

НАУЧНО • ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Серия 1. ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДИКА
ИНФОРМАЦИОННОЙ РАБОТЫ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Издается с 1961 г.

№ 4

Москва 2022

ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

УДК [115:159.937.53]:316.6/.7

В.А. Жебит

Иллюзия времени в нарративах информационного мира

Представлено обоснование авторской концепции «иллюзии времени» как продукта социальной деятельности, используемого в качестве инструмента познания физического мира в его информационных проявлениях. Показаны статический, динамический, релятивистский и физический подходы в анализе времени как феномена, подводящие к выводу о времени как исключительно информационном образовании, не обладающем физической сущностью и ментальным образом. Отражена роль сознания в процессе возникновения феномена времени..

Ключевые слова: время, информационный, нелинейный, социальный, нарратив, наблюдатель, сознание, пространство, теория относительности, солитон

DOI: 10.36535/0548-0019-2022-04-1

Причину существования многих неразрешимых проблем, которые существуют в науке, можно поискать именно в «конечном» типе мышления тех, кто пытается их решать. Такое мышление заковано в клетку трёхмерного пространства, и именно в нём такие понятия как время и пространство легко абсолютизируются.

Автор

ГОРИЗОНТЫ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ СТЕРЕОТИПОВ

В своем философском труде «Математические начала натуральной философии» Исаак Ньютон сформулировал одно из классических определений времени:

«Абсолютное, истинное математическое время само по себе и по самой своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно, и иначе называется длительностью... Все движения могут ускоряться или замедляться, течение же абсолютно-го времени изменяться не может» (цит. по [1]).

В то время ещё не родился Альберт Эйнштейн, чьё представление о пространстве и времени настолько отличалось, что привело практически к революционной смене парадигмы знания.

От фундаментальной ошибки в определении Ньютона спасает словосочетание «математическое время», что освобождает его от дальнейших вопросов, связанных с когнитивной стороной этого феномена, чему посвящена настоящая статья. Ньютон как бы замыкает Время рамками математической логики, придавая ему специализированный характер.

По мере расширения границ познания Мир постепенно освобождается от оков вульгарного материализма, чему в немалой степени способствует развитие информационной науки и культуры. Вхождение в новые сферы знания требует не только новой эмпирики, но и новой аксиоматики, которые могли бы внести определённость в базовые понятия. Такими до конца не раскрытыми понятиями являются: многомерность, материя, энергия, информация, пространство, время, наблюдатель, абсолют, отражающие информационную картину мира, существующую в человеческом сознании.

Здесь следует определиться с понятием «информационная картина мира». В ряде публикаций автора настоящей статьи было показано, что информация, как феномен, возникает только в индивидуальном сознании наблюдателя или коллективном сознании групп, т.е. «информация – язык сознания», а также, что полученные извне сигналы сознание наблюдателя преобразует в информацию, на основе которой формируется индивидуальная информационная картина мира. Иными словами, информационная картина мира является продуктом творчества сознания наблюдателя, а поскольку она строго индивидуальна, наблюдатель нуждается в её социализации – постоянной актуализации и согласовании с другими наблюдателями. Этот процесс, на самом деле, занимает большую часть *временипрепровождения* человека, представляя собой базовую функцию его существования. В этой фразе, в качестве ключевого, вплетено понятие «время».

Относящееся к самым привычным, понятие «время», при более глубоком рассмотрении, проявляет свою неожиданную и парадоксальную сторону – *отсутствие физической сущности*. Признание этого парадокса ломает практически все стереотипы человеческого мышления, приводя к когнитивному тупику. Поэтому данная проблема нуждается в подробном анализе

с последовательным отказом от привычных стереотипов и, что не исключается, с постепенным переходом к новому типу мышления.

СТАТИЧЕСКИЙ НАРРАТИВ ИНФОРМАЦИОННОГО ВРЕМЕНИ

Появление информационной деятельности в примитивном социуме можно связывать с началом использования не только графической символики, но и различных способов фиксации событий, что в дальнейшем играет большую роль.

Изначально события фиксировались визуально – восход и заход небесных светил, перемены погоды и сезонные циклы, особо значимые социальные события и природные явления – всё это использовалось для упорядочения хозяйственной деятельности, необходимой для выживания.

Накопленный опыт информационной фиксации событий неизбежно повлёк потребность в их систематизации в формах разнообразного инструментария, из которого постепенно выделились образцы, отражающие цикличность явлений и получившие название «календари». Календари стали необходимым информационным инструментом, сопровождающим жизнь общества. Благодаря этому инструменту человечество приблизилось к цивилизованному представлению о длительности и продолжительности событий и соотношениях между их появлением, что позже превратилось в обобщённое понятие «время».

Особо важной стала возможность использования календарей в качестве инструмента составления информационных прогнозов. С развитием календарей возрастала их доступность для населения, поэтому прогнозы переставали быть делом узких групп жрецов. Возможно, именно тогда и появилось представление о текучести событий, напоминающей течение реки. Понятие Время постепенно приобретало *метафорический*, по сути, *информационный* характер.

Этот этап информационного развития цивилизации можно назвать *статической стадией формирования информационного времени*.

ДИНАМИЧЕСКИЙ НАРРАТИВ ИНФОРМАЦИОННОГО ВРЕМЕНИ

С развитием наблюдательной астрономии, разного рода инструментарий долгое время оставался доступен узким группам жрецов или учёных, мало влияя на бытовую сферу общества. И только появление инструментов контроля продолжительности явлений, например, солнечных часов, а в последствии хронометров как автономных инструментов, не зависящих от природы, привело к технической революции.

Это неизбежно повлекло изменения в мировоззрении, поскольку повлияло не только на организацию хозяйственной деятельности и социальных отношений, но привело к более глубокому пониманию процессуальных основ социальной жизни. Понятие «время», в тот момент воспринимавшееся как результат действия приборов, уступило место представлению о субстантивности Времени, имеющего независимый характер. Время перестало рассматриваться в качестве продукта функционирования при-

боров, а, наоборот, приборы стали восприниматься как продукт эволюции, зависящей от Времени. В этот момент Время стало абсолютом, перейдя из категории «результат эволюции» в категорию «причина эволюции».

В математическом выражении, Время перестало быть «функцией» и стало «аргументом», и любые процессы стали рассматриваться относительно временных координат.

Приход хронометрии в бытовую сферу жизни обусловил восприятие Времени в качестве независимого явления – феномена, оказывающего влияние и даже определяющего существование всех сфер жизни. Разнообразие механизмов и шкал хронометров постепенно эволюционировало в унифицированный 24-часовой формат с чётным числом делений, отражающий мировоззренческую позицию, согласно которой симметрия есть отражение вселенской гармонии.

Унификация форматов хронометрических приборов обусловила сближение разных культур в их мировоззренческой эволюции, переведя их на новый уровень социализации. Универсализация понятия «время» позволила рассматривать любые явления – физические, биологические, социальные – в их динамике. В сфере научной деятельности абсолютом Времени стал основой любых парадигм, став фундаментальным понятием.

Именно в абсолюте Времени была найдена та архимедова точка опоры, которая привела к последующим прорывам в познании, породив новые науки и технологии, обусловившие ускоренное развитие цивилизации.

Благодаря абсолютизации Времени, человечество вышло на новый уровень мировоззренческой эволюции, который можно обозначить как *динамическая стадия формирования информационного времени*.

РЕЛЯТИВИСТСКИЙ НАРРАТИВ ИНФОРМАЦИОННОГО ВРЕМЕНИ

Последовательное рассмотрение многих тупиковых проблем в науке навело на предположение, что загадка кроется в линейности представлений о Времени и тем более в его абсолютизации. Попытку ревизовать парадигму Абсолютного Времени можно увидеть в появлении научного релятивизма.

Неабсолютный характер Времени был впервые показан в Теории относительности А. Эйнштейна и А. Пуанкаре, включающей в себя *Специальную теорию относительности* (СТО) и *Общую теорию относительности* (ОТО). В СТО Время было представлено как неабсолютный параметр, а в ОТО оно переставало быть равномерным [2, 3]. СТО изучала движение тел при любых скоростях, вплоть до световой, в условиях отсутствия влияния сильных гравитационных полей. ОТО была ориентирована на изучение движения с любыми скоростями, с учётом воздействия любых гравитационных полей, но при условии отсутствия влияния квантовых эффектов. В этом контексте классической механике И. Ньютона отводилась лишь область низких скоростей, где допущен абсолютистский характер Времени.

Согласно Теории относительности, Время предлагалось воспринимать как координату, образующую в сочетании с 3-мерной декартовой системой 4-мерную систему *пространства-времени*.

Оставляя неприкасаемым смысл понятия «время», А. Эйнштейн сохранял совместимость своей теории с прочими научно-физическими позициями, тем не менее Теория относительности стала основой релятивистской парадигмы, открывавшей новые исследовательские горизонты и ознаменовавшей новую мировоззренческую революцию [4].

Идея, основанная на новом понятии – *пространство-время*, развивавшаяся А. Пуанкаре (1905 г.) и Г. Минковским (1907 г.), стала крайне востребованной в мировом научном сообществе в силу необходимости выхода из рамок ньютоновско-картезианской трёхмерности.

Г. Минковским была предложена концепция пространственно-временного континуума, названного пространством Минковского, сочетавшего 3-мерную систему пространственных координат и координату параметра «времени», умноженного на скорость света [2, 3], что стало новой попыткой избавиться от старых стереотипов. За этим стояла необходимость перехода к новой ментальности, основанной на ином типе мышления, который можно определить как *релятивистскую стадию формирования информационного времени*.

ПОИСК ФИЗИЧЕСКИХ ОСНОВ ВРЕМЕНИ

В понятие «время» принято вкладывать множество смыслов, благодаря его метафоричности и связке со стереотипами представлений о конце мира и конечности человеческой жизни. Семантическая сила этого понятия зиждется на представлении о человеческой жизни как высшей ценности, что позволяет присвоить Времени высший статус в системе вселенских ценностей.

Поскольку системы человеческих ценностей относятся к образованиям, почти не поддающимся изменению, то эта незыблемость передалась и понятию «время».

Понятие «время» имеет множество определений и толкований, в зависимости от сферы его применения или аспектов созерцания, однако это лишь подтверждает неполноту представлений о нём. Эта неполнота и порождает устремлённость к его познанию, учитывая известную максиму *Ego dum cogito* (лат.) – существую, пока мыслю. Есть подозрение, что мир устроен именно таким образом, чтобы Истина всегда оставалась недостижимой и непостижимой [5–7].

В своих попытках познания вселенной А. Эйнштейн пришёл к простой формуле, ставшей классической:

$$E = mc^2, \quad (1)$$

где: E – энергия, m – масса, c – скорость света [2, 3, 8].

Формула (1) открывает смысл, ранее скрытый за привычными стереотипами, а именно – константность скорости света равна 300 тыс. км/сек. Этот по-

стутат позволяет увидеть, что Масса и Энергия являются эквивалентными понятиями, т.е.

$$m = kE, \quad (2)$$

где k – некоторый коэффициент, связанный со скоростью света.

Скорость света – параметр, исчисляемый как расстояние в единицу времени, однако его постоянность делает параметры Массы и Энергии независимыми от Времени, а это оправдывает предположение, что Масса и Энергия суть понятия, не связанные с Временем.

При более пристальном рассмотрении проблемы можно прийти к выводу, что феномен Времени возникает, когда появляется Наблюдатель, точнее – когда Наблюдатель устанавливает систему отсчёта [9–13].

Ситуация раскрывается окончательно, если обратиться к следующей мысленной модели. В определённой точке пространства появляется Наблюдатель с фонарём в руках. Луч света фонаря от места нахождения Наблюдателя распространяется со скоростью 300 тыс. км в секунду. Если Наблюдатель оставит фонарь на месте, а сам полетит вдоль луча с той же скоростью света, то в системе координат, связанной с фонарём, луч сохранит скорость света, а в системе координат, связанной с летящим Наблюдателем, скорость луча будет нулевой, но это не отразится на физических параметрах Наблюдателя, кроме того, что он не будет фиксировать луч света в своём сознании. Таким образом, если формула (1) Эйнштейна верна, то её можно трактовать следующим образом: *Материя есть Энергия, и оба этих понятия являются вне-временными* [14–16].

Подтверждение этой версии можно увидеть в волновой природе материального мира, рассматривая механизм возникновения уединённых (стоячих) волн.

Этот феномен возникает при наложении друг на друга падающих и отражений волн, в результате чего возникает эффект так называемой стоячей волны, способной распространяться в данной среде. На этом принципе основана теория солитонов, которые часто рассматриваются в качестве прообразов первоматерии [17–23]. Высказываются предположения, что, образуя сгустки среды, солитоны могут становиться основой образования элементарных частиц [23–25] (см. рисунок).

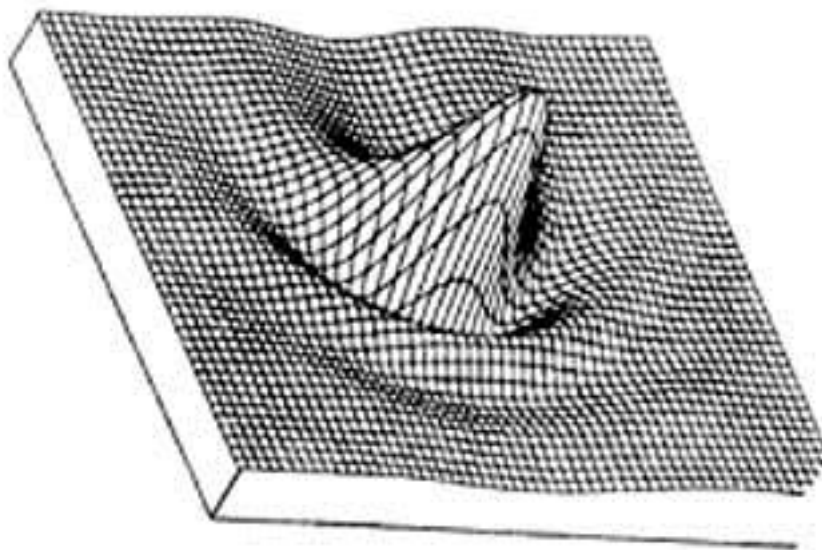
Солитон – это уединённая устойчивая волна в нелинейных средах, обладающая устойчивой структурой. Такие волны в своём поведении аналогичны корпускулам, поскольку в условиях возмущений среды или при взаимодействиях между собой, сохраняют свою структуру.

Связь энергии солитона с его массой описывается предложенной в модели Френкеля – Конторовой формулой:

$$E = m_0 \frac{V_0^2}{\sqrt{1 - V^2/V_0^2}}, \quad (3)$$

где: E – энергия солитона; m_0 – масса солитона; V – скорость солитона в среде; V_0 – скорость обычных гармонических волн в той же среде [23–25].

Прибегнув к мысленному моделированию, можно рядом с солитоном представить Наблюдателя с секундомером, при этом, если Наблюдатель начнёт перемещаться параллельно траектории солитона с той же скоростью, то скорость солитона для него окажется равной нулю. В этом случае формула из модели Френкеля – Конторовой превращается в формулу (2), подтверждая, что Энергия и Материя существуют вне Времени.



Образование солитона в результате суперпозиции волн
(источник: https://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/fizika/SOLITON.html)

В рамках *Теории нелинейной коммуникации*, разработанной автором настоящей статьи в 2000–2001 гг., ставятся под сомнения некоторые устоявшиеся догмы, в частности физическая сущность Времени. Разработанная в рамках этой теории методология формализма нелинейности декларирует отказ от абсолютизации любых понятий, совмещая научный и мирозерцательный аспекты познания. В этом контексте реальность предстаёт как результат образотворческой реализации роли индивидуального сознания Наблюдателя, или массового сознания. При этом именно Наблюдатель играет ключевую роль в познании информационного мира. Следует отметить, что согласно этой теории, процесс миропознания предполагает, помимо Наблюдателя, участие Наблюдателя второго порядка, или *Наблюдателя за Наблюдателем*.

С позиции методологии формализма нелинейности очевидным является тот факт, что понятие «время» возникает с появлением понятия «наблюдатель» как инструмент, с помощью которого познаётся информационный мир в его динамических проявлениях – процессах. Таким образом, следует заключить, что явления становятся процессами только в сознании Наблюдателя, благодаря чему и возникает необходимость в инструменте «время».

Результатом такого подхода становится утверждение о первичности процессов и вторичности Времени относительно этих процессов (4). В этом построении Время теряет статус абсолюта, приобретая локальный характер. Иными словами, *Время существует только при наличии процесса и не существует при его отсутствии*.

$$F(t) \rightarrow t(F), \quad (4)$$

где: **F** – функция, описывающая некоторый процесс; **t** – время.

