающих научной новизной. В социальных и гуманитарных науках, где нечёткие формулировки научных результатов нередко слабо реферируются, «тонут» в языковых практиках, имеется определенная сложность с выявлением целевых ориентиров и подведением итогов научных конференций. Это определяет целесообразность выработки методик содержательной оценки конференции, её теоретической и практической значимости как критериев её социальной эффективности (в том числе, и с позиций финансово-ориентированного подхода);

в) большинство конференций по социальным и гуманитарным наукам не являются в реальности площадками апробации «новых» идей, не организуют обсуждения мнений. Социальные и гуманитарные науки демонстрируют приоритет классических выступлений, в результате чего тайминг оставляет время только для немногочисленных вопросов. Популярность интерактивных форматов научных конференций (панельные обсуждения, хакатоны, «печа-куча» и т.п.) демонстрирует симулятивные, игровые механизмы во «взрослой» аудитории и даёт необходимый эффект, как правило, только в молодёжной аудитории. С точки зрения социологии науки диффузия новых научно-коммуникативных практик и форматов может быть катализирована инструментами личностной мотивации (интерес, неформальное общение и т.д.), но не прессингом новых формальных норм оценки эффективности научной деятельности;

г) дихотомия «очная форма» – «заочная форма» как основа для оценочной дифференциации научных конференций.

В комментарии к одному из постов в профильной группе «Общедоступная группа «РИНЦ / eLibrary.ru (неофициальная группа)» социальной сети Фейсбук В.А. Глухов справедливо отметил необходимость нового обозначения конференций, нарушающих логику и этические нормы данной формы научной коммуникации (например, хищные/хищнические конференции по аналогии с «хищническими журналами») [14].

На наш взгляд, необоснованным выглядит требование реального, физического присутствия учёного на мероприятии в условиях цифровых трансформаций научного пространства, новых ориентиров, поставленных Национальным проектом «Наука» (например, п. 2.7. – ввод в эксплуатацию к 31 декабря 2021 г. «единой цифровой платформы научного и научно-технического взаимодействия, организации и проведения совместных исследований в удалённом доступе, в том числе с участием зарубежных ученых»

[1]). Медленное внедрение в систему социальных и гуманитарных научных коммуникаций возможностей удалённого участия ученых в научных мероприятиях, коллаборации, экспертизе [15] приводит к нерациональному расходованию бюджетных средств.

Проблема состоит и в том, что ряд «очных» конференций по социальным и гуманитарным наукам подчас вносит больше информационного шума, повторяемости, ретрансляции банальных выводов, нежели конференции, основные участники которых ограничиваются представлением письменных текстов (тезисов, докладов), часто более значимых для социальных и гуманитарных наук, чем устные выступления. Именно формат «очных» конференций по социальным и гуманитарным наукам заставляет задуматься об отсутствии того, что П. Фейерабенд [16] называл «пролиферацией», преумножением конкурирующих теорий, научных новаций. Открытость видеозаписей докладов, прямых трансляций позволяет сделать предположение о том, что большинство результатов (особенно промежуточных) современных социальных и гуманитарных исследований, не воспринимается профессиональным сообществом в устном виде и не имеет должного эффекта для развития научного знания.

Поиск новых форматов научных коммуникаций, действительно позволяющих оценивать качество представляемых результатов социальных и гуманитарных наук, приводит к целесообразности применения в этих науках научно-информационных практик, связанных с регистрацией и защитой интеллектуальной собственности, которые более привычны для естественных, технических и других наук. Преимущество патентной экспертизы результатов научно-исследовательской деятельности над научным рецензированием публикаций ярко прослеживается в аргументах, представленных О.П. Неретиным: оценивание новизны полученных научных результатов «по существу» (вместо оценки степени оригинальности текста и поиска некорректных заимствования текстовых фрагментов), по значимости для практики (уровень готовности к внедрению) и др. [17].

Подводя итог, мы хотели бы сконцентрировать внимание разработчиков новых методик оценки эффективности работы научных организаций и научных сотрудников на классическом методологическом инструменте – деятельностном подходе, предполагающем отражение логики научной деятельности, четкое моделирование её структуры. В этой структуре система научных коммуникаций занимает значимые, но инфраструктурные позиции, а система целеполагания в научной деятельности должна сводиться к производству нового знания, а не к оттачиванию публикационной стратегии и внешней активности.

Это принципиально важно понимать сегодня, когда именно этими инструментами управления наукой, её стратегической аналитики закладывается методология и идеология интеллектуальных информационных систем, которым и будут в ближайшие годы делегированы функции мониторинга и оценки научной деятельности. В связи с этим целесообразно сконцентрировать усилия на оптимизации процессов получения знания «о на-

учной деятельности», отбора действительно информативных параметров, объектов слежения и итераций научного творчества для последующего моделирования в информационных системах нового уровня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Паспорт национального проекта «Наука». Утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 N 16. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=319304&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.059814900025894735#08019491458200623> (дата обращения: 01 февраля 2020 г.).
2. Налимов В.В., Мульченко З.М. Наукометрия. Изучение науки как информационного процесса. – М.: Наука, 1969. – 192 с.
3. Королева Т.С., Васильев И.А., Торжков И.О. Критерии оценки эффективности деятельности научных учреждений // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2014. – № 2. – С.94-111.
4. Мирский Э.М. Междисциплинарные исследования и дисциплинарная организация науки. – М.: Наука, 1980. – 304 с.
5. Сладкова О.Б. Информационный мониторинг: теоретико-методологические основы. – М., 2002.
6. Голицын Г.А., Петров В.М. Социальная и культурная динамика: долговременные тенденции (информационный подход). – М.: КомКнига, 2005. – 269 с.
7. Астахова Л.В. Научные основания библиографической деятельности: Теоретико-методологическое исследование библиографического познания. – М., 1997.
8. Зусьман О.М. Библиографические исследования науки: дис...д-ра пед. наук. – СПб, 1998. – 456 с.
9. Сляднева Н.А. Библиография в системе Универсума человеческой деятельности: Опыт системно-деятельностного анализа. – М.: Изд-во МГИК, 1993. – 225 с.
10. Лопатина Н. В. Создание компьютерного аналога рекомендательного библиографического пособия по художественной литературе (вопросы теории и методологии): автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1996. – 16 с.
11. Суминова Т.Н. Персональная документография киноискусства: теоретико-методические основания и тенденции развития: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М.: МГУК, 1996. – 16 с.
12. Чазова С.А. Информационно-библиографический мониторинг литературного процесса: дис. ... канд. пед. наук. – М., 2000.
13. Лопатина Н.В. Библиометрия в социально-гуманитарных науках и аналитике социокультурной сферы: отраслевой подход // Информация и инновации. – 2017. – №S1. – С. 106-110.
14. Глухов В.А. [Комментарий] // Фурсов, Андрей. «Изменилась ли трактовка Научной электронной

- библиотекой терминов "очная конференция" и "заочная конференция"», 31 января 2020 года: 08 час. 57 мин. *Facebook*, Общедоступная группа «РИНЦ / eLibrary.ru (неофициальная группа), [Сообщение в социальной сети]. – URL: <https://web.facebook.com/groups/683582201821904/> (дата обращения: 01 февраля 2020 г.).
15. Антопольский А.Б. Научная информация и электронное пространство знаний / под ред. Д.В. Ефременко. [Препринт] – М.: ИНИОН РАН, 2020. – 300 с.
16. Фейерабенд П. Избранные труды по методологии науки: переводы с англ. и нем. / общ. ред. и авт. вступ. ст. И.С. Нарский. – М.: Прогресс, 1986. – 542 с.
17. Неретин О.П. Патентная информация как канал представления научных результатов диссертаций на соискание учёной степени // Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность. – 2019. – №8. – С.5-10.