Согласно формализму нелинейности, процессы начинают восприниматься как реальность только будучи зарегистрированы в индивидуальном или массовом сознании. Именно в этот момент возникает феномен Времени, что подтверждает гипотезу о Времени как продукте творчества сознания Наблюдателя.

Такой анализ приводит к выводу, что существующие представления о Времени как фундаментальном понятии являются столь же фундаментальным заблуждением. Парадоксально то, что именно это заблуждение сыграло основополагающую роль в развитии цивилизации. Представление о Времени было вызвано потребностью в познании движущегося мира и стало результатом человеческой деятельности, не имея физического воплощения, являясь лишь *социальным феноменом*.

Следует уточнить важный факт, что понятие «время» всегда ассоциировано с представлениями о существовании «начала» и «конца», основанными на типе мышления, соответствующем уровню развития цивилизации. Особенность такого мышления заключается в неспособности представить многомерность пространства или пространственную бесконечность.

Если предположить возможность отказа общества от абсолюта Времени, то это станет величайшей ре-

волюцией в познании информационного мира, которая повлечёт глубочайшие перемены в структурах человеческого мышления и выведет развитие цивилизации на уровень вселенского самосознания.

ВЫВОДЫ

1. Время – это нематериальное информационное образование, возникшее как продукт человеческой деятельности, в качестве инструмента познания и контроля физических и социальных процессов.
2. Парадоксальные свойства Времени – это отсутствие его физической сущности и отсутствие его ментального образа, что стало причиной его метафоризации.
3. Феномен Времени может возникать только с появлением Наблюдателя и является порождением сознания Наблюдателя.
4. Абсолют Времени был придуман в качестве формальной точки опоры, необходимой для познания физического мира.
5. Абсолютизация Времени – это атрибут «конечного» типа мышления, ограниченного в осмыслении понятий «бесконечность» и «многомерность».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пенроуз Р. Структура пространства-времени. – Москва: Мир, 1972. – 184 с.
2. Дирак П.А.М. Общая теория относительности. – Москва: Атомиздат, 1978. – 65 с.
3. Уитроу Дж. Естественная философия. – Москва: Эдиториал УРСС, 2003. – 400 с.
4. Аксенов Г.П. Причина времени. – Москва: Эдиториал УРСС, 2000. – 243 с.
5. Вейль Г. Пространство. Время. Материя. Лекции по общей теории относительности. – Москва: Изд-во УРСС, 2004. – 455 с.
6. Визгин В.П. Единые теории в 1-й трети XX в. – Москва: Наука, 1985. – 304 с.
7. Голубев А. Беседы об основах наук // Наука и жизнь. – 2001. – № 11. – С. 24–28. – URL: <http://www.nkj.ru/archive/articles/7337/> (дата обращения: 20.04.2015).
8. Мизнер Ч., Торн К., Уилер Дж. Гравитация. – Москва: Мир, 1977. – Том 1-3.
9. Аллен Л., Эберли Дж. Оптический резонанс и двухуровневые атомы / пер. с англ. – Москва, 1978. – 224 с.
10. Визгин В.П. Релятивистская теория тяготения (истоки и формирование, 1900–1915). – Москва: Наука, 1981. – 352 с.
11. Люблинская Л.Н., Лепкин С.В. Философские проблемы времени в контексте междисциплинарных исследований. – Москва: Прогресс Традиция, 2002. – 304 с.
12. Мельников В.И. Теория замкнутой системы / Норильский индустр-ный ин-т. – Норильск, 2003. – 148 с.
13. Мельников В.И. Теория замкнутой системы. – URL: <http://myslenedrevo.com.ua/studies/melnikov/index.html> (дата обращения: 20.04.2015).

14. Сухоруков А.П. Нелинейные волновые взаимодействия в оптике и радиофизике. – Москва: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1988. – 232 с.
15. Спектор Д. Власть времени. Гл. 3. – Москва: Социальный проект, 2009. – 557 с.
16. Толмен Р. Относительность, термодинамика и космология. – Москва: Наука, 1974. – 520 с.
17. Фейнман Р.Ф., Мориниго Ф.Б., Вагнер У.Г. Фейнмановские лекции по гравитации / пер. с англ. А.Ф. Захарова. – Москва: Янус К, 2000. – 296 с.
18. Фок В.А. Теория пространства, времени и тяготения. – Москва: ГИТТЛ, 1955. – 504 с.
19. Хайдеггер М. Бытие и время. Пер. с нем. В.В. Библихина. – Харьков: «Фолио», 2003. – 503 с.
20. Хасанов И.А. Феномен времени. Ч.1. Объективное время. – Москва, 1998. – 154 с.
21. Хокинг С., Эллис Дж. Крупномасштабная структура пространства–времени. – Москва: Мир, 1977. – 432 с.
22. Aries P. Zeit und Geschichte. – Frankfurt am Main, 1988. – 540 с.
23. Ахманов С.А., Вывлоух В.А., Чиркин А.С. Оптика фемтосекундных лазерных импульсов. – Москва: Наука, 1988. – 312 с.
24. Захаров В.Е., Манаков С.В., Новиков С.П. Теория солитонов: метод обратной задачи / ред. Л.П. Питаевский. – Москва: Наука, 1980. – 319 с.
25. Заславский А.Я. Основные состояния в модели типа Френкеля–Конторовой // Известия АН СССР. Сер. Математика. – 1986. – № 50:5. – С. 969–999.

Материал поступил в редакцию 14.02.22.

Сведения об авторе

ЖЕБИТ Владимир Александрович – кандидат психологических наук, инженер-электроэнергетик, старший научный сотрудник ВИНТИ РАН, Москва
e-mail: zhebit@rambler.ru

Международные принципы публикации и распространения научных данных

Рассматриваются существо, достоинства и проблемы нового и популярного подхода к распространению научных данных, сформулированного ранее под названием принципы FAIR. Главная цель FAIR с помощью персональных или автоматизированных запросов улучшить информационную инфраструктуру для обеспечения возможностей многократного использования данных исследований, а также создать условия для находимости, доступности, совместимости и обрабатываемости искомым данным заинтересованными потребителями. Активная поддержка этого направления в сфере информационных технологий предполагает помощь при работе с данными в отношении одной из острых проблем современной науки – экспоненциального роста объема получаемых и тиражируемых данных, причем во множестве возможных форматов.

Ключевые слова: метаданные, устойчивые идентификаторы, репозитории, данные, базы данных, онтологии, стандарты, контролируемые словари

DOI: 10.36535/0548-0019-2022-04-2

ВВЕДЕНИЕ

Большим коллективом авторов в 2016 г. в журнале «Scientific Data» опубликована статья [1], декларирующая важнейшие принципы работы с научными данными, прежде всего, касающиеся их публикации и распространения. За короткий срок эта декларация завоевала всеобщее внимание и легла в основу множества разработок, охватывающих как методику работы с разнородными научными данными, так и соответствующие инфраструктурные элементы, поскольку речь идет о данных, представленных, в первую очередь, в электронной форме в локальных и глобальных компьютерных сетях и Интернете (базы данных, электронные репозитории данных, различные типы распределенных хранилищ данных, ВЕБ-порталы и т.д.). Во множестве дисциплин, начиная с медицины и вплоть до общественных наук, возникло активное движение в поддержку принципов, изложенных в [1] и получивших название FAIR (Findability, Accessibility, Interoperability, Reusability). Декларация принципов FAIR оказалась удивительно адекватной той перестройке, которая затронула науку примерно в 90-е годы прошлого века и получила название *четвертая парадигма* [2, 3], т. е. приоритетная работа с данными, в то время как предыдущие три охватывали эксперимент, теорию и моделирова-

ние. Формирование науки с доминированием данных с неизбежностью влечет новый, ориентированный на данные (*data-centric*) подход к концептуализации, организации и проведения всего исследовательского процесса, причем вне зависимости от специфики предметной области.

Затронул этот подход и всю систему распространения данных, ревизию которой и предлагает декларация [1], делающая акцент на внедрение четырех главных свойств данных: их обнаружимость или находимость, их доступность, их согласованность или совместимость, их многократное и повторное использование. В совокупности эта декларация включает ровно 15 принципов, способных обеспечить условия распространения данных в новых условиях. Каждому из принципов присвоен алфавитно-цифровой код типа F1 или A1.2, где буква соответствует одной из 4-х целей, обозначенных в аббревиатуре FAIR, а цифры индексируют рекомендации в достижении соответствующей цели. Хотя принципы FAIR охватывают как многие детали в сопровождении и описании данных, так и технические средства работы, в сущности, их можно свести к самоочевидному требованию: возможность всегда найти требуемые данные и адекватно их интерпретировать в условиях долгосрочного хранения.

По сути, это напоминает обычные требования, предъявляемые к любой публикации, с той лишь разницей, что богатый арсенал библиографических средств в виде каталогов, реферативных журналов (РЖ), глобальных баз данных (БД) типа *Web of Science*, в основном гарантирует сохранность «следа» (каталожной карточки или записи в БД) почти любой публикации, во всяком случае из массива наиболее авторитетных изданий. Задача резко усложняется в новых условиях доминирования дисциплин с так называемым *интенсивным использованием данных*, когда в ходе исследования возникает необходимость хранения и распространения обширных фактографических данных, полученных в ходе эксперимента или моделирования. Прежде всего, усложнение связано с беспрецедентным объемом накапливаемого материала в электронном формате, намного превышающего издательскую продукцию. Изобилие данных отражается не только на характере исследования, но и меняет в заметной степени весь процесс издания и распространения результатов. Публикация научных данных часто происходит вне издательского процесса с размещением в сети обширных файлов, получаемых при обработке физических или модельных экспериментов, а также многочисленных репозиториях и баз данных в электронном формате в компьютерных сетях, Интернете. В этой связи авторы монографии [3] отмечали, что «данные и программы должны стать неотъемлемой частью архива науки — объектами первого уровня, которые тоже требуют систематического управления и курирования. Эта тенденция отражается в акценте на курировании и многократном использовании данных в различных инфраструктурах и программах e-Science». При этом прямое архивирование данных сопряжено с опасностью потери контекста, разъясняющего их генезис, достоверность, обозначения, единицы измерения. Именно на преодоление этих проблем, обусловленных большим объемом, разнородностью данных и возможной потерей контекста, нацелена стратегия, заложенная в декларации [1]. Вторая задача, поставленная в этой же работе — в условиях доминирования электронного формата при поиске и доступе к данным обеспечить возможность работы без участия человека.

Заметим, что различные методы распространения данных предлагались и ранее, включая стандарты описания, поиска, хранения файлов произвольного формата, поставляемых приборами и программным обеспечением. Появилось множество документов, регламентирующих курирование архивируемых данных, например, подготовленных международными организациями CODATA [4], *World Data System* [5], W3C [6]¹. Однако влияние, которое оказала декларация [1], значительно сильнее: ранее высказанные предложения были объединены в единую систему, продуманы процедуры и механизмы работы с данными, вне зависимости от предметной области и ре-

гиона. Возникла, в частности, инициатива перестройки уже действующих инфраструктур так, чтобы согласовать их функционирование с принципами [1] (процесс *FAIRification*).

В перспективе ожидается создание на этой основе специализированного Интернета данных и сервисов, наподобие *Semantic Web* или *Internet of Things*. Гипотетической сети уже присвоено название *Internet of FAIR Data & Services (IFDS)*, а ее главными особенностями должны стать масштабируемая и прозрачная «маршрутизация» данных и сервисов, а также свободный доступ всех поставщиков ресурсов [7].

ПРИНЦИПЫ FAIR И ПУТИ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

Провозглашенные авторами декларация [1] принципы сконцентрированы вокруг четверки базовых требований к распространяемым данным: находимость (*findability*), доступность (*accessibility*), согласованность/совместимость (*interoperability*) и возможность повторного, многократного использования (*reusability*). Вся статья [1] посвящена истолкованию этих требований и рекомендациям по выбору путей их реализации. Сразу же следует отметить, что изложенные принципы не могут трактоваться как стандарт, регламентирующий действия пользователей и/или организаций, ответственных за хранение. Принципы носят рекомендательный, а не предписывающий характер, ориентируя потребителей в возможных подходах к представлению данных, которые могут обеспечить конечную цель — доступность данных для повторного использования в ходе долгосрочного хранения [1, 7, 8]. С другой стороны, буквально понимаемая реализация этих принципов подчас может оказаться и недостижимой из-за пробелов в доступных средствах для конкретной области знания.

Первое из требований (находимость), согласно [1, 7, 8], эффективно реализуется совместным использованием двух средств: устойчивого идентификатора PID (*persistent identifier*) и метаданных, с достаточной полнотой описывающих исходный ресурс. Следует отметить, что понятия находимость и устойчивые идентификаторы данных предполагается использовать в мировой компьютерной сети Интернет, при этом все традиционные не компьютерные способы обозначения и разметки информации посредством карточек, каталогов и прочие устойчивы и обнаружимы ровно в той мере пока они физически существуют. Идентификатор позволяет отыскать ресурс при очевидном условии: этот ресурс должен быть известен как его создателю, так и всем участникам совместной работы. Метаданные дополняют возможности обнаружения сведениями о данных, например, об авторстве, дате создания, предметной области и т.п., причем их результативность должна быть обеспечена и в отсутствие устойчивого идентификатора.

Сами по себе эти средства имеют достаточно широкое применение, однако их использование для глобального распространения данных оказывается достаточно сложным. Что касается PID, то в отношении него должен быть выполнен ряд условий. В частности, идентификатор должен регистрироваться в соответствующих службах, например, применение меж-

¹ CODATA — комитет по данным в науке и технике; *World Data System* — всемирная система данных; W3C — консорциум, разрабатывающий для сети единые принципы и стандарты, которые затем внедряются производителями программ и оборудования.

дународного идентификатора DOI (www.doi.org) или идентификатора Handle.Net®Registry [9], должно приниматься и подтверждаться репозиторием, где намечено размещение ресурса. Таким образом, необходима *разрешимость* PID, т. е. его правильная и однозначная интерпретация, допускающая работу поисковых устройств. В настоящий же момент уже существует сервис [10], который регистрирует идентификаторы, пригодные для поддержки принципов FAIR, так называемый FAIRsharing (информационно-образовательный ресурс по стандартам данных и метаданных).

Возможностям PID для идентификации данных посвящена обширная литература [11–13]. Предложено множество идентификаторов, определяющих автора, организацию и различные элементы, связанные с тематикой исследования: химическое вещество, биологический ресурс, научный инструментарий. В табл. 1 приведены некоторые примеры таких идентификаторов.

Более того, посредством PID можно идентифицировать физические объекты, представленные в научных коллекциях или музеях: находки археологов, образцы биотканей, минералы и т.п. Хорошей иллюстрацией служит направление «информатика биоразнообразия» [14], в рамках которого проводится оцифровка коллекций и их систематизация в реестре GBIF.org (*Global Biodiversity Information Facility*).

В руководствах [7, 13] подробно описаны правила публикации данных, включая присвоение метаданных и PID. Применение цифрового идентификатора объекта DOI (*Digital Object Identifier*), предназначенного для обозначения объектов информационной деятельности (www.doi.org) в качестве PID, также обеспечивает уникальность и находимость каждого из наборов в сети. Рассмотрим один и тот же объект – публикацию отечественного автора, на которую можно выйти через PID идентификаторы 1 или 2 соответственно (рис. 1) – GBIF (<https://www.gbif.org/dataset/7648036d-fdac-4ebe-8861-9a28134adae1>) или DOI (<https://doi.org/10.15468/ge1hkl>).

Смысл использования PID состоит в том, чтобы сохранить устойчивым доступ к ресурсу, когда по разным причинам меняются старые URL-адреса, на которые делалась ссылка (проблема, известная под названием «гниение ссылок»). На примере приведенных идентификаторов (см. рис. 1) можно показать, что идентификаторы PID состоят из двух частей: {Prefix}{local ID}, где {Prefix} описывает механизм доступа (<http://>) и так называемый «домен» (www.gbif.org/dataset или doi.org/), а вторая составная часть идентификатора представляет собой уникальный локальный идентификатор ID (7648036d-fdac-4ebe-8861-9a28134adae1 или 10.15468/ge1hkl).

Таблица 1

Широко применяемые устойчивые идентификаторы PID

Название	Идентификатор	Web-страница	Идентифицируемые объекты
Open Researcher and Contributor ID	ORCID	https://orcid.org/	Персональные данные исследователя
Research Organization Registry	ROR	https://ror.org/	Всемирный реестр исследовательских организаций
Archival Resource Keys	ARK	https://arks.org/	Архивируемые материалы произвольной тематики, содержащие любые цифровые или физические объекты
International Standard Name Identifier	ISNI	https://isni.org/	Уникальная идентификация создателей и издателей прессы и медиа-продукции
Тематически-ориентированные идентификаторы			
Semanticscience Integrated Ontology	SIO	https://bioportal.bioontology.org/ontologies/SIO	Онтология общенаучных концепций
Persistent Identification of Instruments	PIDINSTR	https://www.rd-alliance.org/groups/persistent-identification-instruments-wg	Научные приборы и оборудование
PubChem CID	PubChem	https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/	Химический состав и структура соединений, их свойства и т.п. токсичности и проч.
IUPAC Compendium of Chemical Terminology	Goldbook	https://goldbook.iupac.org/	Термины, принятые по международным стандартам: вещества, структуры, реакции и проч.
Research Resource Identifiers	RRID	https://www.rrids.org	Идентификация биологических ресурсов: плазмиды*, организмы, клеточные линии, антитела и др.
Medical Subject Headings	MSH	https://meshb.nlm.nih.gov/search	Медицинский предметный рубрикатор

* Плазмиды — небольшие молекулы ДНК, физически обособленные от хромосом и способные к автономной репликации.

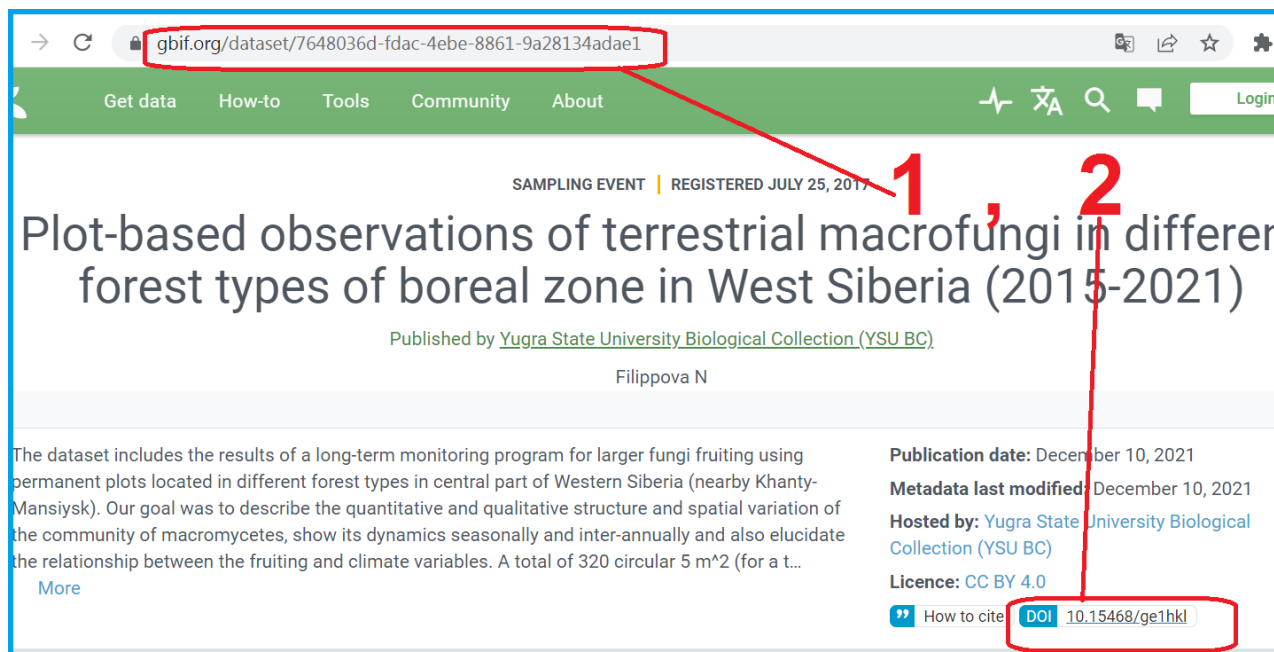


Рис. 1. Скан страницы в реестре GBIF.org

Механизм работы устойчивого PID и вопросы, связанные с его формированием, подробно описаны в литературе [11-13]. Например, при поиске лекарства «streptomycin» в Медицинском предметном рубрикаторе (см. табл. 1), в полном адресе идентифицирующем это лекарство (URI) <http://id.nlm.nih.gov/mesh/D013307> можно выделить локальный {local ID} = D013307 (лекарство *стрептомицин*) и предшествующую часть адреса, обеспечивающую вызов рубрикатора.

Назначение PID уникальным идентификатором в мировой сети является уже заметным шагом в реализации принципов FAIR, поскольку идентификаторы могут быть присвоены каждому из элементов цифрового объекта: материальному объекту, методу исследования, приборам, софтам и проч. При этом устойчивые идентификаторы обращены не только к людям (сообществу специалистов), комментируя публикуемые данные, но и служат меткой, используемой компьютерами для автоматизации поиска или интеграции данных.

Наряду с назначением устойчивых идентификаторов, принципы FAIR рекомендуют использовать максимально «щедрые» метаданные, т.е. с максимальной подробностью описывающие все аспекты данных. Суть этой рекомендации в том, чтобы обеспечить возможность поиска по множеству критериев, априори не известных ведущему поиск. При этом желательно, чтобы многие из критериев были выражены путем включения в метаданные соответствующих PID, что стандартизует детализацию данных. Например, используя такие устойчивые идентификаторы как ORCID и ROR (см. табл. 1), можно формализовать данные об авторах и организации, где проведено исследование.

Руководство, выпущенное организацией Research Data Alliance [15] по подготовке метаданных, отвечающих принципам FAIR, специально обращает

внимание на желательность включения разнообразных ссылок на контролируемые словари, в частности, из коллекции LOV (<https://lov.linkeddata.es/dataset/lov>), созданной для описания и связывания так называемых открытых связанных данных (Linked Open Data) в сети².

Привлекая тематически близкий словарь или онтологию, можно заметно расширить число концепций, используемых при поиске и обнаружении данных. Однако есть существенное отличие в использовании PID и терминов из привлекаемых словарей. Последние далеко не всегда обеспечены требуемым идентификатором, зарегистрированным в соответствующих службах. В этом случае приходится надеяться на, так называемый, *permalink* [13], т.е. обычный сетевой адрес (URL), который не поддерживается внешним сервисом (типа DOI) для переадресации. Подобная ссылка играет роль устойчивого идентификатора, хотя его устойчивость зависит от держателя ресурса.

Помимо наличия PID в структуре метаданных, они должны обладать еще одним свойством – их формат/структура в целом должны соответствовать одному из международных стандартов. Так как в противном случае метаданные (и управляемые ими данные) могут остаться «непонятными» компьютером, что сразу же нарушает реализацию FAIR. Принятие стандартов для метаданных дает еще ряд преимуществ, в частности: экономия времени при создании ресурса, доступность при обнаружении и совместном использовании, понятность и устойчивость при долгосрочном хранении.

На сегодня для метаданных предложено множество схем, рассматриваемых *de facto* как нормативные документы или стандарты. При этом некоторые из этих схем явно ориентированы на определенную

² См. справку в энциклопедии, <https://www.techopedia.com/definition/5179/>

предметную область, предоставляя более широкий набор определителей, касающихся объекта и метода исследований, чем можно было бы достичь посредством ссылок на PID. В качестве примеров можно назвать стандарт **Darwin Core (DwC)** для данных по биоразнообразию (находки видов и коллекционные образцы) [14] или обширная схема CSMD³ для проектов, выполняемых на масштабных установках типа нейтронных источников, телескопов.

Наряду с тематически-ориентированными, широко распространены и стандарты, независимые от выбора дисциплины, например **Dublin Core Metadata Set** (<http://dublincore.org/>) для формального описания цифровых ресурсов или **DataCite Metadata Store** (<http://schema.datacite.org>) для идентификации и цитирования. Их базовые элементы предусматривают необходимые сведения об авторстве, дате выпуска, локализации, правовых аспектах и т.п. В руководстве [15] для этих же целей рекомендуется универсальный стандарт **Schema.org** и подробно описаны способы его совмещения со схемами, принятыми авторами или владельцами репозитория⁴.

Выбирая стандарт метаданных, всегда приходится искать компромиссное решение: его универсальность обеспечит широкий охват при поиске, а специализация, сужая сферу поиска, повысит точность при выделении ресурса из аналогичных по тематике. Полезная рекомендация состоит в том, чтобы использовать четкие и очевидные (для сообщества или вида ресурсов) стандарты, а в тех случаях, когда их выбор неясен, следовать принятой в данном сообществе наилучшей практике

Для включения в систему FAIR-ресурсов недостаточно привлечения стандартов – необходимо, чтобы они были каким-то образом включены в это «пространство». Как отмечено [1, 7] при обсуждении принципа F4 [1], который относится к находимости данных, PID и подробные метаданные сами по себе недостаточны, ресурсы останутся неиспользованными «просто потому, что никто не знает об их существовании». Реализация этой задачи возложена на специальные сервисы, одним из которых является FAIRsharing [10]. Это сервис описывает и обеспечивает взаимную связь стандартов, репозитория и политику данных, т. е. принятые в разных сообществах правила хранения и доступа к данным.

Легко проверить, что приведенные в табл. 2 примеры метаданных прошли регистрацию в сервисе [10] с присвоением адреса {URI pattern}.{local ID}, где первый фрагмент имеет вид <https://fairsharing.org/FAIRsharing>, а локальный идентификатор записан в виде алфавитно-цифрового кода. При поиске может использоваться также компактная запись в виде FAIRsharing.localID (через «соединитель» символ «.»). Например, чтобы связаться с записью стандарта **Darwin Core** (из табл. 2), достаточно ввести в адрес-

ную строку выражение <https://fairsharing.org/FAIRsharing.xvf5y3>. Зарегистрировано также и большинство из распространенных PID, перечисленных в табл. 1, исключая идентификатор PIDINSTR, сервис которого еще находится в разработке [12].

Таблица 2

Идентификация стандартов метаданных

Схема метаданных	Локальный ID
Darwin Core	xvf5y3
CSMD	30fk89
Dublin Core	3nx7t
DataCite Metadata Schema	me4qwe
Schema.org	hzzq8

Примером работы сервиса [10] может служить регистрация данных в репозитории NIST (Институт стандартов и технологий) [16]. На рис. 2 показано, как выглядит запись метаданных в универсальном стандарте **Dublin Core**. Помимо административных данных (авторство, даты, язык и т.д.), в метаданные включен адрес <https://hdl.handle.net/11256/995>, предоставленный сервисом Handle.Net®Registry [9]. Поскольку стандарт **Dublin Core** и схема метаданных зарегистрированы в сервисе [10], а сам идентификатор упомянут в метаданных, можно сказать, что данные, в основном, согласованы с принципами FAIR. Далее мы покажем, что это соответствие здесь носит формальный характер при том, что многие рекомендации остаются не реализованными.

Обнаружение данных всегда следует дополнять возможностью доступа (accessibility). При этом доступность данных в рамках концепции FAIR трактуется несколько условно, т. е. не означает буквально, что данные будут полностью открыты для каждого. Должны быть лишь указаны условия доступности (коммерческие или юридические), причем так, чтобы эти условия могли быть интерпретированы компьютером, который затребует сведения о правах пользователя. В то же время открытым остается все «сопровождение» набора данных, включая протоколы, метаданные и идентификаторы (PID). Они предоставляют пользователям необходимый минимум сведений о проведенном исследовании, опираясь на который можно выполнить расширенный поиск по той же тематике. Более того, один из принципов, относящихся к доступности данных (обозначенный в [1] как A2), предусматривает сохранение метаданных даже после того, как сами данные теряют поддержку, например, за счет устаревания [1, 7]. Ценность метаданных в этом случае состоит в том, что они позволяют отслеживать научную активность, связанную с исходным набором данных.

Заметим также, что накладывая ограничения на свободный доступ, авторы исходных данных должны продумать и реализовать условия доступа: указать методы и программные средства для доступа, места хранения данных и метаданных, соответствующую документацию (см. Summary Table 1 (2.2) в руководстве [17]).

³ Core Scientific MetaData model (<http://icatproject-contrib.github.io/CSMD/>)

⁴ Эта процедура описана как “Metadata crosswalks translate elements (types and properties) from one schema to those of another”.

Use of spherical nanoindentation protocols to study the anisotropic mechanical response of alpha-beta single colonies in Ti-6Al-4V alloy

dc.contributor.author	Mohan, Soumya	
dc.contributor.author	Pilchak, Adam L.	
dc.contributor.author	Kalidindi, Surya R.	
dc.date.accessioned	2021-08-09T04:39:56Z	
dc.date.available	2021-08-09T04:39:56Z	
dc.identifier.uri	https://hdl.handle.net/11256/995	
dc.description.abstract	The recently developed spherical nanoindentation stress-strain protocols were employed in this study to investigate systematically the anisotropic elastic and yield response of the α - β	en_US

Рис. 2. Скан страницы метаданных, сопровождающих набор данных в репозитории [16]

Напомним, что все рассмотренные здесь средства и методы нацелены, согласно [1], на достижение окончательной цели – автоматизация поиска и доступа. Реализация этого требования предполагает интероперабельность (совместимость) всех используемых средств, «...когда любая компьютерная система, знает форматы обмена данными другой системы», (принцип I1 в декларации [1]). В общем случае интероперабельность – это способность двух или более компонентов или систем обмениваться информацией и использовать полученную информацию. При этом в [1] предполагается, прежде всего, семантическая интероперабельность, когда данные при обмене понятны каждой системе, а обмен информацией становится осмысленным. Данные, метаданные и привлекаемые сервисы в этом случае должны быть доступны компьютеру в отсутствие человеческого надзора.

Декларация [1] намеренно оставляет в стороне вопрос технической реализации, намечая лишь основные меры. В числе первых мер обеспечения интероперабельности данных в [1] (принцип I1) названы: широкое использование контролируемых словарей или онтологий, идентифицируемых PID, и четко определенных схем описания и структурирования данных и метаданных. Как отмечалось в статье [18] и рекомендациях к проекту [19] (рекомендация P-Rec. 9), простейший способ добиться совместимости состоит в использовании на первых этапах стандартов Semantic Web: RDF, OWL, SKOS и других⁵. На последующих этапах появилось множество других сервисов, интегрирующих словари или онтологии как междисциплинарные, так и относительно узкой тематики.

В качестве примера можно указать каталог метаданных [20], содержащий несколько десятков схем, почти полностью зарегистрированных в сервисе FAIR. Ссылки на них открывают достаточно широкие возможности согласованного использования ресурсов из разных предметных областей или междисциплинарных. При этом любой контролируемый словарь (или онтология), привлекаемый автором для описания наборов данных, должен быть документирован и разрешен с использованием PID, а документация доступна пользователям.

Один из принципов, посвященных интероперабельности I3 [1], указывает на целесообразность на этапе публикации включения разнообразных связей с тематически близкими ресурсами. Используя метаданные, можно указать, какая дополнительная информация хранится в других наборах данных. Для этого сущность, упомянутая как внешний ресурс, может быть импортирована с использованием определенного элемента метаданных для представления импорта. При использовании такой явной ссылки (квалифицированной согласно принципу I3) становится возможным автоматически извлекать информацию из внешних ресурсов. Для обеспечения условий FAIR все связанные наборы данных должны быть снабжены уникальными идентификаторами.

Последняя группа принципов касается возможностей повторного (неограниченного) использования опубликованных данных. Документирование правовых требований – первое из условий публикации и использования как самих наборов данных, так и отдельных элементов (понятий, сведений, потоков работ). Обеспечено оно должно быть посредством лицензий, возможно с открытым исходным кодом,

⁵ Main Page (https://www.w3.org/2001/sw/wiki/Main_Page)

информация о которых должна быть представлена в свободно распространяемых метаданных. При этом следует четко указывать, какие права автор дает пользователям (цитирование, использование, распространение), и эти права должны быть понятны и людям, и машинам.

Принципы «повторного использования» предполагают, помимо правовых гарантий, и соблюдения некоторых условий в самой публикации. Рекомендации ориентируют на максимально полное описание контекста (где и когда получены данные, приборная база и софт, характер обработки), причем все описание дается в терминах известных контролируемых словарей. По существу, с этим согласуется и рекомендация о раскрытии происхождения данных, включая цитирование прежних исследований. Желательно также придерживаться стандартов, принятых в определенной из дисциплин в отношении формата файлов, шаблонов документации, методов архивирования и обмена данными и, разумеется, словарей и онтологий, широко используемых в предметной области.