Материал поступил в редакцию 04.02.20.

Сведения об авторе

ЛОПАТИНА Наталья Викторовна – доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой библиотечно-информационных наук Московского государственного института культуры
e-mail: dreitser@yandex.ru

ДОКУМЕНТАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

УДК [002:001.893]: [004:539.1]

А.И. Терехов

Библиометрические тенденции в квантовой обработке информации

Представлены результаты библиометрического анализа исследований по квантовой обработке информации за 2000-2017 гг. В качестве источника данных использован Science Citation Index Expanded (SCIE). Выявлены страны со значимыми объемами проводимых исследований, а также основные участники "квантовой гонки". В терминах анализа социальных сетей с применением индекса Солтона изучена структура соавторской сети; при анализе цитирования использованы показатели, основанные на подсчете не только среднего числа ссылок на публикацию, но и высокоцитируемых публикаций в сегментах топ-1% и топ-10%. Выявлены источники и структура спонсорской поддержки публикуемых результатов в области квантовой обработки информации. Позиции России оценены по всем рассмотренным показателям.

Ключевые слова: квантовая обработка информации, данные Science Citation Index Expanded, библиометрический анализ, соавторская сеть, цитирование, спонсорская поддержка

DOI: 10.36535/0548-0019-2020-04-5

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы квантовые компьютеры неизменно попадают в топ-списки многообещающих глобальных технологий (например, [1, 2]). Иногда по значимости квантовые компьютеры ставят даже выше находящегося на пике популярности искусственного интеллекта [3]; как бы то ни было, они способны и здесь внести свой весомый вклад. Возникшая около 40 лет назад идея объединения квантовой механики с классической машиной Тьюринга [4] в начале 2000-х гг. обрела черты практической достижимости, что положило начало мировой гонке за "квантовое будущее". По оценке участников семинара [5] фундаментальные исследования играют ключевую роль в развитии квантовых технологий, поэтому анализ их структуры и динамики представляет интерес. Такой анализ полезен для детализации общей динамики и роли российских исследований публикационной активности [6], особенно на передовых направлениях науки.

Предварительно отметим: квантовые компьютеры и вычисления тематически вплетены в более широкую научно-технологическую область – квантовую обработку информации (КОИ), куда входят также

квантовая связь и квантовая метрология¹, поэтому КОИ целесообразно анализировать как единое целое. Для изучения развития наукоемкой области, при всех существующих оговорках (см. [6]), часто применяют библиометрию. Однако в силу различных интересов не все результаты исследований в области КОИ попадают в открытую печать. Учитывая это, тем не менее, есть основания рассмотреть процессы формирования научной основы КОИ через призму библиографических баз данных, в частности, наиболее авторитетной в мире политематической базы данных Science Citation Index Expanded (БД SCIE). С использованием этой БД в настоящей статье выполнен библиометрический анализ развития КОИ в период 2000-2017 гг., в центре внимания которого основные участники исследований, международная научная кооперация и цитируемость публикаций.

¹ Создание квантовозащищенной связи (с помощью квантовой криптографии) относят к факторам особой важности для национальной безопасности; продукты же квантовой метрологии (например, датчики, усовершенствованные с помощью квантовой информатики) считают ближайшими кандидатами к выводу на рынок [7].

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Выборка публикаций формировалась в два этапа. Сначала в БД *SCIE* были выделены 4 тематические журнала: "*Quantum Information & Computation*" (США), "*Quantum Information Processing*" (США), "*International Journal of Quantum Information*" (США), "*npj Quantum Information*" (Великобритания), публикации которых включены в выборку полностью. Далее, по содержанию этих журналов (просматривались названия и аннотации статей) сформирован набор поисковых ключевых терминов, который после тестирования в БД и экспертной корректировки включал 85 терминов, тематически охватывающих квантовые компьютеры и вычисления, связь и криптографию, зондирование и метрологию. Применение такой комбинированной процедуры позволило за рассматриваемый период извлечь из БД *SCIE* около 47,7 тыс. релевантных публикаций (*article, review, proceedings paper, letter*), составивших исходную выборку для настоящего анализа.

ОСНОВНЫЕ УЧАСТНИКИ МИРОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Согласно БД *SCIE*, квантовая обработка информации относится к достаточно, однако не экстремально, быстро растущим научным областям: среднегодовой темп роста публикаций по этой теме за последние 9 лет составил 6,4% против 4,0% – для всех публикаций; 9,0% – для нанопубликаций и 11,6% – для углеродных наноструктур. Хотя бы одну работу в области КОИ за рассматриваемый период опубликовали 110 стран, 46 из них – более ста работ (Приложение 1). Географически в эту группу входят: 24 страны из Европы, включая Россию и 19 представителей Европейского Союза (ЕС); 11 стран из Азии; по три страны из Северной Америки и Южной Америки, а также из Африки; две страны из Австралии и

Океании. На рис. 1 виден стремительный прогресс Китая, который уже в 2008 г., обогнав США, вышел на 1-е место по публикационной активности в этой области. Ведомый Китаем БРИКС пока не догнал группу стран G7 (Великобритания, Германия, Италия, Канада, США, Франция, Япония), как это произошло, например, в таком перспективном ответвлении нанотехнологий, как нанофотоника [8]. Вклад России в мировой публикационный выход за 2000–2017 гг. составил 3,3%; его повышение на конец периода до 3,8% не позволило ей, однако, войти в Топ 10 стран по продуктивности.

Вхождение всех членов G7 в первую десятку стран по масштабам исследований, с одной стороны, показывает значительный интерес к КОИ промышленно развитых лидеров мира, а с другой, – подчеркивает высокий уровень требований к исследовательским возможностям. Тем не менее, ситуация не статична. Для иллюстрации выделим в массиве публикаций те, которые выполнены только странами G7, только странами "остального мира" (исключая G7) и при сотрудничестве стран из G7 и "остального мира" (смешанные коллаборации). Рис. 2 показывает, что в начале периода исследования концентрировались преимущественно внутри группы G7, а основная динамика в первом полупериоде состояла в интенсивном перераспределении долей от G7 к "остальному миру"; после того как доля последнего установилась в районе 46-50%, двигателем изменений во втором полупериоде стало перекрестное сотрудничество между двумя группами. К концу периода доля работ, выполненных смешанными коллаборациями, составила 45,2% от публикационного выхода группы G7 и 31,5% – "остального мира". Приведенный пример наглядно демонстрирует глобализацию исследований и рост перекрестного сотрудничества в области КОИ, однако из-за высокой агрегированности не позволяет пока сделать более конкретных выводов.