По существу, эти рекомендации согласуются с теми, что должны обеспечить соблюдение трех других условий: находимость, доступность, интероперабельность. Отличие состоит лишь в том, что здесь акцент сделан на эффективном распространении данных, а это в конечном виде подводит итог всем намеченным мероприятиям.

БАРЬЕРЫ НА ПУТИ ШИРОКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПОВ FAIR

Социальные проблемы

Несмотря на широкий масштаб работ по использованию принципов [1], выразившийся в обилии публикаций, семантических ресурсов, методических разработок, внедрение этого подхода в практику научного сообщества происходит достаточно медленно. Есть лишь несколько дисциплин, где традиции распространения и обмена стандартизованными данными обеспечили почти беспрепятственный переход в рамки FAIR. К таким дисциплинам можно отнести отмеченную ранее систематику биоразнообразия [14], а также кристаллографию, астрономию и немногие другие. В этих дисциплинах сложились международные формы кооперации, предусматривающие финансирование инфраструктурных проектов, включая информационные системы. Если же обсуждать общий ландшафт, даже ограничившись естественнонаучными дисциплинами, то стимулы к внедрению FAIR, по сути, отсутствуют, что отражается и на общем настрое специалистов.

Серьезным барьером является общая предубежденность научного сообщества против существенных новаций в способах распространения данных. Результаты опросов, приведенные в статье А.И. Земскова [21], содержат множество аргументов, высказываемых учеными против свободного распространения данных в сетевой среде. Например, 27% из опрошенных высказали опасения возможной утраты лидерства, около 40% – опасаются неправильного использования данных другими исследователями и столько же ссылались на

неясность правовых аспектов. Среди других препятствий к свободному распространению данных назывались: отсутствие финансовой поддержки, неготовность инфраструктуры, несовместимость форматов. Большой проблемой, с точки зрения многих специалистов, являются некупаемые затраты времени и других ресурсов на правильное оформление цифрового объекта, причем вручную, т. е. без автоматического связывания с требуемыми сервисами и словарями.

Устоялось также предубеждение, в какой-то степени подтверждаемое квалификационными требованиями, что научная результативность проявляется лишь в условиях *peer review*, а размещение в компьютерной сети данных, подчас не прошедших обработки и экспертизы, не рассматривается как полноценный научный продукт.

С появлением движения в пользу принципов FAIR возникло и еще одно обстоятельство – широко распространенное смешивание двух уровней доступа: открытого и ограниченного рекомендациями FAIR [1,7], хотя на это различие авторы принципов обращали специальное внимание (см. толкование принципа A1.2 в [7]).

В отношении самих данных автор публикации вправе накладывать ограничения, оговоренные в лицензии и финансовые требования. Рекомендации FAIR предполагают лишь доступ к метаданным, устанавливая авторство, предметную область, объекты и методы исследования, а также степень ограничений, определяемую, например, ссылкой на лицензию. Как отмечено в [22], ситуация вполне аналогична той, что имеет место с обычными публикациями, когда свободный доступ к записи в РЖ или БД не означает прямого доступа к тексту публикации.

В основном, негативный настрой или недоверие к возможностям, открываемым подходом [1], связано с отсутствием принятых форм стимулирования. В руководстве [22] (раздел 3.2) отмечены две финансовые проблемы. Во-первых, очень трудно найти целевое финансирование на весь период, в течение которого могут происходить изменения в стандартах данных. Во-вторых, финансирование большинства проектов ограничено конечным сроком, что исключает последующие стимулы для долгосрочного хранения, что предусмотрено концепцией FAIR.

Исследователями предложено множество мероприятий и бизнес-моделей, оправдывающих и стимулирующих активность, согласованную с принципами FAIR. Как издатели, так и ведомства, финансирующие исследования, могут требовать соблюдения рекомендаций [1] при обмене данными. Для финансирующих организаций это может быть реализовано посредством специальных мандатов, предоставляемых исполнителям проектов на управление и публикацию данных. Издательства могут требовать от авторов, чтобы они публиковали данные, не ограничиваясь лишь их упоминанием.

Например, издательство *Springer Nature* под общим девизом: «Публикация данных исследований так же важна, как и публикация ваших исследований в журналах и книгах» [23] приняло целый ряд требований к авторам в отношении распространения данных. Чтобы стимулировать авторов, издательство создало on-line журналы («Scientific Data», «BMC Re-

search Notes» и др.), публикующие так называемый *Data Descriptor* (краткое описание) и оказывающие помощь в размещении самого набора данных в одном из репозиториях. Публикация проходит рецензирование, что приравнивает данные и традиционную публикацию, усиливая к тому же возможность ее обнаружения за счет ссылок в библиографических БД: *Google Scholar*, *Web of Science* и др.

Другой подход к проблеме обсуждается в статье с характерным названием «Ахиллесова пята применения принципов FAIR» [18]. Ее авторы исходят из того, что реализация некоторых критериев FAIR является достаточно трудоемкой и может потребовать надлежащей технической поддержки. Поэтому общий подход к проблеме и выбор средств должен предусматривать постепенное внедрение. Каждый шаг должен быть понятен участникам обмена данными, следует выделить наиболее важные критерии, указав те из них, которыми можно пренебречь, если средств недостаточно. Согласно [18], ключевой стратегией внедрения FAIR должен быть постепенный и поэтапный характер. Интероперабельность считается самым трудным из условий FAIR, и усилия по внедрению принципов [1] следует сосредоточить на возможности поиска, а не совместимости, поскольку с этого легче начать [24].

В качестве примера имеет смысл рассмотреть метаданные, используемые для сопровождения материаловедческих данных в репозитории NIST [16] (см. рис. 2). При соблюдении формальных требований о наличии устойчивых идентификаторов и стандартизованных метаданных, их возможности в реализации требований FAIR ограничены. Как легко видеть, большая часть элементов **Dublin Core** не рассчитана на машинную интерпретацию. Например, PID не раскрывают авторов, организацию, исполняемый проект, что предполагалось для обеспечения находимости. Представление о предмете и методе исследования (элемент *dc.subject*) дает текстовая строка, включающая перечень ключевых слов без всякой попытки использовать для этой цели контролируемые словари, что настоятельно рекомендуется в документе [15]. В итоге, единственной меткой для поиска в сети остается PID: <https://hdl.handle.net/11256/995>. В то же время, в соответствии с логикой авторов [18], слабый уровень реализации FAIR здесь компенсируется простотой аттестации набора данных.

Проблемы с арсеналом семантических средств

Рассмотренные социальные проблемы (предубеждения в научном сообществе, недостаток стимулов) представляют лишь один аспект в объяснении барьеров на пути активного внедрения FAIR. Есть, однако, и более глубокая причина, связанная с самой методологией семантической интеграции, лежащей в основе принципов FAIR. Их реализация полностью зависит от объема и зрелости доступных семантических ресурсов: словарей, онтологий, реестров. Ограниченность или изъяды в арсенале этих ресурсов сразу же сказываются на полноценном использовании FAIR. Парадоксальность ситуации состоит в том, что сла-

бость семантической базы проявляется при большом масштабе принятых и вновь создаваемых ресурсов.

Словари и онтологии были разработаны и протестированы почти во всех дисциплинах с целью повысить семантическую ясность и возможность повторного использования⁶. Однако большинство из них было создано в разных стилях и форматах, с использованием разных формальных языков. Не хватает при этом системного подхода, который позволяет находить ресурсы, получать к ним доступ и повторно использовать. С перспективой машинно-ориентированной интеграции требуется гармонизация стилей, форматов и языков, а также регистрация реестров (см. раздел 4.3 в рекомендациях [22]). Как следствие, многие из дисциплин оказываются слабо представлены в семантических средствах.

В разделе «Физика» каталога [20], например, можно найти лишь две схемы метаданных для специальных разделов: данные по белкам, кристаллография макромолекул, плазма [26, 27]. До 2010 г. в качестве универсального использовался классификатор PACS (Physical and Astronomical Classification Scheme – PACS (www.aip.org/pacs)) с весьма подробной иерархией для выделения таких достаточно узких тем, как *Thermodynamics in volcanology*, рубрика 91.40.Рс. Но в сети PACS он присутствовал лишь как текстовый документ, так что не мог использоваться как семантический стандарт с выделением URL для отдельных рубрик.

Начиная с 2010 г. поддержка классификатора прекратилась отчасти из-за обнаруженных пробелов, например, для таких объектов как *topological insulators*. Для его замены Американское физическое общество внедрило классификатор другого типа, получивший название *Physical Subject Headings* [28]. Он отличается организацией схемы, построенной по образцу *Medical Subject Headings* (см. табл. 1). Вместо иерархии в нем принята двумерная структура: выделение дисциплины (раздела физики) и одного из пяти *фасетов* (предмет исследований, система) определяет набор концепций (объекты, свойства, методы), многие из которых порождают собственную иерархию, как правило, не более чем из двух нижних уровней. Самое важное, что каждой из концепций поставлен в соответствие алфавитно-цифровой код, включенный в структуру адреса, как положено при поддержке уникальных идентификаторов {<https://physh.aps.org/concepts/>}{Local ID}. Характерные примеры концепций, определяющих физические системы, их свойства и методы исследований, приведены в табл. 3. Разумеется, устойчивость ссылки будет определяться политикой держателя ресурса, ответственного за управление контентом⁷.

⁶ Примером может служить наличие обширных каталогов метаданных и словарей [20] или библиотек онтологий с охватом многих дисциплин (*Biportal* [25], *Ontobee* (www.ontobee.org), *Aber* (<http://aber-owl.net/#/>)) при том, что многие дисциплины оказываются достаточно слабо покрыты существующими средствами.

⁷ В описании рубрикатора [28] подтверждается использование *permanent ID*, с возможностью в дальнейшем перехода к DOI в качестве устойчивого идентификатора.

Примеры концепций и их идентификаторы в классификаторе [28]

Концепция	Уникальный локальный ID
Crystalline systems	1128a9f3-70c1-409b-84b2-44063aa12108
Magnetic Systems	58071c68-730c-4a3e-982c-abc9f0cedf67
Thermal Conductivity	1d1e18e6-170c-403e-8786-d06fe58ddc94
Elasticity	e085ebce-3a96-4bf8-ad67-054c2a4f7e73
Viscoelasticity	8c304260-0dba-4a63-908f-bab534c0a876
Spectroscopy	d8d9518f-91ee-40ab-9529-2c3f98431a0f
First-principles calculations	55bba34b-0d31-428f-a430-4f502667434a
Data analysis	9cb101d6-4b02-4f69-948e-f42b9bea9fe3

В целом PhySH обладает достаточно богатой семантикой, позволяя отражать содержание разделов не только физики, но и смежных дисциплин (материаловедение, физическая химия). Однако на текущий момент этот классификатор не включен в сервис [10], что делает невозможным его использование в среде FAIR-ресурсов.

Достаточно противоречиво на сегодня выглядит представление семантических ресурсов для материаловедения. Большое разнообразие самих материалов и факторов, определяющих их свойства и применение, обусловило разработку множества онтологий, схем метаданных и справочных фондов. Опубликован ряд обзоров, представляющих состояние и перспективы развития материаловедческой информатики (см. например [2, 29, 30] и ссылки там). Тем не менее, большинство из разработанных средств действует лишь в пределах определенной инфраструктуры и не дает свободного доступа к метаданным.

По-видимому, наиболее перспективным для материаловедения семантическим ресурсом является контролируемый словарь, разработанный в рамках международной организации *Research Data Alliance* [31]. Его преимущество – универсальность в охвате видов материала, их свойств, структурных особенностей, технологий синтеза и т.п. Словарь организован как трехуровневая иерархия, оформлен в разных форматах: XML-схеме, SKOS (*Simple Knowledge Ontology System*), обычном текстовом. В перспективе ссылки на концепции словаря могли бы служить эффективным средством идентификации объектов и их атрибутов, предусмотренной рекомендациями FAIR [1].

Проблемы оформления данных в согласии с принципами FAIR не обошли стороной и область медико-биологических исследований, которая исторически сложилась как пионер в разработке и использовании многообразных компьютерных средств хранения и интеграции разнородных данных, о чем косвенно свидетельствует хотя бы число онтологий, собранных в библиотеке BioPortal [25]. Более того, сама декларация принципов FAIR [1] составлена практически целиком на основе анализа распространения данных в биологии и медицине. Тем не менее, в стратегическом плане Национальных институтов здравоохранения США [32] признается, что на сегодняшний день «большинство биомедицинских данных не соответствует принципам [1], а это затрудняет

их обнаружение и доступность». Дополнительные осложнения возникают из-за потребности в совместном анализе разнородных данных, что требует распространения принципов FAIR на междисциплинарный уровень.

Среди многих мер, ориентирующих на следование FAIR в медицине, в документе [32] названо развитие стандартов данных, включая словари и онтологии, применимые к широкому кругу областей науки. Проблеме использования и согласования многочисленных стандартов, действующих в сфере биомедицины, посвящена работа [33], в которой внимание фокусируется на богатстве стандартов и на порождаемых этим проблемах. Реализация принципов FAIR здесь наталкивается не столько на пробелы в действующих стандартах, сколько на их избыток и несогласованность с более чем тысячей стандартов контента и других ресурсов (БД, репозитории и т.п.). Увязка их описаний – длительный процесс, тем более что охват и статус этих ресурсов должны быть проверены соответствующими сообществами и во многих случаях подвергнуться частым обновлениям.

Не существует центрального органа, ответственного за принятие и поддержку стандартов, что с неизбежностью приводит к их дублированию. При этом существуют инфраструктуры типа BioPortal [25] или BioSharing [34], которые частично восполняют этот пробел. Однако на низовом уровне в исследовательском и клиническом секторах науки возникают инициативы по принятию собственных стандартов. Ограниченные определенными дисциплинами, эти инициативы остаются фрагментированными, что затрудняет их совместное использование.

Авторы [33] рассмотрели обширный перечень возможных организационных и технических мер, направленных на согласование и гармонизацию обширной системы стандартов, способных обеспечить интероперабельность медико-биологических данных. В идеале стандарты должны быть не только самостоятельными, но и согласованно функционирующими для объединения данных из нескольких областей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей статье рассмотрено существо нового и популярного подхода к распространению научных данных, сформулированного в работе [1] под назва-

нием принципы – FAIR (Findability, Accessibility, Interoperability, Reusability). Главное назначение этих принципов – обеспечить многократное использование объектов исследования, что значительно повышает их ценность. Активная поддержка этого направления как в научном сообществе, так и в сфере информационных технологий, обязана ряду обстоятельств. С одной стороны, будучи реализованными, принципы FAIR предлагают решение в отношении одной из острых проблем современной науки – экспоненциального роста объема получаемых и тиражируемых данных, причем во множестве возможных форматов. С другой стороны, рациональная сторона принципов FAIR состоит в том, что их авторы с самого начала понимали невозможность использования единого набора инструментов и технологий. Декларация [1] предлагалась сообществу как набор рекомендаций с возможностью опираться на различный инструментарий и учитывать сложившиеся в конкретной дисциплине правила и традиции: принципы FAIR нельзя рассматривать как стандарт, хотя использование дисциплинарных стандартов (для идентификаторов, метаданных) способствует реализации этих принципов.

Важно и то, что подход FAIR существенно отличается от сложившихся технологий интеграции в виде *Linked Open Data* как по существу, так и по привлекаемым механизмам. В самой декларации подчеркивается, что доступность данных не означает их рассмотрения обязательно как открытые для свободного доступа любому пользователю. Представление о доступности данных регулируется девизом *“as open as possible, as closed as necessary”* [7], что фактически означает обязательность сведений о регистрации данных, их авторстве и тематике. В отличие от связанных данных, FAIR предполагает не полную интеграцию, а лишь возможность поиска и повторного использования данных.

В упрощенном толковании подход, следующий FAIR, опирается на три ресурса: репозиторий, PID и метаданные. Схематично их взаимосвязь иллюстрирует рис. 2, представляя минимально необходимые в рамках FAIR элементы. Метаданные на рис. 2 описывают конкретный набор данных, который определяется устойчивым идентификатором, предоставленным сервисом Handle [9], и размещен в репозитории NIST [16]. Существенно, что и метаданные, и выбор идентификатора следуют определенным стандартам, принятым в Интернете. На этом же примере было показано, что эффективность в реализации принципов FAIR требует более широкого охвата семантических ресурсов как идентификаторов, так и метаданных. В толковании принципов [7] специально оговаривается желательность «щедрых» метаданных, т. е. включающих как много больше ссылок на известные идентификаторы и словари. В этих условиях в полной степени проявляются возможности декларации FAIR в плане распространения и/или повторного использования данных.