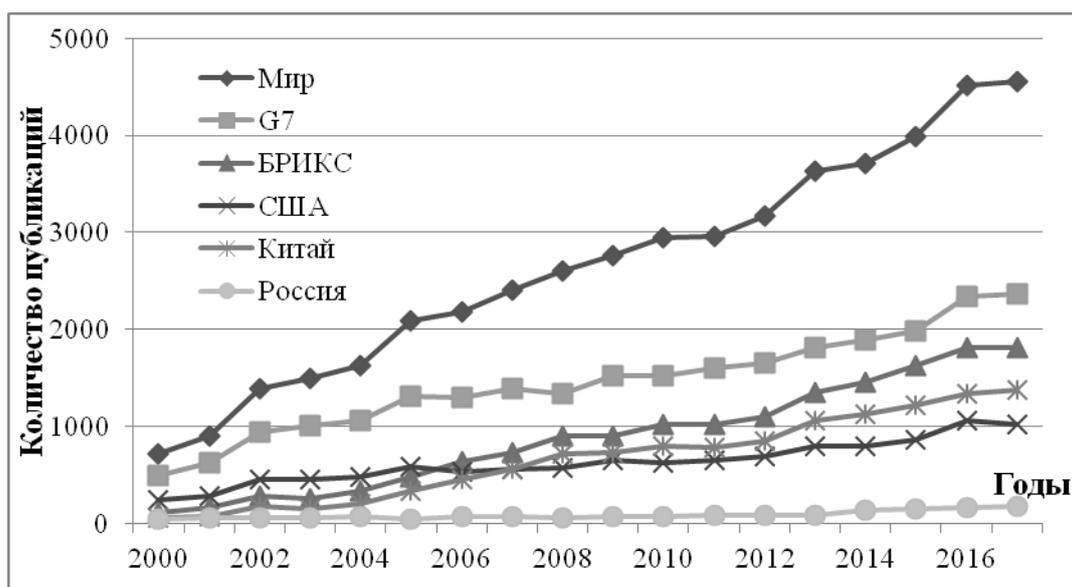


Рис. 1. Динамика публикационной активности в области квантовой обработки информации: мира, отдельных стран и их групп

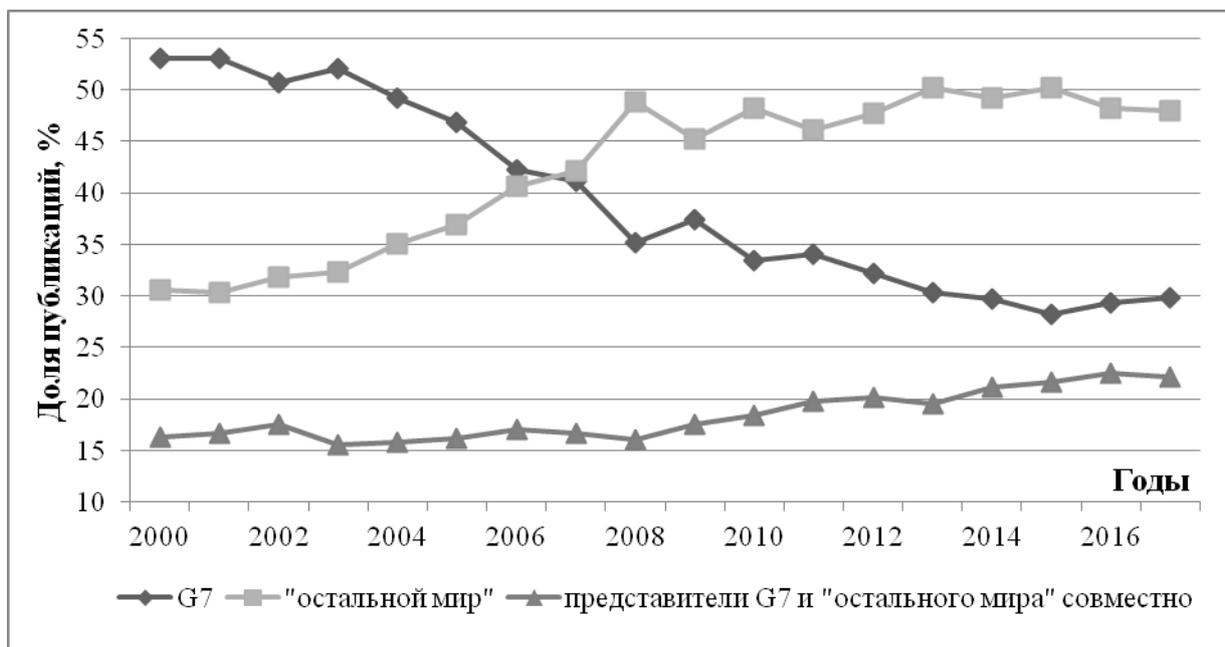


Рис. 2. Изменение публикационного вклада выделенных групп стран

МЕЖДУНАРОДНОЕ НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО (СОВАВТОРСТВО)

Характерная черта современной науки – международное сотрудничество. Согласно [9], доля научных публикаций с международным соавторством за 20 лет более чем удвоилась и составляет к настоящему моменту около 25%. Международные соавторские сети становятся важным фактором организации исследований, расширяющим и дополняющим национальные системы, что повышает интерес к их изучению.

Выполненные расчеты показали, что, несмотря, казалось бы, на повышенную конфиденциальность, для исследований в области КОИ характерна интенсивная международная кооперация. Так, 31,4% всех публикаций имели международное соавторство, причем доля таких публикаций выросла за рассматриваемый период с 25,7% в 2000 г. до 28,6% в 2008 г. и до 34,7% в 2017 г. Доля публикаций с международным соавторством в группе 46 стран варьируется достаточно сильно: от 19,6% у Ирана до 89,1% у Саудовской Аравии (см. Приложение). Медианное значение этого показателя в группе составляет 64,3%. Интересно, что большинство европейских стран (16 из 24) попало в верхнюю, а большинство азиатских (9 из 11) – в нижнюю части разбиения. Доля международно-соавторских публикаций у лидеров (Китая и США), а также России ниже медианного значения, однако, если у США и России она составляет примерно 48%, то у Китая близка к нижнему пределу (~22%).

Охарактеризуем сеть соавторских связей 46 стран, обладающую достаточно высокой плотностью: ~76%. Максимальную близость к центру разбиения (=1) в этой сети имеют США, Италия и Япония. Далее следуют Германия, Великобритания и Канада (0,98), Франция и Испания (0,96); минимальную – (0,29) Марокко. Показатель России – 0,89. Нормированная

центральность по степени близости к центру всей сети – 0,25 – свидетельствует о том, что сеть слабо централизована. Чтобы продолжить анализ структуры сети, учтем силу соавторских связей, для измерения которой используем индекс Солтона – IS^2 . Согласно расчетам, наиболее сильные соавторские связи были у Египта и Саудовской Аравии ($IS=0,371$), Чехии и Словакии (0,187), США и Канады (0,149), Египта и Малайзии (0,127), Великобритании и Сингапура (0,122), Германии и Испании (0,119), Германии и Австрии (0,117), Германии и Великобритании (0,109), Саудовской Аравии и Марокко (0,109), Великобритании и Италии (0,105). Остальные значения IS не превышают 0,1. Можно заметить, что за тремя самыми сильными для данной сети связями стоит фактор "географического соседства". Разобьем совокупность соавтор-

² Индекс Солтона как показатель силы сотрудничества.

Довольно естественно, что у стран с большим публикационным выходом больше шансов и на сотрудничество; однако сотрудничество между менее продуктивными странами также может быть важным для одного или обоих партнеров. Чтобы учесть это, требуется показатель силы кооперационных связей между парами стран, который нормализован относительно объемов публикаций обоих партнеров. Таким показателем может служить индекс Солтона (IS), который впервые в библиометрической практике предложен в [10], впоследствии же стал активно применяться при анализе сетей международного соавторства [11, 12]. IS для пары стран рассчитывается путем деления числа их соавторских публикаций на среднее геометрическое чисел всех публикаций каждого из партнеров; т. е. это – не имеющий размерности показатель силы сотрудничества. Согласно определению, IS варьируется от 0 (если у пары стран нет соавторских публикаций) до 1 (если все публикации обеих стран являются соавторскими). На практике же его значения обычно находятся в диапазоне от 0 до 0,1 для большинства пар стран.

ских связей, согласно значению IS, на четыре примерно равные части с помощью квартилей. Обозначим через S_1 – нижнюю часть разбиения (с наименьшими значениями IS). Далее, по порядку: S_2 – вторую, S_3 – третью и, наконец, S_4 – верхнюю (с наибольшими значениями IS) части. Заметим, что 45 стран, исключая Турцию, имеют хотя бы одну соавторскую связь из S_4 ($IS \geq 0,02$). Десять стран (члены G7, а также Россия, Швейцария и Швеция) образуют в S_4 наибольшую клику³, т.е. представляют подгруппу стран с внутренне устойчивыми связями соавторства в рассматриваемой научной области. Заменяя в этой подгруппе Россию на Сингапур или Нидерланды, получаем две другие наибольшие клики в S_4 . Дальнейший анализ структуры международной сети, в частности, показал:

1) высокая плотность (90,6%) характеризует соавторские связи 19 стран ЕС. Среди них выделяется группа стран (Германия, Великобритания, Италия, Франция, Испания, Польша, Австрия, Нидерланды, Швеция, Дания, Бельгия) с сильными связями, которые на 89% принадлежат S_4 и на 11% – S_3 . К этой группе стран довольно тесно примыкают Чешская Республика и Венгрия, а из стран, не входящих в ЕС, – Швейцария. Наиболее слабо интегрированы в соавторскую подсеть стран – членов ЕС Румыния, Португалия и Ирландия;

2) для азиатских стран, включая Египет (который частично находится в Азии), характерно преобладание более слабых внутригрупповых связей соавторства: 65% из них принадлежат $S_1 \cup S_2$. Однако и здесь можно выделить две устойчиво связанные подгруппы стран (клики размера 4 и 3, соответственно, со связями в S_4): Китай – Япония – Сингапур – Южная Корея и Египет – Саудовская Аравия – Малайзия. По силе перекрестных соавторских связей (например, с 11-ю выделенными странами ЕС, США и Канадой – см. п. 1) азиатские страны делятся на две подгруппы: {Китай, Япония, Индия, Сингапур, Южная Корея, Израиль} и {Иран, Тайвань, Египет, Саудовская Аравия, Пакистан, Малайзия}. У первой группы преобладают более сильные перекрестные связи (на 85% из $S_4 \cup S_3$), у второй – более слабые (на 68% из $S_1 \cup S_2$). Наиболее тесно с выделенной группой западных стран сотрудничают Сингапур и Япония, наименее тесно – Пакистан и Малайзия. Добавим, что Сингапур и Япония представляют Азию в наибольшей клике (размера 10) в S_4 ;

3) конкретные примеры сочетания локальных (местных) и глобальных соавторских связей в $S_4 \cup S_3$ дают скандинавский (Швеция – Финляндия – Норвегия) и азиатский (Египет – Саудовская Аравия – Малайзия) "треугольники", латиноамериканский (Бразилия – Мексика – Аргентина – Чили) "четырёхугольник". Первый из "треугольников" входит в максимальную клику размера 9, включающую также США, Германию, Испанию, Россию, Польшу и Данию, второй – в максимальную клику размера 5 вместе с Марокко и Италией. Латиноамериканский "четырёхугольник" входит в максимальную клику размера 9 вместе с Испанией,

США, Германией, Италией и Францией. В свою очередь, Новая Зеландия вместе со своим географическим соседом – Австралией – входят в максимальную клику размера 7 в $S_4 \cup S_3$, включающую также Норвегию, США, Германию, Россию и Данию. Довольно сплоченную группу (клику в $S_4 \cup S_3$) образуют 4 страны бывшего социалистического лагеря: Польша, Венгрия, Чехия и Словакия. Однако расширению этой группы за счет России, Украины и Румынии мешают слабые связи России с Чехией, а Польши с Украиной и Румынией. Данная клика входит в максимальную клику размера 12 вместе с США, Германией, Великобританией, Японией, Францией, Швейцарией, Австрией и Данией. Экономическое сотрудничество партнеров по БРИКС пока не привело к заметному усилению их научной кооперации на примере квантовой обработки информации: хотя члены блока и имеют соавторские связи друг с другом, эти связи еще достаточно слабы (входят в S_2);

4) согласно индексу Солтона, в число наиболее предпочтительных партнеров для России входят Германия, США, Франция, а также Норвегия и Украина. Заметим, что у двух последних стран с относительно небольшим количеством публикаций Россия в порядке партнерских предпочтений на 1-м и 2-м местах, соответственно. Это обстоятельство может свидетельствовать о высокой обоюдной склонности к сотрудничеству. У остальных стран, кроме Новой Зеландии, Россия не входит в пятерку предпочтительных партнеров.

Таким образом, международную соавторскую сеть в области КОИ характеризует наличие наиболее сплоченной группы развитых стран (членов G7, Швейцарии и Швеции), к сотрудничеству с которыми стремятся многие другие страны. Вхождение России, совместно с этой группой, в наибольшую клику в S_4 косвенно свидетельствует о достаточно высоком уровне ее исследований. Напротив, члены БРИКС, хотя и образуют клику, пока еще слабо сотрудничают друг с другом. Европейские страны, за некоторым исключением, демонстрируют значительно большую внутреннюю сплоченность, чем азиатские, часть из которых сильнее тяготеет к сотрудничеству с западными партнерами. Отметим, что подобный анализ с применением сетевых инструментов помогает глубже понять структуру научного сотрудничества и мог бы быть продолжен, в том числе и путем перехода на уровень научных организаций.

Другой важной стороной международной кооперации является интернационализация финансирования исследований⁴. Согласно данным БД SCIE, свыше тысячи финансирующих организаций (или научных программ) разных стран упомянуты в ссылках на спонсорскую поддержку в публикациях по КОИ за 2008-2017 гг. Наиболее активные из этих ор-

³ клика – термин теории графов. Здесь означает подмножество стран, любые две из которых имеют соавторские связи.

⁴ С августа 2008 г. в базы данных WOS, в первую очередь в БД SCIE, вводятся на регулярной основе указания на спонсорскую поддержку, содержащиеся в публикациях. Накапливаемая с тех пор информация открывает возможности для анализа структуры финансирования той или иной научной области, увязки научного входа и выхода, расширяя тем самым рамки традиционной библиометрии.