Количество стандартов, предложенных разными организациями для идентификации и цитирования данных, непрерывно нарастает. Обеспечить их согласованное функционирование в сообществе ресурсов

FAIR призван специальный сервис FAIRsharing [10]. Он обеспечивает согласование стандартов, репозиторий и принятых правил работы с принципами FAIR. Например, для реализации принципа доступности контролируется уровень открытости и типа лицензий, а для интероперабельности – согласуется выбор репозиторий, реализующих общие стандарты для структурирования и обмена данными. В настоящей статье было показано, что наиболее популярные семантические ресурсы в большинстве дисциплин уже зарегистрированы в среде [10].

Несмотря на богатый потенциал и широкую поддержку принципов FAIR, накопилось и немало проблем с их реализацией. Существует множество рекомендаций [7, 17, 19, 22–24], как стимулировать пользователей, издателей, финансирующие организации к использованию принципов FAIR в текущей работе и в перспективных планах. Более глубокие проблемы связаны с семантическими ресурсами, наличие, полнота и форма представления которых фактически определяют полноту реализации этих принципов. На примере таких дисциплин, как физика и материаловедение показано, что характерной проблемой может стать именно отсутствие соответствующего стандарта в среде FAIR или его отставание от запросов времени. Есть и другая опасность, характерная для медико-биологических стандартов – избыток и несогласованность, когда на уровне стандартов проявляются те же проблемы, что и на уровне исходных данных, т. е. неоднородность, фрагментарность, зависимость от контекста. Поэтому задачей ближайшего времени в распространении подходов FAIR является создание словарей и классификаторов с формированием в сети уникальных устойчивых идентификаторов.

Применительно к отечественной науке для этих целей есть возможность опереться на богатый опыт систематизации печатных публикаций. В качестве перспективного источника семантических стандартов может рассматриваться давно сложившаяся система библиографических ресурсов (<http://scs.viniti.ru/rubtree/>), например ГРНТИ, рубрикатора ВИНТИ и др. Чтобы распространить их действие на цифровые объекты с разнородными научными данными, требуется определенная методическая работа. В частности, в рамках проекта РФФИ № 17-07-00153 «Исследование системы классификаторов по науке и технике и разработка механизмов смысловой навигации и поиска знаний в информационных сетях» предложена концепция онтологии, интегрирующей терминологические и энциклопедические словари в среде связанных открытых данных (*Linked Open Data*) [35, 36]. Коллективом авторов из Института научной информации по общественным наукам РАН, Библиотеки по естественным наукам РАН, Вычислительного центра ФНЦ «Информатика и управление» РАН, ВИНТИ РАН создана «Система терминологических словарей» [36] в виде реляционной БД, содержащей термины, их определения и ссылки на словарь, откуда они заимствованы. Ориентация на использование сетевых технологий при интеграции библиографических ресурсов открывает и прямую возможность следовать принципам FAIR в работе с данными, представив каждую словарную запись как поисковую метку.

Примеры терминологических запросов на портале [37].

Словарь	Термин	URI
Физическая энциклопедия	Квазикристалл	https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/3437
Химическая энциклопедия	Ароматичность	https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_chemistry/399/
Биологический энциклопедический словарь	Генная инженерия	https://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_biology/7034/
Металлургический словарь	Жаропрочность	https://metallurgicheskiy.academic.ru/3044/
Термины атомной энергетики	Трансмутация	https://dic.academic.ru/dic.nsf/atom/1059/

Имеется возможность и упрощенного подхода, использующего on-line словари и энциклопедии при наличии устойчивой идентификации отдельных записей. В качестве примера может быть предложен портал academic.ru [37], объединяющей словари разной тематики (табл. 4). Возможности портала как семантического ресурса определяются: множеством словарей разной тематики; наличием записей для достаточно узких концепций; качеством дефиниций; отсылкам к другим концепциям и/или словарям.

Недостатком словарей на портале является отсутствие иерархических схем, выделяющих родительские, дочерние и родственные концепции. Компенсирован этот недостаток может быть при совместном использовании словарей с одной из классификационных схем, например, принятой в ВИНТИ для рубрикации РЖ [2].

Поскольку библиотеки имеют прочную традицию систематизации и описания документов, включая и электронные, перенос опыта библиотечной науки и практики на решение проблем управления сетевыми ресурсами, начатое в упомянутом проекте РФФИ [35, 36], представляется достаточно перспективным направлением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Wilkinson M.D. et al. Comment: The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship // *Scientific Data*. – 2016. – Vol. 3. – Art. №160018. DOI: 10.1038/sdata.2016.18
- Еркимбаев А.О., Зицерман В.Ю., Кобзев Г.А. Интенсивное использование цифровых данных в современном естествознании // *Научно-техническая информация. Сер. 2*. – 2017. – № 9. – С. 9-22; Erkimbaev A.O., Zitserman V.Yu., Kobzev G.A. A Method for Estimating the Time Intervals between Transactions in Speech-Compression Algorithms // *Automatic Documentation and Mathematical Linguistics*. – 2017. – Vol. 51, № 5. – P. 201-213.
- The Fourth Paradigm. Data-Intensive Scientific Discovery / ed. by T. Hey, St. Tansley, Kr. Tolle. – Redmont, st. Washington: Microsoft Research, 2009.
- Data Integration Initiative: Planning Document. CODATA, – 2018. – DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1319525>
- World Data System (WDS). WDS Data Sharing Principles. WDS Scientific Committee. – 2015. – Vol. 1(November). DOI: 10.5281/zenodo.34354
- Data on the Web Best Practices. W3C Recommendation 31 January 2017. – URL: www.w3.org/TR/dwbp/
- GO FAIR Initiative. – URL: <https://www.go-fair.org/>
- Mons B., Cameron N., Velterop J. et al. Cloudy, increasingly FAIR; revisiting the FAIR data guiding principles for the European Open Science Cloud // *Information Services & Use*. – 2017. – Vol. 37. – P. 49–56.
- Handle.Net®Registry. – URL: <https://www.handle.net/>
- Sansone S.-A. et al. FAIRsharing as a community approach to standards, repositories and policies // *Nature Biotechnology*. – 2019. – Vol. 37. – P. 350–369. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41587-019-0080-8>
- Klump J., Huber R. 20 Years of Persistent Identifiers – Which Systems are Here to Stay? // *Data Science Journal*. – 2017. – Vol. 16, Art. № 9. – P. 1–7
- Plomp E. Going Digital: Persistent Identifiers for Research Samples, Resources and Instruments // *Data Science Journal*. – 2020 – Vol. 19, Art. №46. – P. 1–8.
- McMurry J.A. et al. Identifiers for the 21st century: How to design, provision, and reuse persistent identifiers to maximize utility and impact of life science data // *PLoS Biol*. – 2017. – Vol.15(6). – Art. №e2001414.
- Шашков М.П. и др. Возможности, решения и инструменты GBIF для оцифровки и развития естественнонаучных коллекций // *Зоологические исследования*. – 2018. – № 20. – С. 169–174.
- Guidelines for publishing structured metadata on the web. Final Report Research Data Alliance // *Research Metadata Schemas Working Group*. – June 2021. – Version 3.0. DOI: 10.15497/RDA00066
- NIST Materials Data Repository. – URL: <https://materialsdata.nist.gov/>
- European Commission, Directorate-General for Research & Innovation. H2020 Programme Guidelines on FAIR Data Management in Horizon 2020, Version 3.0. – Luxembourg, European Commission: Directorate-General for Research&Innovation, 2016. – 12p. DOI: <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-774>
- David R. et al. FAIRness Literacy: The Achilles' Heel of Applying FAIR Principles // *Data Science Journal*. – 2020. – Vol.19, Art. № 32. – P.1–11. DOI: <https://doi.org/10.5334/dsj-2020-032>

19. Fostering FAIR Data Practices in Eutope (FAIRsFAIR). D2.2 FAIR Semantics. First Recommendations. 2020. – DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3707985>
20. Metadata Standards Catalog. – URL: <https://rdamsc.bath.ac.uk/>
21. Земсков А. И. Data Curation хранение научных данных и обслуживание ими -новое направление деятельности библиотек // Научно-технические библиотеки. – 2013. – № 2. – С.85–01.
22. EOSCFAIR Executive Board Working Group. Six Recommendations for Implementation of FAIR Practice. By the FAIR in Practice Task Force of the European Open Science Cloud. September 2020. – DOI: 10.5281/zenodo.3904139
23. Stuart D. et al. Whitepaper: Practical challenges for researchers in data sharing. – 2018. – DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5975011.v1>
24. Turning FAIR into reality. Final Report and Action Plan from the European Commission Expert Group on FAIR Data. European Commission Expert Group on FAIR Data, 2018. – URL: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/turning_fair_into_reality_1.pdf
25. Salvadores M. et al. BioPortal as a Dataset of Linked Biomedical Ontologies and Terminologies in RDF // Semantic Web. – 2013. – Vol. 4(3). – P. 277–284.
26. PDBxmmCIF Dictionary Resources. – URL: <http://mmcif.pdb.org/>
27. Plasma Metadata Schema (Plasma-MDS). – URL: <https://www.plasma-mds.org/>
28. Physics Subject Headings. – URL: <https://physh.aps.org/about>
29. Еркимбаев А.О., Зицерман В.Ю., Кобзев Г.А., Косинов А.В. Европейский проект в информатике материалов. Онтологии и виртуальные платформы // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2021. – № 11. – С.10–22.
30. Himanen L., Geurts A., Foster A.S., Rinke P. Data-Driven Materials Science: Status, Challenges, and Perspectives // Advanced Science. – 2019. – Vol. 6, Art. № 1900808.
31. Medina-Smith A. et al. A Controlled Vocabulary and Metadata Schema for Materials Science Data Discovery // Data Science Journal. – 2021. – Vol.20, Art. №18 – P.1–10. DOI: <http://doi.org/10.5334/dsj-2021-018>
32. National Institutes of Health. NIH Strategic Plan for Data Science. 2021. – URL: <https://datascience.nih.gov/strategicplan>
33. Sansone S.-A., Rocca-Serra P. Interoperability Standards – Digital Objects in Their Own Right. Wellcome Trust. – 2016. – URL: <https://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.4055496>
34. Sansone S.-A. et al. BioSharing: Harnessing Metadata Standards for the Data Commons // bioRxiv preprint. DOI: <https://doi.org/10.1101/144147>
35. Антопольский А.Б., Белоозеров В.Н., Макарова Т.С. О разработке онтологии на основе классификаторов научной информации и терминологических словарей // Информационные ресурсы России. – 2017. – № 5. – С.2–7.
36. Антопольский А.Б., Белоозеров В.Н., Каленов Н.Е., Макарова Т. С. О развитии терминологической базы данных в виде комплекса отраслевых информационно-поисковых тезаурусов // Информационные ресурсы России. – 2018. – № 5. – С. 22–30.
37. Словари и энциклопедии на Академике. – URL: dic.academic.ru

Материал поступил в редакцию 14.02.22.

Сведения об авторах

ЕРКИМБАЕВ Адильбек Омирбекович – кандидат технических наук, зам. зав. лабораторией теплофизических баз данных Объединенного института высоких температур РАН, Москва
e-mail: adilbek@ihed.ras.ru

ЗИЦЕРМАН Владимир Юрьевич – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории теплофизических баз данных Объединенного института высоких температур РАН, Москва
e-mail: vz1941@mail.ru

КОБЗЕВ Георгий Анатольевич – доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории теплофизических баз данных Объединенного института высоких температур РАН, Москва
e-mail: gkbz@mail.ru

КОСИНОВ Андрей Владимирович – инженер-программист Опытного-конструкторского бюро Объединенного института высоких температур РАН, Москва
e-mail: kosinov@gmail.com

А.А. Абдувалиев

Инновационное развитие Узбекистана по информации глобального инновационного индекса

Показаны основные направления и преимущества устойчивого развития экономики для достижения высоких результатов в рейтинге Глобального инновационного индекса (ГИИ). Дан анализ конкуренции между странами по достижению высоких позиций в рейтинге ГИИ. Раскрыта эффективность реформ, проводимых в Республике Узбекистан по развитию инновационной деятельности. Представлены результаты изучения экономического уровня развития Топ-50 стран в рейтинге ГИИ и обоснована возможность вхождения Узбекистана в данную группу к 2030 г.

Ключевые слова: Глобальный инновационный индекс (ГИИ), наука, инновация, рейтинг, экономика, реформы, эффективность, конкуренция, страны

DOI: 10.36535/0548-0019-2022-04-3

ВВЕДЕНИЕ

Последние десятилетия характеризуются кардинальной ориентированностью на формирование и развитие инновационной экономики во многих странах мира. Глобальная конкуренция на мировых рынках во многом основывается на широком использовании и внедрении инновационных технологий. Усиление инновационной активности во всех секторах экономики обеспечивает конкурентоспособность экономики в целом.

Осуществление реформ, ориентированных на инновационную экономику, является важным условием её реализации. Ежегодно публикуемый рейтинг более 130 стран и территорий в области инновационной деятельности на основе Глобального инновационного индекса (ГИИ) позволяет оценивать результативность проводимых странами реформ. С 2007 г. школой бизнеса INSEAD, Всемирной организацией интеллектуальной собственности и Корнельским университетом (США) проводится ежегодный рейтинг и аналитический обзор Глобального инновационного индекса.

Это позволяет анализировать эффективность научных институтов, состояние инновационной деятельности или изменения в деловой среде. По итогам такого анализа страны и регионы ранжируются по результативности инновационной деятельности. Независимость оценки реформ по построению инновационной экономики обуславливает возможность принятия международными инвесторами решений по инвестиционной политике в отношении к той или иной экономике.

Следует отметить, что ГИИ больше ориентирует на улучшение «путей» совершенствования иннова-

ций и определение адресной политики, передового опыта и других рычагов, способствующих развитию инновационной экономики. Соответственно, ежегодный рейтинг ГИИ основывается на предыдущих рейтингах, что позволяет отслеживать результаты проводимых реформ и своевременно вырабатывать решения их по дальнейшему развитию.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Глобальный инновационный индекс состоит из 7 основных направлений: институты управления; человеческий капитал и исследования; инфраструктура; развитие рынка; развитие бизнеса; результаты в области знаний и технологий; творческие результаты, которые имеют 21 структурный подблок. Методика расчета рейтинга основывается на анализе факторов, влияющих на годовые изменения рейтингов, и вычисляется как среднее арифметическое значение двух групп показателей – субиндексов: вкладов в развитие инноваций – субиндекс затрат (Innovation input) и практических результатов развития инноваций – субиндекс результатов (Innovation output) (рис. 1).

Ресурсы инновации – Субиндекс затрат (Innovation input) измеряет элементы национальной экономики, которые воплощают инновационную деятельность, сгруппированные по пяти компонентам: 1) институты; 2) человеческий капитал и исследования; 3) инфраструктура; 4) развитость рынка; 5) развитость бизнеса.

Результаты инновации – Субиндекс результатов (Innovation output) инновационной деятельности отражает результативность инноваций, разделенную на два компонента: 6) результаты в области знаний и технологий; 7) результаты творчества.