ганизаций (табл. 1) представляют собой научные фонды, исследовательские советы, государственные и международные программы, военные и разведывательные агентства. Вместе они отражают многообразие интересов коллективного мирового "заказчика" исследований в области КОИ. Американские финансирующие организации совокупно поддержали публикации, (со)авторами которых были ученые, более чем из 60 стран. Для китайских и российских финансирующих организаций количество поддерживаемых стран было несколько меньшим: 48 и 42, соответственно. В большинстве случаев международная спонсорская поддержка публикаций сопровождается присутствием в составе их авторов хотя бы одного ученого из спонсирующей страны. Примечательно, однако, что в области квантовой обработки информации США (даже в лице своих военных и разведывательных агентств) поддерживают, причем в заметном количестве (около 13% случаев), чисто иностранные авторские коллективы. Для сравнения: уровень аналогичной поддержки со стороны Китая не превысил 1%, а российские финансирующие организации практически не поддерживали публикаций, среди (со)авторов которых отсутствовали бы россияне.

В агрегированной форме структура финансовой поддержки отечественных публикаций выглядит так: 39% из них были поддержаны только российскими, 14% только зарубежными финансирующими организациями, 25% – теми и другими совместно. Еще 22% публикаций не содержали указаний на спонсорскую поддержку (по причине ее отсутствия или "недос-

мотра" авторов). Уже эти сведения содержат некоторую характеристику публикаций. Например, в отношении третьей группы публикаций можно заметить: то, что соответствующее исследование еще на стадии проектной заявки прошло многостороннюю экспертизу, объективно добавляет им шанс быть процитированными. Вторая же группа публикаций примечательна тем, что среди их авторов с российской аффилиацией вероятно встретит ученых, уже слабо связанных с отечественной наукой и не участвующих в реальном сотрудничестве (указание же аффилиации может быть просто "припиской"). Источники финансирования российских исследований представлены в табл. 2. Основным спонсор – Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ), однако размер его грантов оставался небольшим. Министерство образования и науки РФ финансирует довольно большое количество программ по поддержке науки, главные из которых – федеральные целевые программы, Российская академия наук ограничена в таких возможностях, да и практика ссылок на поддержку ее программ пока еще недостаточно укоренена. Хороший "вес" в поддержке квантовой обработки информации у Российского научного фонда (РНФ), начавшего свою грантовую деятельность только в 2014 г. Заметна поддержка российских исследований зарубежными спонсорами (преимущественно европейскими).

Таким образом, проведенный анализ показывает, что активное международное сотрудничество и софинансирование выступают характерной чертой развития исследований в области КОИ в их открытой части.

Таблица 1

Основные источники финансирования мировых публикаций по квантовой обработке информации, 2008-2017 гг.

Финансирующая организация	Страна	Доля поддержанных публикаций, %
Государственный фонд естественных наук	Китай	21,0
Национальный научный фонд США (ННФ США)	США	7,3
Европейские финансирующие организации (ЕФО)*	Европейский Союз	6,7
Управления научных исследований видов вооруженных сил США (сухопутных войск, ВВС, ВМС)	США	5,2
Исследовательский совет по инженерно-физическим наукам (ИСИФН)	Великобритания	4,4
Государственная программа развития фундаментальных исследований	Китай	4,3
Немецкое научно-исследовательское общество (ННИО)	Германия	3,1
Исследовательский совет Канады по естественным и инженерным наукам	Канада	3,0
Фонды фундаментальных исследований центральных университетов	Китай	2,3
Австралийский исследовательский совет	Австралия	1,9
Агентство передовых оборонных исследовательских проектов	США	1,7
Агентство передовых исследований в сфере разведки	США	1,4

* Это – зонтичное название, куда включены: *European Union* или *EU*, *European Commission* или *EC*, *European Research Council* или *ERC*, *EU FP6*, *EU FP7*, *Horizon 2020*, *EU Graphene Flagship* и др.

**Основные источники финансирования российских публикаций
по квантовой обработке информации, 2008-2017 гг.**

Финансирующая организация	Страна	Доля поддержанных публикаций, %
Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ)	Россия	39,2
Министерство образования и науки РФ (МОН РФ)	Россия	16,8
Российский научный фонд (РНФ)	Россия	11,5
ЕФО	Европейский Союз	11,3
Российская академия наук (РАН)	Россия	6,7
ННИО	Германия	6,3
Фонд "Династия"	Россия	5,3
Военно-научные структуры США	США	4,3
ННФ США	США	4,1
ИСИФН	Великобритания	2,3

АНАЛИЗ ЦИТИРОВАНИЯ

Цитируемость часто используют в качестве косвенного показателя влияния исследования или даже его качества. Хотя это нередко оспаривается, все же существует согласие, что высокоцитируемые статьи, как правило, более ценны, чем статьи, цитируемые реже или не цитируемые вообще. Интерес ученых в области наукометрии, а также запрос со стороны финансирующих агентств и научных администраторов, наряду с появлением соответствующих баз данных, способствовали тому, что анализ цитирования получил широкое распространение при оценивании исследований [13]. В настоящем разделе попытаемся оценить научное влияние отдельных стран (их групп) и институтов в области квантовой обработки информации с помощью показателей, основанных на цитировании.

На момент проведения обследования (март 2019 г.) публикации из исходной выборки были процитированы более 1,35 млн раз. В табл. 3 (столбец 2) приведен вклад стран в общее количество цитат. Лидируют США, за ними с большим отрывом следуют Германия и Великобритания, причем последняя лишь незначительно опережает Китай. Вклад Китая и России в общее количество публикаций (25,2 и 3,3%, соответственно) превышает их вклад в общее количество цитат (13,4 и 2,5%, соответственно), что служит первым сигналом о слабом влиянии публикаций обеих стран. Детализацию картины обеспечивает относительный показатель цитирования (ОПЦ)⁵, демонстрирующий среднюю цитируемость публикаций страны. Согласно рис. 3, публикации Китая и России (за исключением двух точек для последней) цитируются ниже среднемирового уровня, хотя в последние годы у обеих стран наметился определенный прогресс.

⁵ ОПЦ – относительный показатель цитирования рассчитывается путем деления средней цитируемости публикаций страны на среднюю цитируемость публикаций мира и показывает: выше или ниже среднемирового уровня (=1) цитируются публикации этой страны.

Путем сопоставления соответствующих графиков на этом рисунке можно видеть ту добавку к цитируемости, которую получают российские публикации с международным соавторством.

Распределения цитат обычно очень скошены вправо, что означает: львиная часть цитат приходится на небольшое количество публикаций, тогда как значительное большинство публикаций цитируется мало. В этом случае такие показатели, как относительный показатель цитирования, основанные на подсчете среднего числа ссылок на публикацию, логично дополнять показателями, основанными на подсчете высокоцитируемых публикаций. Поэтому рассмотрим топ-10% и топ-1% сегменты таких публикаций и связанные с ними индикаторы. Наличие публикаций в этих сегментах свидетельствует о вхождении страны в мировую исследовательскую элиту в конкретной области. Согласно табл. 3 (столбцы 3 и 4), США имеют наибольший "вес" в подобном элитном клубе в области КОИ. В свою очередь, Китай, обладая хорошей публикационной динамикой, к концу периода обошел по вкладу в топ-10% сегмент мировой литературы по КОИ все страны из первой десятки за исключением США. Однако, если для статьи из США (аналогично Германии, Великобритании, Японии, Франции, Испании) попадание в топ-10% сегмент увеличивает ее шанс повысить в дальнейшем свой элитный статус до топ-1% сегмента, то для статьи из Китая (аналогично Италии, Канады, России, Австралии) это, скорее, предел возможного, что следует из сравнения показателей в столбцах 3 и 4 табл. 3.

В библиометрии накоплено достаточно свидетельств о положительном влиянии соавторства, особенно международного, на цитируемость публикаций (см., например, [14, 15]). Подтверждение этому в нашем случае мы уже видели на примере России (см. рис. 3). Попробуем проверить наличие такого влияния, обратившись к нашему разбиению стран на три агрегированные группы.

Вклад стран в общее количество цитат, а также в топ-10% и топ-1% сегменты высокоцитируемых публикаций, 2000-2017 гг.

Страна	Доля цитат, %	Вклад в топ-10% (%)	Вклад в топ-1% (%)
США	40,4	42,0	53,0
Германия	16,8	17,9	22,4
Великобритания	13,6	16,3	18,2
Китай	13,4	14,7	10,5
Япония	7,8	7,9	9,6
Канада	7,4	8,9	8,2
Франция	6,4	6,6	9,4
Италия	6,4	6,3	4,2
Австралия	5,9	7,0	7,1
Испания	4,7	6,0	7,8
Россия	2,5	2,3	2,1



Рис. 3. Средняя цитируемость публикаций стран по отношению к среднему мировому уровню цитирования (жирная горизонтальная линия)

Для оценки того, насколько эффективно та или иная страна (группа стран) производит высокоцитируемые публикации, применяют так называемый индекс высокоцитируемых публикаций (ИВЦП) [16]. В случае топ-10% сегмента его определяют как:

$$\text{ИВЦП}_{\text{топ-10\%}} \equiv \text{ПП}_{\text{топ-10\%}} / 10,$$

где $\text{ПП}_{\text{топ-10\%}}$ – доля высокоцитируемых публикаций в общем выходе публикаций данной страны (наблюдаемое значение); 10 – доля таких публикаций в об-

щезируемом выходе (ожидаемое значение). По определению, если такое соотношение больше 1, то данная страна лучше "мира" как производитель высокоцитируемых (в сегменте топ-10%) публикаций и, наоборот. Как следует из рис. 4 и 5, именно смешанные коллаборации были самыми эффективными поставщиками элитных публикаций: в топ-10% сегмент – в течение всего периода; в топ-1% сегмент – в течение второго полупериода, что свидетельствует на примере КОИ: межгрупповые соавторские связи улучшают показатели цитируемости публикаций.

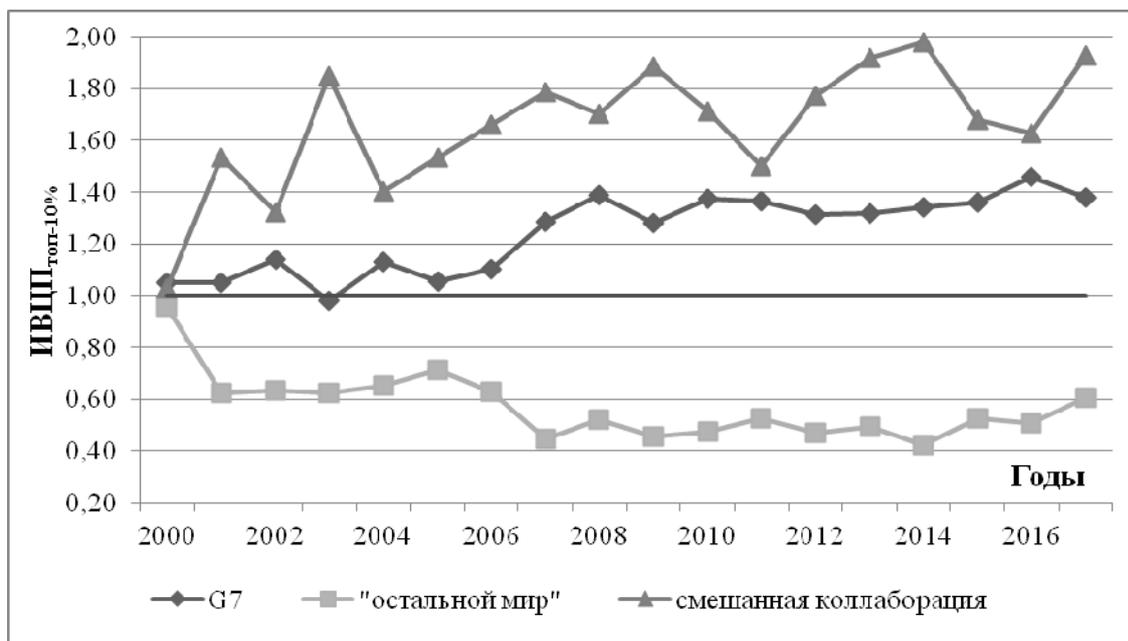


Рис. 4. Динамика индекса высокоцитируемых публикаций (топ-10%) для агрегированных групп стран

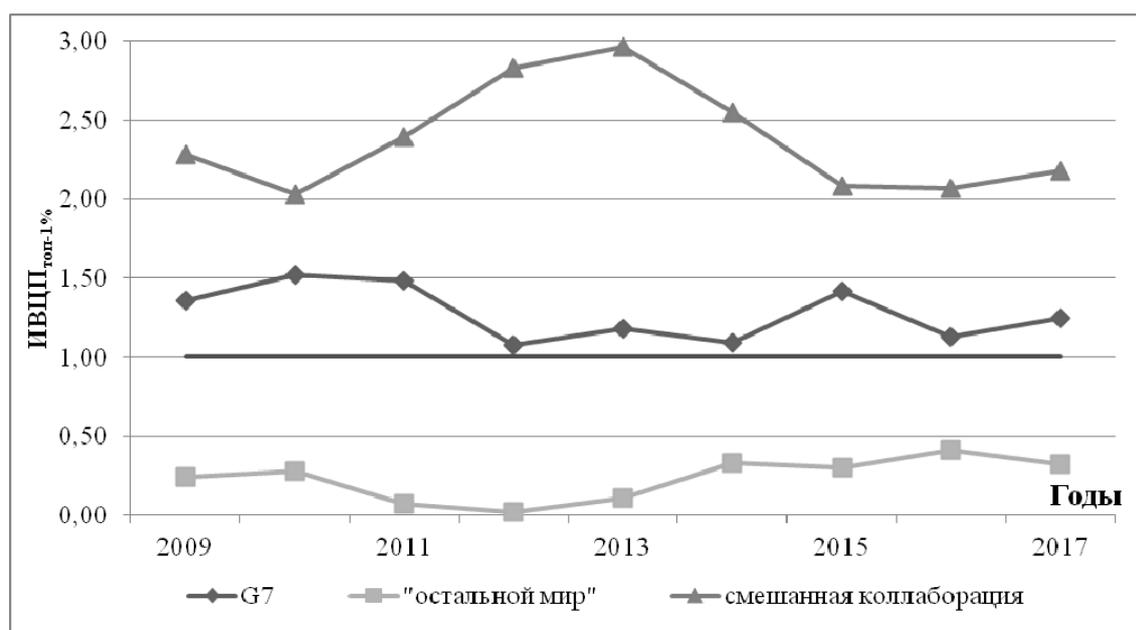


Рис. 5. Динамика индекса высокоцитируемых публикаций (топ-1%) для агрегированных групп стран

Россия заметно уступает первой десятке стран по показателям цитируемости, приведенным в табл. 3. Однако шанс попасть в элитную часть литературы по квантовой обработке информации для российской публикации несколько выше, чем для публикации из "остального мира" без стран G7: 7 против 5% для топ-10% сегмента и 0,6 против 0,3% для топ-1% сегмента, соответственно. Отечественные публикации по КОИ, хотя и не намного, "качественнее" аналогичных публикаций по нанопотонике [8]: по вкладу в топ-10% сегмент (2,3 против 2,1%) и по вкладу в топ-1% сегмент (2,1 против 1,6%) мировой научной

литературы в соответствующей области. При этом доля работ с международным соавторством в КОИ на 3 п.п. меньше, чем в нанопотонике.