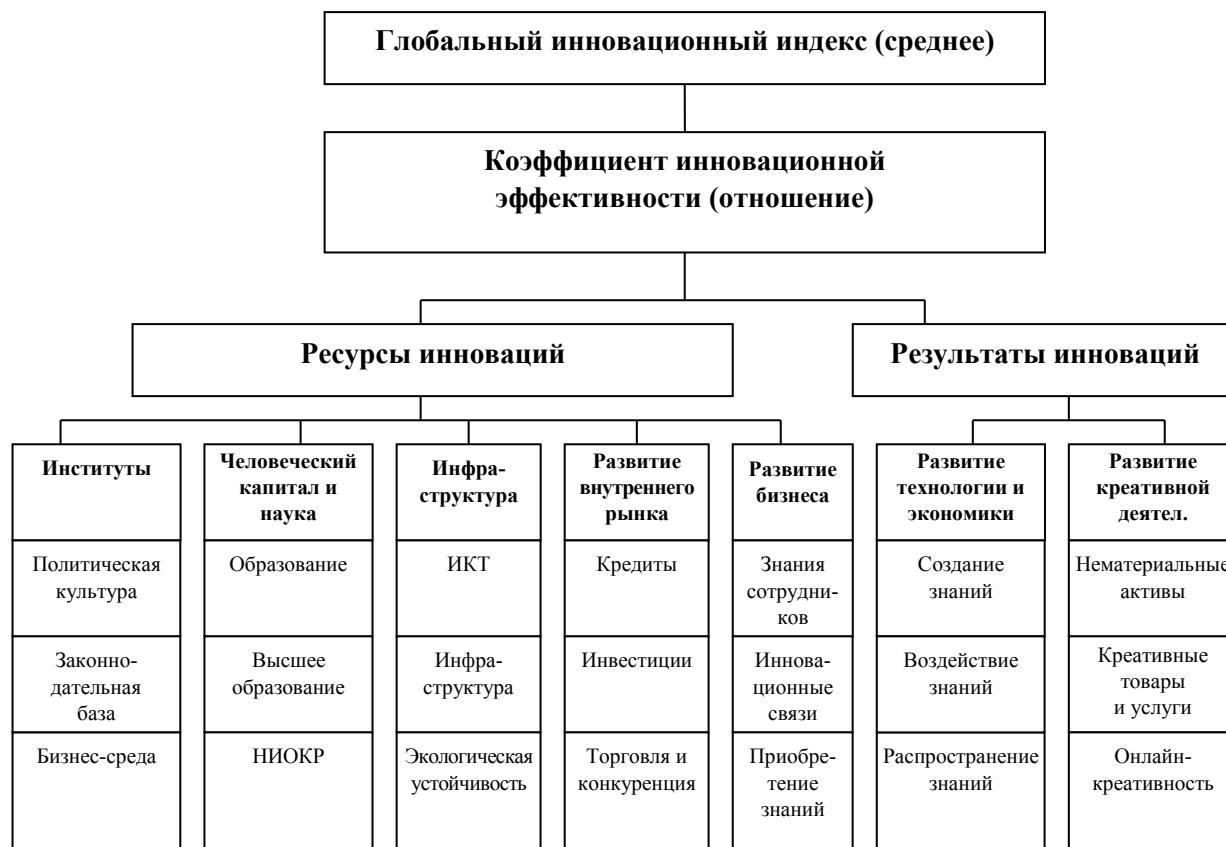


Рис. 1. Основные направления Глобального инновационного индекса (ГИИ) [1, с. 9]:

РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ СТРАТЕГИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ УЗБЕКИСТАНА

Детальный анализ индексов и субиндексов, составляющих рейтинг страны в Глобальном инновационном индексе, позволит определить сильные и слабые компоненты того или иного индекса/субиндекса, что поможет оценить конкурентоспособность формирующейся инновационной экономики Узбекистана. Результаты такого анализа будут полезны и для разработки прогнозных показателей инновационного развития страны на перспективу.

Анализ за период 2012-2021 гг. позволяет отметить, что количество стран участников в рейтинге ГИИ ежегодно изменяется. Например, если в 2012 г. в рейтинге участвовала всего 141 страна, то в 2021 г. их количество значительно сократилось и составило 132, и в разные годы этот показатель изменялся (рис. 2).

Ежегодное изменение количества участников в рейтинге ГИИ подтверждает факт конкуренции среди стран – участников данного рейтинга (см. рис. 2). Например, по сравнению с 2012 г. в 2021 г. из рейтинга выбыли 14 стран и в основном это страны, рейтинги которых были выше 49. Кроме того, можно отметить и вновь вошедшие в рейтинг страны: Мауритус, Кабо Верде, Уганда, Мьянма и Гвинея (табл. 1).

Кроме выбытия некоторых стран из общего списка рейтинга ГИИ, конкуренция повлияла и на значительное понижение рейтинга отдельных стран, в числе которых Бахрейн (-37), Катар (-35), Лиссабон (-31), Оман (-29) и др. (рис. 3).

Один из важных результатов в анализируемом периоде – это значительный рост рейтинга некоторых стран из группы развивающихся экономик и стран с переходной экономикой, в число которых входит и Узбекистан (рис. 4).

Как свидетельствуют данные рис. 4, рост на более чем 40 позиций в рейтинге ГИИ продемонстрировали Филиппины, Иран и Узбекистан, роста на более 30 позиций достигли Пакистан, Турция и Вьетнам, рост на более 20 позиций показали Мексика, Китай, Камбоджа и Лаос.

В целом, по мнению экспертов ГИИ, страны со средним уровнем дохода на душу населения такие, как Китай, Турция, Вьетнам, Индия и Филиппины изменили глобальный инновационный ландшафт [10, с. 2]. И это при том, что для развивающихся стран со средним уровнем дохода на душу населения намного труднее достигнуть более высоких показателей в рейтинге по сравнению со странами с высоким уровнем дохода на душу населения.

Активную конкуренцию можно проследить и в группе 50 стран (табл. 2), вошедших в первые строчки рейтинга ГИИ в 2012-2021 гг. Этот анализ позволил выделить пять бессменных лидеров в рейтинге: Швейцария (1), Швеция (2), Нидерланды (6), Кипр (28) и Хорватия (42).

Данные табл. 2 свидетельствуют об активной конкуренции стран за высокие рейтинги в ГИИ. Так, по сравнению с 2012 г. в 2021 г. из этого списка выбыли Катар, Чили, Бахрейн, Сербия, Оман, Саудовская Аравия, Мавритания и Молдова, а вместо выбывших стран вошли Турция, Таиланд, Вьетнам, Индия, Рос-

сия, Греция, Румыния и Украина. Следует подчеркнуть, что борьба на выбытие из списка ТОП-50 стран в рейтинге ГИИ, и вхождение новых, наиболее конкурентных стран происходило на уровне выше 40-й позиции этого рейтинга.

Неизменные позиции удалось сохранить пяти странам: Швейцарии, Швеции, Нидерландам, Кипру

и Хорватии, что демонстрирует устойчивую позицию и высокую результативность реформ в этих странах в области инновационного развития.

В группе первых 50-и стран (см. табл. 2), наиболее высокий рост продемонстрировали Китай, Южная Корея, Франция, Япония, Болгария, США, Италия и Германия (рис. 5).

Таблица 1

Страны, выбывшие и вошедшие в рейтинг Глобального инновационного индекса в 2012-2021 гг. [2, с. xviii-xix; 10, с. 4.]

Рейтинг	Страны	Рейтинг	Страны
Страны, выбывшие в 2021 г. из рейтинга ГИИ 2012 г.			
49	Мавритания	116	Лесото
77	Гайана	117	Уганда
80	Белиз	118	Венесуэла
82	Свазиленд	132	Сирия
101	Фиджи	137	Бурунди
105	Никарагуа	140	Нигер
106	Габон	141	Судан
Страны, вошедшие в рейтинг ГИИ 2021 г.			
52	Мауритус	127	Мьянма
89	Кабо Верде	130	Гвинея
119	Уганда		

Таблица 2

ТОП-50 стран в рейтинге Глобального инновационного индекса в 2012-2021 гг. [2, с. xviii-xix; 10, с. 4.]

Рейтинг	2012 г.	2021 г.	Рейтинг	2012 г.	2021 г.
1	Швейцария	Швейцария	26	Словения	Новая Зеландия
2	Швеция	Швеция	27	Респуб. Чехия	Мальта
3	Сингапур	США	28	Кипр	Кипр
4	Финляндия	Великобритания	29	Испания	Италия
5	Великобритания	Южная Корея	30	Латвия	Испания
6	Нидерланды	Нидерланды	31	Венгрия	Португалия
7	Дания	Финляндия	32	Малайзия	Словения
8	Гонконг	Сингапур	33	Катар	ОАЭ
9	Ирландия	Дания	34	Китай	Венгрия
10	США	Германия	35	Португалия	Болгария
11	Люксембург	Франция	36	Италия	Малайзия
12	Канада	Китай	37	ОАЭ	Словакия
13	Новая Зеландия	Япония	38	Литва	Латвия
14	Норвегия	Гонконг	39	Чили	Литва
15	Германия	Израиль	40	Словакия	Польша
16	Мальта	Канада	41	Бахрейн	Турция
17	Израиль	Исландия	42	Хорватия	Хорватия
18	Исландия	Австрия	43	Болгария	Таиланд
19	Эстония	Ирландия	44	Польша	Вьетнам
20	Бельгия	Норвегия	45	Монтенегро	Индия
21	Южная Корея	Эстония	46	Сербия	Россия
22	Австрия	Бельгия	47	Оман	Греция
23	Австралия	Люксембург	48	Сауд. Аравия	Румыния
24	Франция	Чехия	49	Мавритания	Украина
25	Япония	Австралия	50	Молдова	Монтенегро

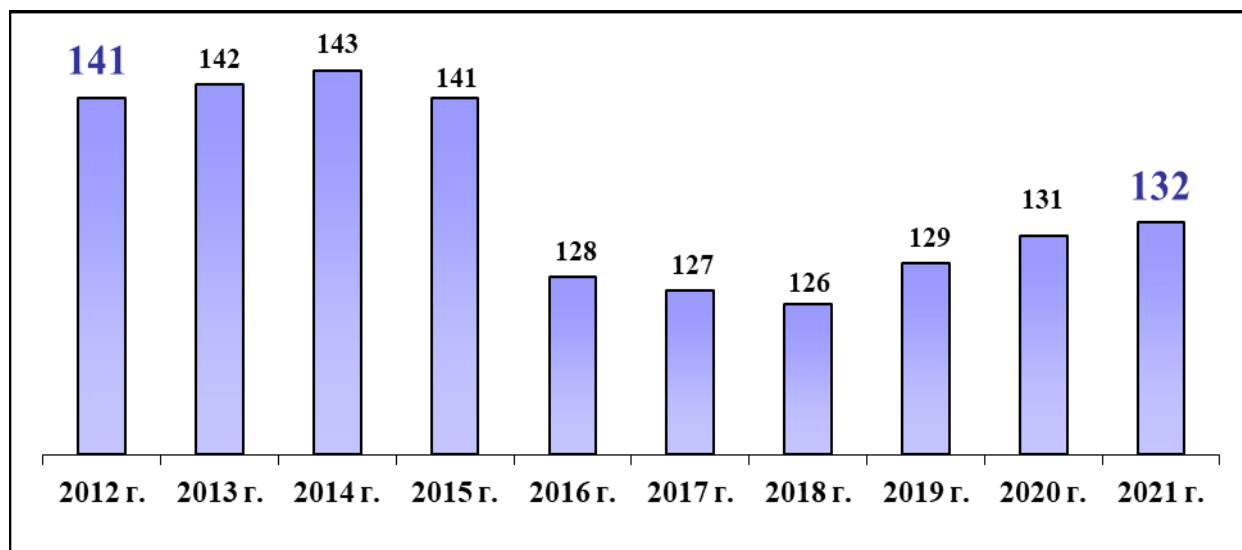


Рис. 2. Общее количество стран, участвовавших в рейтинге Глобального инновационного индекса (составлено по [1–10])

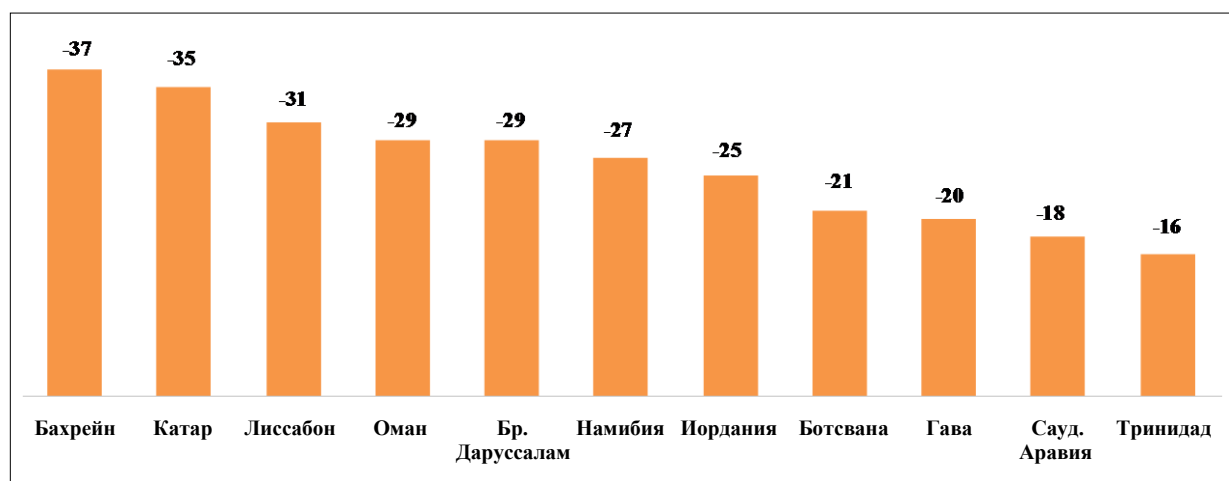


Рис. 3. Страны с наиболее пониженными рейтингами в 2012-2021 гг. [2, с. xviii-xix; 10, с. 4.]

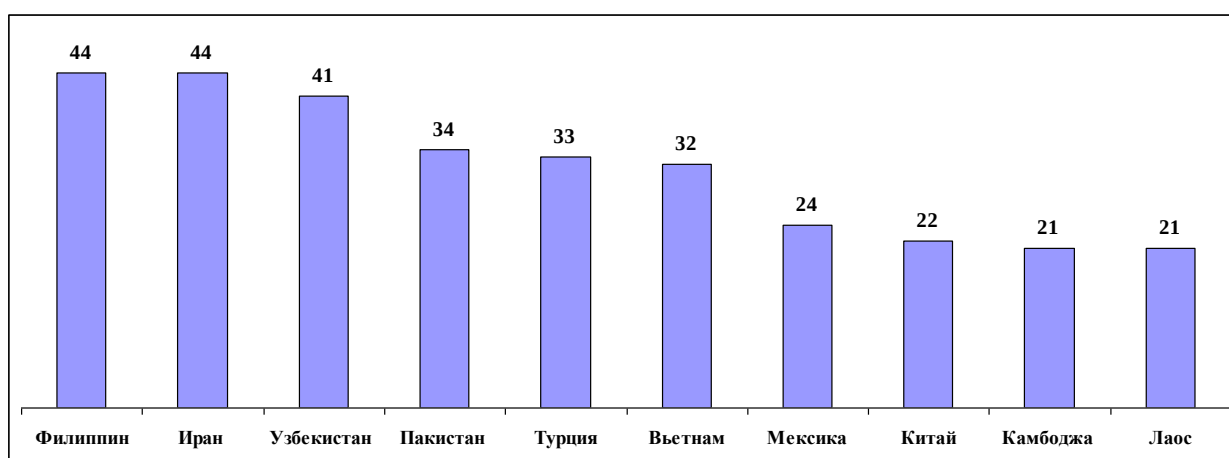


Рис. 4. Результаты роста рейтинга отдельных развивающихся стран и стран с переходной экономикой (2012-2021 гг.) [2, с. xviii-xix; 10, с. 4.]

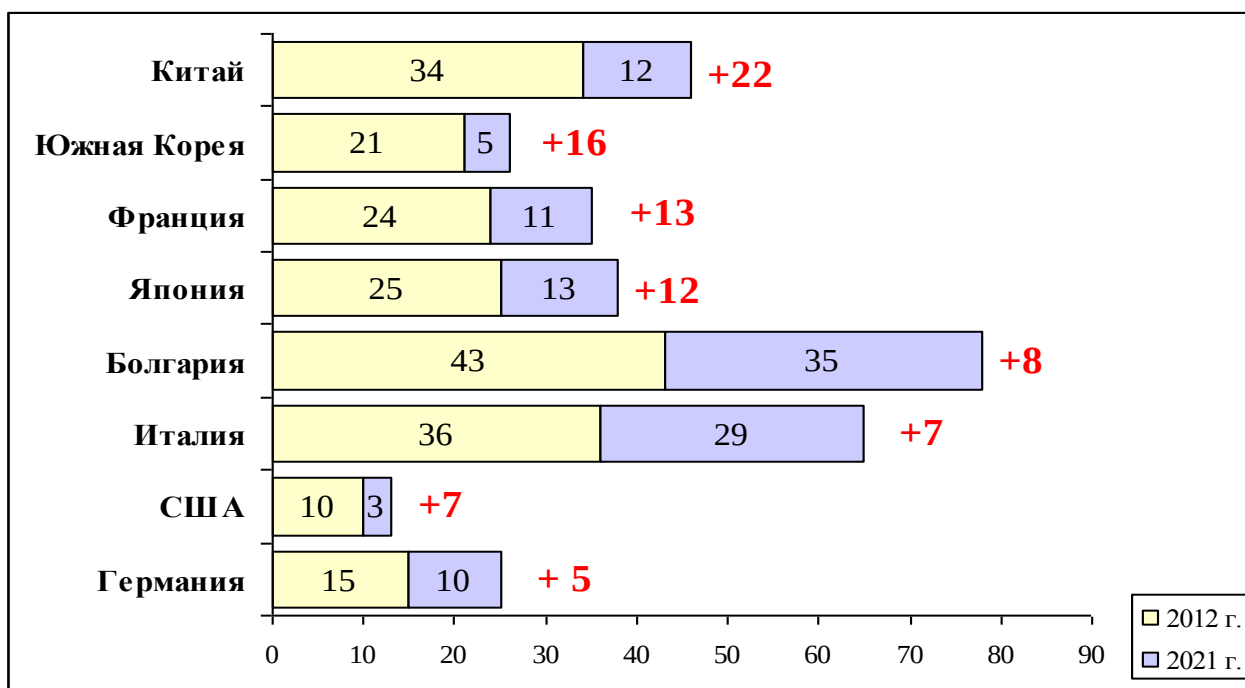


Рис. 5. Страны в рейтинге Глобального инновационного индекса с наиболее высокими показателями роста за 2012-2021 гг. [2, с. xviii-xix; 10, с. 4.]