В топ-10 и топ-1% сегментах мировой научной литературы по КОИ Россия представлена 110 и 10 публикациями, соответственно. 46 из 110 публикаций были подготовлены в соавторстве с учеными из США, 35 – из Германии, по 13 – из Канады и Италии, по 10 – из Японии и Франции. В наибольшем количестве публикаций из топ-1% (топ-10%) сегментов принимали участие российские организации: Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН – 4 (18); Физико-

технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН – 2 (15); Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН – 2 (10); Российский квантовый центр (РКЦ) – 1 (16). Таким образом, базовый вклад в развитие и международную "заметность" отечественных исследований по квантовой обработке информации внесли академические НИИ физического профиля; в свою очередь, специально созданный для этих целей в 2011 г. РКЦ также довольно активно включился в работу.

При анализе цитирования важно не только количество цитат, но и качество самих цитирующих публикаций, что заставляет сделать соответствующие оценки. На 21.03.2019 г. российские публикации были процитированы 34134 раза. Эти цитирования в 26% случаев содержались в публикациях американских, в 17% – китайских, в 15% – немецких, в 8% – британских, в 7% – японских ученых, за которыми следуют публикации остальных стран из лидирующей десятки. Даже чисто российские публикации цитировались преимущественно американскими, китайскими, немецкими и британскими учеными, т.е. отечественные исследования по КОИ, в целом, входили в сферу внимания лидирующих стран. Отметим также, что среди публикаций, ссылающихся на российские работы, 2,3% сами имели *высокую цитируемость для области* (по версии аналитической базы данных *Essential Science Indicators (ESI)*). В качестве сравнения, для публикаций, ссылающихся на американские и китайские работы, аналогичная доля была близка: 2,2 и 2,1, соответственно.

Таким образом, выполненный анализ цитирования выявил:

- довольно низкие позиции России по показателям, зависящим от объема публикуемых статей (доля цитат и др.); по ряду относительных показателей ситуация немного более оптимистична, например: по относительному показателю цитирования Россия не уступает Китаю, а в 2003 и 2006 гг. даже превосходила среднемировой уровень; по вероятности для опубликованной статьи войти в элитную часть мировой научной литературы она опережает "остальной мир" (без G7); "качественная" структура цитирующих ее работы публикаций (согласно ESI) такая же, как у США и Китая;

- Россия не находится на периферии мировых исследований, ее работы "видимы" и активно цитируются учеными из лидирующих стран;

- по сравнению с нанофотоникой российские исследования по КОИ характеризует большой вклад в мировые топ-10 и топ-1% сегменты высоко цитируемых публикаций, а также большее участие в этом академических институтов.

К результатам можно отнести также практическую демонстрацию положительного влияния международного сотрудничества специфического характера (между группами стран) на цитируемость публикаций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Квантовая обработка информации – появляющаяся область междисциплинарных исследований, способная создать прорывной потенциал для многих направлений в науке и технологиях. К настоящему моменту несколько десятков стран борются за "кван-

товое будущее". Развернувшаяся гонка сфокусирована на достижении "квантового превосходства" (этапа, на котором возможности квантового компьютера превзойдут возможности любого доступного классического компьютера), построении универсального квантового компьютера, обеспечении квантово защищенной связи. Хотя целый ряд решаемых задач уже находится на стадии инженерных разработок, в достижении основных целей еще много неопределенностей, преодоление которых невозможно без фундаментальных исследований. Это порождает потребность для заинтересованных сторон (правительств, компаний и др.) отслеживать и анализировать их продвижение, используя, в том числе, такой полезный инструмент, как библиометрия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gartner Top 10 strategic technology trends for 2019. Smart with Gartner. October 15, 2018. – URL: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019/>
2. 10 Breakthrough technologies 2017. MIT Technology Review. – URL: <https://www.technologyreview.com/lists/technologies/2017/>
3. Hurley W. Quantum computing, not AI, will define our future. November 17, 2018. –URL: <https://techcrunch.com/2018/11/17/quantum-computing-not-ai-will-define-our-future/>
4. Quantum information science. An emerging field of interdisciplinary research and education in science and engineering. Report of the NSF Workshop. US, Virginia, 1999, 36 p. – URL: <https://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf00101/nsf00101.pdf>.
5. Future directions of quantum information processing. A Workshop on the Emerging Science and Technology of Quantum Computers, Communication, and Measurement. US, Virginia, 2017, 37 p. – URL: https://basicresearch.defense.gov/Portals/61/Documents/future-directions/Future_Directions_Quantum.pdf?ver=2017-09-20-003031-450
6. Гиляревский Р.С., Либкинд А.Н., Маркусова В.А. Динамика публикационной активности России в 1993-2017 гг. по данным *Web of Science* // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2019. – № 3. – С. 1-13; Gilyarevskii R.S., Libkind A.N., Markusova V.A. Dynamics of Russian publications activity 1993-2017 based on Web of Science data // Automatic Documentation and Mathematical Linguistics. – 2019. – Vol. 53, № 2. – P. 51–63.
7. Quantum information science: Applications, global research and development, and policy considerations. Congressional Research Service. Report № R45409. 2018, 12 p. – URL: <https://fas.org/sgp/crs/misc/R45409.pdf>
8. Терехов А.И. Российские исследования по нанофотонике в глобальном контексте // Мировая экономика и международные отношения. – 2019. – Т. 63. – С. 29-39.
9. Wagner C.S., Park H.W., Leydesdorff L. The Continuing Growth of Global Cooperation Networks in Research: A Conundrum for National

Government // PLoS One: e0131816. DOI:10.1371/journal.pone.0131816.