Таблица 3

Анализ рейтинга и субиндексов в Глобальном инновационном индексе некоторых стран с доходом ниже среднего на душу населения (2012-2021 гг.) [2, с. xviii-xix; 10, с. 4.]

Страны	Годы	Рейтинг	Субиндексы						
			Институты	Челов. капитал и исслед.	Инфра-структура	Развитость рынка	Развитость бизнеса	Знания и технол.	Творч-ая деятельность
Вьетнам	2012	76	112	107	75	49	56	58	70
	2021	42	83	79	79	22	47	41	42
	(+/-)	34	29	28	-4	27	9	17	28
Индия	2012	64	125	131	78	46	75	47	34
	2021	48	62	54	81	28	52	29	68
	(+/-)	16	63	77	-3	18	23	18	-34
Украина	2012	63	117	48	98	68	51	30	83
	2021	45	91	44	94	88	53	33	48
	(+/-)	18	26	4	4	-20	-2	-3	35
Филиппины	2012	95	132	121	69	106	72	59	108
	2021	50	90	80	86	86	33	24	65
	(+/-)	45	42	41	-17	20	39	35	43
Молдова	2012	50	78	55	85	96	104	31	32
	2021	59	81	77	82	74	87	54	53
	(+/-)	-9	-3	-22	3	22	17	-23	-21
Узбекистан	2012	127	133	35	111	125	89	89	138
	2021	86	94	72	72	24	123	77	113
	(+/-)	41	39	-37	39	101	-34	12	25

Высокую конкурентную борьбу можно видеть и в группе первых 20-и стран в рейтинге ГИИ. Так за анализируемый период свои позиции потеряли Люксембург, Новая Зеландия, Мальта, Эстония и Бельгия, а их места заняли Южная Корея, Франция, Китай, Япония, Австрия.

Важен факт, что в анализируемом периоде в ТОП-50 рейтинга ГИИ увеличилось количество стран с уровнем дохода ниже среднего на душу населения. Например, если в 2012 г. в данную группу входила только Молдова (50) [2, с. xviii-xix], то в 2021 г. в ТОП-50 вошли уже 3 страны: Вьетнам (44), Индия (46) и Украина (49) [10, с. 4].

Следует отметить, что в этих условиях вполне обоснованным является решение о вхождении Узбекистана к 2030 г. в группу 50-ти передовых стран рейтинга ГИИ, что отмечено Президентом Республики Узбекистан Ш.М. Мирзиёевым в Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Узбекистана в 2017-2021 гг. (<https://lex.uz/docs/3913186>).

Из анализа рейтинга ГИИ 2012-2021 гг. следует, что, в группе 50-ти стран, занявших с 30-й по 50-ю позиции в рейтинге ГИИ, были страны с высоким уровнем дохода, страны с доходом выше среднего и страны с доходами ниже среднего. Тем не менее, в анализируемом периоде преобладало количество стран с высоким уровнем дохода, но с 2018 г. в данной группе увеличилось число стран с доходом ниже среднего уровня. Это свидетельствует о том, что уровень дохода на душу населения не является основной причиной и сдерживающим фактором для достижения высоких показателей в рейтинге ГИИ.

Учитывая, что перед Узбекистаном поставлена задача по вхождению в группу 50-ти передовых стран рейтинга ГИИ к 2030 г., то сохранение положительного роста, отмеченного в рейтинге 2012-2021 гг. до 2030 г., позволит Узбекистану занять 45-е место в этом рейтинге.

В анализируемый период в рейтинге ГИИ преобладало количество стран с высоким уровнем дохода, но с 2018 г. в группе ТОП-50 увеличилось число стран с доходом ниже среднего уровня, и в разные годы это были 3-4 другие страны.

В табл. 3 представлены страны, опыт которых позволит определить сильные и слабые позиции Узбекистана.

Согласно данным табл. 3, в 2021 г. по отношению к 2012 г. наиболее высокий показатель в рейтинге достиг Вьетнам (42), далее следуют Украина (45), Индия (48) и Филиппины (50). Необходимо отметить, что во всех рассматриваемых странах были некоторые отступления, в том или ином субиндексе. Учитывая, что Вьетнам занял самую высокую позицию рейтинга, целесообразно сопоставить достигнутые субиндексы страны с показателями Узбекистана. В целом, значительные отставания прослеживаются по таким субиндексам, как «Институты», «Развитость бизнеса», «Знания и технологии», «Творческая деятельность». Но есть и такие позиции, где Узбекистан опережает Вьетнам, например, «Человеческий капитал и исследования» и «Инфраструктура».

За последние пять лет структурно изменилась научная и инновационная деятельность Узбекистана.

В основу этих изменений положены системные меры по внедрению основ инновационной экономики. Так, с 2017 г. в Узбекистане проводится активная целенаправленная работа по созданию благоприятных условий для развития научной и инновационной деятельности. Стабильно увеличиваются государственные затраты на науку и инновации, формируется кадровый потенциал. Эти реформы направлены на полноценное использование потенциала отечественной науки и обеспечение выхода Узбекистана на мировой рынок современных технологий.

Следует отметить, что за рассматриваемый нами период в Республике сформированы необходимые институциональные основы инновационной системы, разработаны эффективные механизмы формирования и дальнейшего совершенствования инновационного потенциала, обновляется нормативно-правовая база научной и инновационной деятельности, которая основывается на более 75 нормативно-правовых актах, в числе которых: 2 Закона Республики Узбекистан; 5 Указов Президента Республики Узбекистан; 26 Постановлений Президента Республики Узбекистан; 35 Постановлений Кабинета министров Республики Узбекистан; 7 Распоряжений Кабинета министров Республики Узбекистан.

Кроме того созданы Научно-технические советы, объединяющие ученых по 18 направлениям науки и технологий.

С целью повышения качества оценки научных и инновационных проектов на основе изучения международного опыта в Узбекистане впервые внедрены новые механизмы проведения технической и научной экспертизы. К организации международных конкурсов для оценки проектов привлекаются зарубежные эксперты. Укрепляется сотрудничество с такими странами как Беларусь, Великобритания, Венгрия, Германия, Израиль, Индия, Китай, Россия, Турция и другие.

Для научно-исследовательских работ внедрен механизм государственного заказа, который формируется на основе тематических целевых исследовательских проектов и исследовательских проектов на основе инициатив субъектов научной деятельности, направленных на достижение целей, поставленных в документе о приоритетных направлениях развития науки и техники с учетом социально-политического и экономического развития страны, потребностей отраслей экономики и социальной сферы.

Одной из основных целей в области НИОКР и коммерциализации научных, инновационных продуктов и услуг Узбекистана, является формирование эффективного взаимодействия государства с научными организациями и частным сектором. В этой связи, для активного внедрения в экономику страны инновационных технологий применяется практика трансфера технологий. В апреле 2021 г. был образован Национальный офис внедрения инноваций и трансфера технологий при Министерстве инновационного развития Республики Узбекистан.

Правительство поддерживает инновационные стартап проекты. С этой целью разработан проект Закона Республики Узбекистан «О стартапах», который послужит основой для формирования в стране стартап-экосистемы; создан научный стартап-акселератор

«C.A.T. Science Accelerator» – «ускоритель» реализации научных проектов и коммерциализации научных разработок, основная задача которой – проектное обучение, тренинги, предоставление лабораторий для развития новых инновационных продуктов, создание бизнес-модели проекта, разработка льготных условий в первые два-три года существования стартапов.

Отдельная работа ведется по повышению научно-го и инновационного потенциала регионов страны с усилением функций региональных администраций Республики по развитию науки и инноваций на основе создания инновационных центров в городах областного значения. Указом Президента Республики Узбекистан от 01.04.2021 г. №УП-6198 утвержден перечень районов, преобразуемых в инновационные зоны в Республике Каракалпакстан и областях. Министерство инновационного развития Узбекистана совместно с территориальными Хокимиятами, основываясь на потребности реального сектора, проводят конкурсы на финансирование научных и инновационных проектов. Проекты-победители будут финансироваться в равных долях: 50% – из средств республиканского бюджета и 50% – из местного бюджета.

Всего в Республике по состоянию на декабрь 2021 г. в 13 региональных инновационных центрах реализуются 137 проектов, в рамках которых намечается создание тысячи новых рабочих мест.

С учетом мирового опыта в Узбекистане внедрены эффективные и прозрачные механизмы финансирования проектов с целью создания условий для активного участия молодежи в инновационной деятельности. Так, при Министерстве инновационного развития Узбекистана создана Академия молодежи, нацеленная на дальнейшую активизацию деятельности по поддержке инициатив одаренной молодежи, укрепление потенциала действующих научных школ, а также развитие их инновационного потенциала. Для этого созданы 4 платформы:

- «Генераторы идей» – платформа коллективов, имеющих свои инновационные идеи, направленные на решение определенной проблемы, соответствующей основным направлениям Академии молодежи;
- «Стартапы» – платформа коллективов, имеющих свои идеи и стартап-проекты, направленные на реализацию этих идей с конкретным планом их осуществления;
- «Представители бизнеса» – платформа коллективов, применяющих в своей деятельности достижения науки и инноваций, имеющих опыт работы в соответствующей сфере не менее одного года;
- «Будущие академики» – платформа ученых с высоким научным потенциалом, принимающих активное участие в этих платформах, вносящих большой вклад в развитие науки страны.

С целью реализации интеллектуального и предпринимательского потенциала молодежи, внедрения в реальный сектор их инновационных идей и проектов увеличивается количество молодежных технопарков в Ташкентской, Самаркандской, Навоийской областях и Республике Каракалпакстан.

В результате проводимых активных реформ сегодня Узбекистан в рейтинге ГИИ занял 86-ю позицию из 132-х (в 2015 г. – 122 позиция из 141).

С целью реализации поставленных задач по вхождению страны к 2030 г. в состав 50-ти передовых стран мира по рейтингу ГИИ, принят ряд стратегических документов, два основных из них:

Концепция по развитию науки Республики Узбекистан до 2030 г.

Концепция основывается на плане поэтапного развития науки по направлениям:

- увеличение средств, направляемых на науку по соотношению к ВВП при сбалансированном участии государственного и частного секторов;
- доведение среднего возраста ученых до 39 лет за счет большей вовлеченности молодых специалистов в науку;
- повышение публикационной и патентной активности отечественных ученых в стране и за рубежом;
- функционирование национальных научных лабораторий;
- структурные преобразования в пользу производства наукоемкой и высокотехнологичной продукции с высокой добавленной стоимостью;
- продвижение научных достижений в реальный сектор экономики;

Стратегия инновационного развития Республики Узбекистан на 2022-2030 гг.

Главная цель – развитие в процессе формирования креативной экономики непрерывной экосистемы «инновация – капитал – инновация», вбирающей в себя все ключевые этапы – от создания новых рабочих мест до разработки новых инновационных продуктов.

Стратегия является продолжением уже реализованных реформ, нацеленных на вхождение Узбекистана в состав 50-ти передовых стран мира по рейтингу ГИИ. Для этого Стратегией предусмотрено решение следующих задач:

- развитие человеческого капитала в управлении инновационной деятельностью;
- поддержка стартап инициатив (организация инфраструктуры);
- стимулирование инновационных потребностей экономики;
- увеличение доли инновационно активных предприятий;
- повышение инновационной активности регионов;
- организация инновационных кластеров;
- формирование системы перенаправления капитала в инновации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам реализации стратегии инновационного развития в Республике Узбекистан сформирован фундамент Национальной инновационной системы; создаются нормативно-правовые основы сферы науки и инноваций; реализованы меры по формированию и дальнейшему совершенствованию инновационного потенциала страны; повышается статус ученых в обществе, достигнуты позитивные результаты в их материальном положении; оказывается всесторонняя поддержка молодежи для активного участия в инновационной деятельности.

Таким образом, сопоставительный анализ показателей рейтинга Глобального инновационного индекса за 2012-2021 гг. позволяет сделать следующие выводы.

1. В рейтинге ГИИ за период 2012-2021 гг. прослеживается высокая конкуренция в группах стран по уровню дохода на душу населения. Это подтверждают ежегодные изменения количества стран, участвующих в рейтинге, как выбывших, так и вновь вошедших.

Устойчивый курс и высокая результативность реформ в области инновационного развития в Швейцарии, Швеции, Нидерландах, Кипре и Хорватии подтверждаются неизменным сохранением позиций этих стран в рейтинге в 2012-2021 гг.

2. Анализ стран, занявших в рейтинге ГИИ от 30 до 50-й позиции по уровню дохода на душу населения (см. табл. 3), показывает, что в данной группе рейтинга занимали места страны с высоким уровнем дохода, с доходом выше среднего и с доходом ниже среднего уровня. Тем не менее, за весь анализируемый период преобладало количество стран с высоким уровнем дохода, но с 2018 г. в данной группе число стран с доходом ниже среднего уровня в разные годы увеличивалось на 3-4 страны.

3. Конкуренцию экономически развитым странам за высокие позиции в рейтинге все больше составляют страны с развивающейся экономикой. Этот факт позволяет заключить, что такой экономический показатель как высокий уровень дохода страны на душу населения, не является основной причиной или сдерживающим фактором для достижения высоких позиций в рейтинге ГИИ. Это подтверждается результатами таких стран, как Вьетнам, Индия, Турция, Украина, Филиппины и др.

4. Высокие позиции в рейтинге ГИИ стран, независимо от уровня их дохода, позволяют говорить о выполнимости поставленной Президентом Республики Узбекистан Ш.М. Мирзиёевым задачи в Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Узбекистана в 2017–2021 гг. по вхождению страны в группу 50-ти передовых стран в рейтинге ГИИ к 2030 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. The Global Innovation Index 2015. Effective Innovation Policies for Development. – 453 p. – URL: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_gii_2015.pdf.
2. The Global Innovation Index 2012. Stronger Innovation Linkages for Global Growth. – 464 p. – URL: <https://www.wipo.int/publications/ru/details.jsp?id=247>.
3. The Global Innovation Index 2013. The Local Dynamics of Innovation. – 417 p. – URL: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/economics/gii/gii_2013.pdf.
4. The Global Innovation Index 2014. The Human Factor in Innovation. – 429 p. – URL: <https://www.wipo.int/publications/ru/details.jsp?id=3254>.
5. The Global Innovation Index 2016. Winning with Global Innovation. – 451 p. – URL: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2016.pdf.
6. The Global Innovation Index 2017. Innovation Feeding the World. – 463 p. – URL: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2017.pdf.
7. The Global Innovation Index 2018. Energizing the World with Innovation. – 430 p. (<https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4330>)
8. The Global Innovation Index 2019. Creating Healthy Lives – The Future of Medical Innovation. – 451 p. (<https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4434>)
9. The Global Innovation Index 2020. Who Will Finance Innovation? – 448 p. – URL: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2020.
10. Global Innovation Index 2021. Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis. 14 th Edition. – 226 p. – URL: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2021.
11. Мирзиёева С.Ш. Анализ опыта Узбекистана по разработке стратегий развития страны и регионов // Управленческое консультирование. – 2019. – №3. – С. 49-61.
12. Глобальный индекс инноваций (ГИИ) – позиция Республики Узбекистан в рейтинге. Министерство инновационного развития Республики Узбекистан. – Т. 2020. – С. 1-27.
13. Васильева Н.Ф., Кавура В.Л. Модели инновационного развития экономики: зарубежный опыт реализации // Вестник института экономических исследований. – 2016. – №3. – С. 74-82.
14. Кочетков С.В., Кочеткова О.В. Модель инновационного развития экономики // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. – 2017. – №2. – С. 19-24.
15. Цели в области устойчивого развития // Сборник статистических показателей достижения национальных ЦУР в Республике Узбекистан. – 2019. – С. 1-71.
16. Экономический рост и создание рабочих мест в Узбекистане: углубленная диагностика. Группа Всемирного банка. – 2018. – С. 1-106. – URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/204031586279550741/pdf/Growth-and-Job-Creation-in-Uzbekistan-A-In-depth-Diagnostic.pdf>.