10. Luukkonen T., Tijssen R.J.W., Persson O., Sivertsen G. The measurement of international scientific collaboration // *Scientometrics*. – 1993. – Vol. 28. – P. 15-36.
11. Glanzel W. National characteristics in international scientific cooperation // *Scientometrics*. – 2001. – Vol. 51. – P. 69-115.
12. International comparative performance of the UK research base – 2013. Elsevier B.V. 2013. – 118 p. – URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/263729/bis-13-1297-international-comparative-performance-of-the-UK-research-base-2013.pdf
13. Waltman L. A review of the literature on citation impact indicators // *Journal of Informatics*. – 2016. – Vol. 10. – P. 365-391.
14. Inzelt A., Schubert A., Schubert M. Incremental citation impact due to international co-authorship in Hungarian higher education institutions // *Scientometrics*. – 2009. – Vol. 78. – P. 37-43.
15. Khor K.A., Yu L.-G. Influence of international co-authorship on the research citation impact of young universities // *Scientometrics*. – 2016. – Vol. 107. – P. 1095-1110.
16. Tijssen R.J.W., Visser M.S., Van Leeuwen T.N. Benchmarking international scientific excellence: are highly cited research papers an appropriate frame of reference? // *Scientometrics*. – 2002. – Vol. 54. – P. 381-397.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Основные страны – участницы исследований по КОИ и их публикационный вклад, 2000-2017 гг.

№	Страна	Число публикаций	Публикации с международным соавторством, %	№	Страна	Число публикаций	Публикации с международным соавторством, %
1	Китай	12004	22,1	24	Дания	580	74,0
2	США	11298	48,1	25	Тайвань	453	36,6
3	Германия	5019	67,4	26	Бельгия	452	75,0
4	Великобритания	4411	65,9	27	Венгрия	428	62,6
5	Япония	3651	43,4	28	Финляндия	353	71,1
6	Канада	2871	69,7	29	Мексика	336	64,9
7	Италия	2838	55,2	30	Египет	284	70,4
8	Франция	2064	65,4	31	Аргентина	279	50,2
9	Австралия	2057	64,4	32	Словакия	274	83,2
10	Испания	1762	72,8	33	Саудовская Аравия	256	89,1
11	Россия	1558	48,1	34	Турция	222	36,5
12	Швейцария	1283	71,2	35	ЮАР	208	62,0
13	Польша	1226	53,9	36	Чили	200	69,0
14	Индия	1207	31,2	37	Греция	199	53,3
15	Австрия	1201	71,9	38	Ирландия	173	78,6
16	Бразилия	1141	45,7	39	Украина	158	65,2
17	Сингапур	1125	84,0	40	Португалия	155	63,9
18	Южная Корея	927	48,5	41	Пакистан	153	51,6
19	Нидерланды	779	72,8	42	Румыния	127	41,7
20	Израиль	755	62,9	43	Новая Зеландия	116	61,2
21	Иран	704	19,6	44	Норвегия	111	76,6
22	Швеция	625	69,8	45	Малайзия	106	53,8
23	Чешская Республика	603	69,3	46	Марокко	106	64,2

Материал поступил в редакцию 16.01.20.

Сведения об авторе

ТЕРЕХОВ Александр Иванович – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Центрального экономико-математического института РАН, Москва
e-mail: a.i.terekhov@mail.ru

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!
УНИВЕРСАЛЬНАЯ ДЕСЯТИЧНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ
(УДК)

НОВОЕ ИЗДАНИЕ
УДК. ИЗМЕНЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ.

Выпуск 7

Содержание выпуска:

В настоящем электронном издании помещены **изменения и дополнения**, опубликованные Консорциумом УДК в выпусках 32 и 33 «Extensions and corrections to the UDC»:

ИЗМЕНЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ К ТАБЛИЦАМ ОБЩИХ ОПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ

- Опубликовано изменения к **Таблице IG. Общие определители времени**

ИЗМЕНЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ К ОСНОВНЫМ ТАБЛИЦАМ УДК

Опубликованы изменения к классам:

- **2 Религия. Богословие**
- **33 Экономика. Народное хозяйство. Экономические науки**
- **582 Систематика растений**
- **551.7 Историческая геология.**

Для удобства пользователей издание открывает **Общая методика применения** Универсальной десятичной классификации.

Для подписки необходимо направить заявку по адресу:
125190, Россия, Москва, ул. Усиевича, 20, ВИНТИ РАН
Телефоны: 499-155-42-52, 499-155-42-85, 499-151-78-61
E-mail: typo@viniti.ru, feo@viniti.ru
<http://www.udcc.ru>

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

ВИНИТИ РАН, как единственный в России владелец лицензии Консорциума УДК, предлагает издания УДК полного четвертого издания на русском языке в печатном и электронном виде:

1. Таблицы УДК

УДК. Том I Общая методика применения УДК. Вспомогательные таблицы. Основные таблицы. Общий отдел. Алфавитно-предметный указатель к Общему отделу

УДК. Том II 1/3 Философия. Психология. Религия. Богословие. Общественные науки (только электронное издание)

УДК. Том III 5/54 Математика. Естественные науки (только электронное издание)

УДК. Том IV 55/59 Геологические и биологические науки (только электронное издание)

УДК. Том V 6/61 Медицинские науки (только электронное издание)

УДК. Том VI (часть 1) 6/621 Прикладные науки. Технология. Инженерное дело (только электронное издание)

УДК. Том VI (часть 2) 622/629 Техника. Инженерное дело (только электронное издание)

УДК. Алфавитно-предметный указатель к т. VI (1 и 2 части) (только электронное издание)

УДК. Том VII 63/65 Сельское хозяйство. Домоводство. Управление предприятием (только электронное издание)

УДК. Том VIII 66 Химическая технология. Химическая промышленность. Пищевая промышленность. Металлургия. Родственные отрасли (только электронное издание)

УДК. Том IX 67/69 Различные отрасли промышленности и ремесел. Строительство (только электронное издание)

УДК. Том X 7/9 Искусство. Спорт. Филология. География. История.

УДК. АПУ (с в о д н ы й) к полному 4-му изданию

УДК. Изменения и дополнения. Выпуск 2 (к т.т. 1–3) (только электронное издание)

УДК. Изменения и дополнения. Выпуск 3 (к т.т. 1–6) (только электронное издание)

УДК. Изменения и дополнения. Выпуск 4 (к т.т. 1–7) (только электронное издание)

УДК. Изменения и дополнения. Выпуск 5 (к т.т. 1–10)

УДК. Изменения и дополнения. Выпуск 6 (к т.т. 1–10)

УДК. Изменения и дополнения. Выпуск 7 (к т.т. 1–10), 2017 г. (только электронное издание)

Для подписки необходимо направить заявку по адресу:

125190, Россия, Москва, ул. Усиевича, 20, ВИНТИ РАН

Телефоны: 499-155-42-85, 499-151-78-61

E-mail: feo@viniti.ru

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

ИЗДАНИЕ УДК

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ДЕСЯТИЧНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ
АЛФАВИТНО-ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ
в 2-х томах

Алфавитно-предметный указатель (АПУ) к 4-му полному изданию УДК на русском языке:

Том I содержит АПУ от буквы А до Н;

Том II содержит АПУ от буквы М до Я и указатель латинских наименований к классам УДК 56 Палеонтология, 57 Биологические науки, 58 Ботаника, 49 Зоология, 61 Медицинские науки.

АПУ содержит около 100 000 понятий, представленных в полных таблицах УДК.

При его составлении были учтены изменения, опубликованные в Выпусках № 1 – 6 «Изменения и дополнения к УДК»

Для подписки необходимо направить заявку для оформления счета по адресу:

125190, Россия, Москва, ул. Усиевича, 20, ВИНТИ РАН

Телефоны: 499 155-42-85, 499 151-78-61

E-mail: feo@viniti.ru

<http://www.udcc.ru>