Материал поступил в редакцию 08.02.22.

Сведения об авторе

АБДУВАЛИЕВ Абдулазиз Абдувалиевич – кандидат экономических наук, директор, старший научный сотрудник, Центр научно-технической информации при Министерстве инновационного развития Республики Узбекистан, г. Ташкент
e-mail: abduvaliev06051981@gmail.com

ДОКУМЕНТАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

УДК [37.016:7]:004.8/.9

И.Г. Елинер, Н.М. Юхта

Возможности автоматизированного рецензирования практических работ в области визуальных искусств в системах дистанционного обучения

Показаны возможности применения современных информационных технологий в дистанционном обучении творческим специальностям. Раскрыт потенциал развития в создании автоматизированных систем рецензирования творческих практических работ при самостоятельном обучении. Предложены пути возможной реализации данной задачи.

Представлены структурные элементы системы дистанционного обучения (СДО): система распознавания образов, система рецензирования и формат описания данных. Каждый элемент СДО работает на основе обращения к электронно-библиотечной системе, экспертным и специализированным базам данных, которые имея доступ к информационным ресурсам становятся ключевыми элементами в развитии онлайн обучения и создания автоматизированных систем рецензирования.

Ключевые слова: дистанционное образование, лингвистическое обеспечение, дизайн, машинное обучение, экспертные системы, мультимедиа

DOI: 10.36535/0548-0019-2022-04-4

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня получение образования в системах дистанционного обучения (СДО) как никогда актуально и востребовано. Пандемия последних лет указала нам на необходимость полноценных СДО для обучения онлайн. При этом актуальна проблема разработки методик для обучения творческим специальностям. Обучение посредством СДО имеет ряд ограничивающих факторов, связанных с отсутствием преподавателя в обучающем процессе, что влияет на снижение мотивации обучения, а также отсутствие контроля и рецензирования творческих практических работ. Для творческих специальностей практическая работа студентов – важнейший этап обучения, а изученный материал отрабатывается на практике. В традиционном образовании именно практические отработки с педагогом формируют компетентную базу студента творческих профессий. На текущий момент данный вопрос решается посредством реализации гибридной формы обучения по творческим направлениям.

Одним из важных современных трендов в дистанционном образовании является автоматизация процессов онлайн обучения, применение электронно-библиотечных систем (ЭБС), экспертных и специали-

зированных баз данных и др. Мейнстримом последних лет стали системы дистанционного обучения, которые внедряются повсеместно, особую популярность приобрели массовые открытые онлайн курсы (МООС). Это обусловлено множеством факторов: пандемия последних лет внесла свои коррективы в образование, вектор развития идет по пути индивидуализации обучения, развития самостоятельности у студента. Компьютеризация общества, возможность доступа к Интернету широких слоев населения привели к качественной трансформации познавательной деятельности, процесса обучения, коммуникации, что указывает на необходимость создания условий, позволяющих хранить и обрабатывать большие массивы информации. «В условиях культурного обмена и взаимодействия стираются пространственные, временные, социальные и иные барьеры, формируется единое информационное пространство. Появляется новая область деятельности в сфере электронной культуры, связанная с оцифровкой культурного наследия, с созданием электронных версий учреждений памяти, а также с рождением новых синкретичных форм художественного выражения и творчества» [1, с. 82].

Повсеместное применение СДО расширило спектр направлений обучения по самым актуальным

вопросам. Это обусловлено появлением новых образовательных стандартов и интеграцией технологий в образовании. Особую популярность приобрели направления обучения в сфере it, digital, marketing, языков и др. Большим спросом пользуется направление обучения 54.03.01 Дизайн, в рамках которого имеются самые разнообразные профили: промышленный дизайн, дизайн моды, дизайн интерьера, графический дизайн и многие другие.

Востребованность специалистов в области визуальных искусств (дизайн, декоративно-прикладные и изобразительные искусства) и растущий спрос на обучение по творческим специальностям определяют актуальность исследований по внедрению СДО именно для этого контингента обучающихся и расширения возможностей дистанционного обучения в области визуальных искусств.

На рынке информационных технологий представлен ряд универсальных платформ для организации такого обучения. Однако приходится констатировать, что имеющиеся сегодня и используемые при реализации программ высшего образования СДО не предусматривают обучение специалистов творческих направлений. Создание таких систем связано со множеством трудностей. Однако очевидно, что этот процесс объективно обусловлен и в стратегическом плане обладает мощным потенциалом для трансформации СДО в систему индивидуального обучения дизайнеров и в целом специалистов в области визуальных искусств.

Обучение по образовательным программам специалистов творческих направлений с помощью систем дистанционного обучения можно определить, как гибридное (комбинированное), поскольку в этом случае доля СДО значительно сокращается из-за невозможности оценки – рецензирования – творческих практических работ студентов. Традиционно считается, что авторскую творческую работу может оценить только преподаватель, именно поэтому высшие учебные заведения вынуждены оплачивать дополнительные сервисы СДО, например, в форме вебинаров и обратной связи.

Сложности перевода на дистанционный формат обучения по творческим специальностям вызывает ряд факторов.

1. Для студентов мотивацией в обучении часто становятся энергия и значимость преподавателя, а без эмоциональной нагрузки теряется интерес к предмету. Это важнейший критерий, определяющий успех как в традиционном, так и в иных формах обучения. Система «учитель – ученик» работала многие столетия и опиралась на авторитет и ответственность учителя. Для успешного процесса необходимы сила воли и самоконтроль. На тему уязвимости дистанционных образовательных систем и невозможности заменить преподавателя проведено множество исследований (И.А. Тагунов, Р.В. Авдеев и др.). Вопрос дистанционного обучения в автоматизированной информационной обучающей системе (ИОС) не разработан, но высокий потенциал таких технологий, как машинное обучение и нейронные сети (НС) открывает большие перспективы в разработке модели автоматизированного модуля рецензирования творческих работ в СДО.

2. В очном обучении для студента первый источник информации – это лекция, она оказывает эмоциональное воздействие на студента, формируя его связь с преподавателем и вовлекая в процесс обучения за счет высокого профессионализма преподавателя, который опирается на психологический портрет аудитории и на законы восприятия. В СДО лекция лишена этих характеристик, и вовлечение студента формируется за счет интерактивного мультимедийного контента.

Сегодня основным компонентом системы дистанционного обучения становится интерактивный мультимедийный контент, представляющий собой синтез таких средств мультимедиа, как графическое изображение, звук, анимация, видео, гипертекст, и позволяющий создавать адаптивные обучающие системы. Разработка такого контента долгий, трудоемкий и дорогой процесс: необходимо не только переработать методологию подачи информации для самостоятельного обучения, но и создать с нуля интерактивный контент. Разработка методической базы и программного обеспечения для СДО по творческим направлениям обучения требует привлечения широкого круга специалистов из разных областей. В настоящее время пришло понимание того, что помимо профессиональной работы программистов, которые отвечают за программно-технологическую реализацию СДО, базовой составляющей является именно учебно-методическая, которая и определяет черты будущей системы.

Проблемы контента в современных системах дистанционного обучения – это отсутствие методических рекомендаций для его создания. Единственным ресурсом для студента при обучении онлайн, является доступ к электронно-библиотечной системе (ЭБС). В глобальном понимании системы дистанционного обучения ЭБС обретают новый смысл, став центром хранения электронной информации и данных, обработанных с различных носителей в электронную форму. Современная библиотека мобилизует свои силы на задачах структурирования данных, а также создания информационных продуктов и услуг, электронных ресурсов на основе накопленных знаний, ориентированных на обеспечение образовательной потребности. Для этого обучение должно соответствовать ряду принципов:

- возможность самостоятельного планирования хода своего обучения;
- самостоятельный выбор формы дидактического материала для обучения;
- разнообразие форм подачи материала для максимального воздействия: аудио, видео, графика, анимация и др.

3. Важнейший фактор – система контроля знаний. Не имея возможности оценить практические задания, система контроля по сути не соответствует базовым нормам обучения. Отсутствие контроля приводит к тому, что студенты получают образование с огромными пробелами. А системы, которые обеспечивают контроль изученного материала, не могут отслеживать корректность выполнения итоговых заданий. Создание системы автоматизированного рецензирования творческих практических работ и базы данных (БД), которая будет иметь доступ к

объемным массивам данных и к электронным библиотекам (ЭБ), играет ключевую роль в развитии системы дистанционного обучения по творческим специальностям.

Цель настоящего исследования показать возможности автоматизированного рецензирования практических работ в области визуальных искусств в дистанционных обучающих системах на примере обучения графическому дизайну, но может быть применено и в других творческих областях.

ОСОБЕННОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН

Материальная основа информационного пространства – это базы данных, электронные библиотеки, архивы, музеи и другие информационные ресурсы. Значимым звеном, формирующим контент системы дистанционного обучения, являются специализированные базы данных, которые создаются по узким отраслям для внутреннего использования. Они совмещают цифровые данные в различных формах. Электронные библиотеки и базы данных, обеспечивая непрерывность тиражирования сведений, сохраняют информацию. Базы данных – это незаменимый источник информации для пользователей СДО, служащий основой для создания автоматизированной системы рецензирования и контроля качества творческих работ при обучении.

Полное дистанционное обучение с автоматизированным рецензированием и контролем качества творческих работ, содержащих авторские графические изображения, – трудно реализуемая задача. Анализ позволил предположить, что такие программные средства, как глубокое обучение (*deep learning*), нейронные сети (НС), искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (МО), позволяют разработать методику создания системы, которая способна рецензировать и автоматически оценивать работы студентов дистанционного обучения в области визуальных искусств.

Современные программы машинного обучения со встроенными системами обработки естественного языка и графических объектов способны видеть и распознавать изображение, классифицировать его. Специальные программы (например, самообучаемая программа от Disney Research или Deep Visual-Semantic Alignments Стэнфордского университета) распознают на изображении людей, места, цвет, текст, числа. Более того, на изображении возможно определение позитивных и негативных оттенков эмоций. Такие программные комплексы, как Алиса, Siri, Cortana, Google now позволяют «слышать», распознавать речь и вступать в диалог, например, современные ассистенты на смартфонах.

Безусловно, система распознавания образов должна продолжать «накапливать опыт», пополняя базы знаний, постоянно обучаясь. Кластерное формирование исходных характеристик позволит создать систему с адаптивным распознаванием. При последовательном обучении система приобретет гибкость с высокой

степенью варьированности. В процессе «накопления опыта» постепенно повышается скорость обработки данных. Для наших задач эффективна рекуррентная нейронная сеть (*recurrent neural networks*), которая позволяет распознавать изображения и давать обратную связь по их анализу на естественном языке.

Другой пример, Эд-Ньютон Рекс создал программу Lukedeck, которая сочиняет музыку. Программа основана на работе нейронных сетей, которые обращаются к обширной, специально созданной базе данных, постоянно пополняемой экспертами, устанавливающими критерии к данным. Эти эксперты продолжают «учить» машину музыкальному вкусу, помогая определять такие понятия, как гармония, созвучие и др.

Большой интерес представляет опыт разработчиков компании Google, «научивших» нейронные сети писать картины. В основу эксперимента была положена программа распознавания изображений, которая для определения того или иного предмета брала ответы на поставленные творческие задачи из базы изображений. Для интерпретации работы нейронных сетей с изображениями поочередно определялись части картинки: пиксели, края, углы, цвет, формы и др. Такая последовательность считывания данных с изображения связывается воедино компьютерной программой для определения того, что изображено.

Этот интереснейший опыт программистов Google был учтен нами при разработке структуры системы автоматизированного рецензирования и оценки графических работ. На рис. 1 представлена общая структура системы автоматизированного рецензирования и оценки графических работ в СДО.

Для корректной работы системы распознавания образов необходимо создать базу данных, к которой будет обращаться программа для поиска и анализа критериев соответствия. Система строится на соотношении исходных значений определенных классов характеристик и признаков.

База данных, необходимая системе автоматизированного рецензирования творческих графических работ, должна обладать следующим функционалом:

- хранение данных информационных ресурсов;
- обеспечение непрерывного доступа к данным;
- формирование наборов данных по определенным значениям, а также сбор и актуализация информации по взаимодействию в процессе их использования;
- доступ к электронным библиотекам;
- доступ к встроенным подсистемам и др.

Перед разработчиками системы автоматизированного рецензирования и оценки графических работ стоит задача – создать методы обработки нетекстовых информационных ресурсов с применением базы данных как научного полигона для исследований. Такие базы данных должны строиться на метаданных, наиболее подходящих для описания образовательного ресурса, и быть привязанными к конкретному учебному курсу. При этом контент не ограничивается текстом, это могут быть данные любого рода: видео, графические изображения, аудио и др.

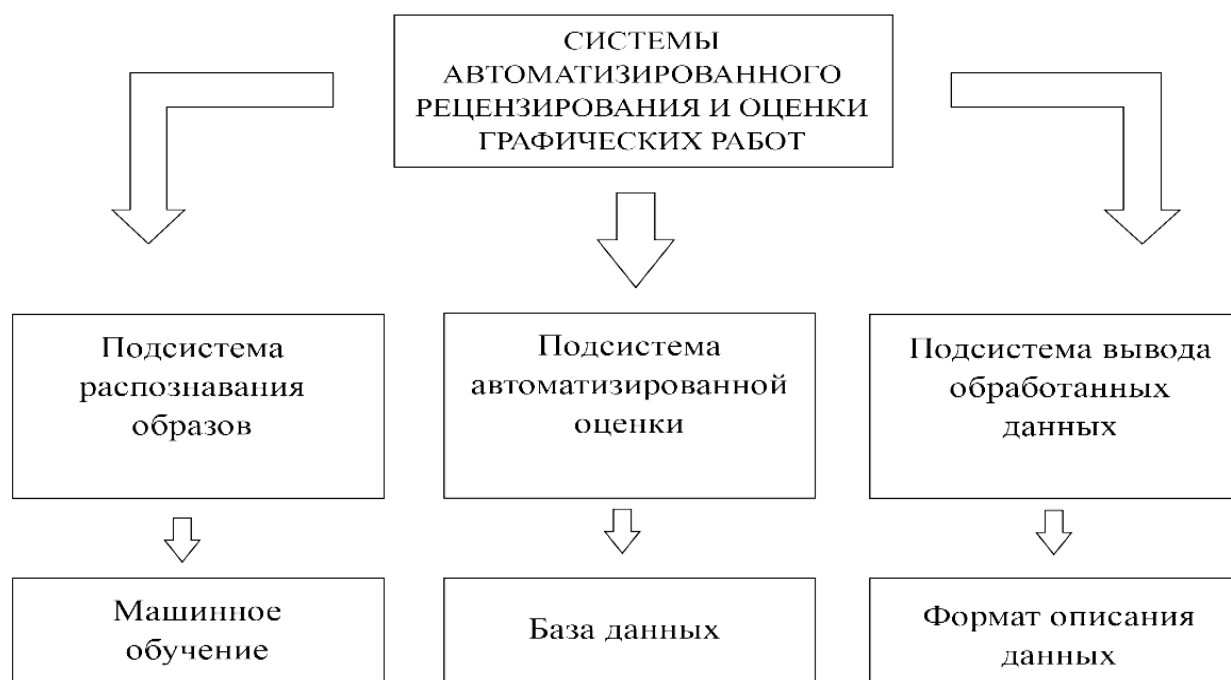


Рис. 1. Общая структура системы автоматизированного рецензирования и оценки графических работ в СДО

В России и в мире получили широкое распространение, электронные библиотеки изображений – стоки, анализируя работу которых следует особо отметить их алгоритмы, на первом этапе основанные на поиске ключевых точек и совпадений на самом графическом изображении. Следующий этап – это поиск по метаданным – ключевым словам, меткам и др. Такой принцип поиска предусмотрен в работе большинства электронных библиотек. Ограничений к данным графических изображений становится все меньше, появляются значительные исследовательские достижения в этом вопросе. Сложность выражения семантической информации изображений заключается лишь в работе различных поисковых алгоритмов и обработке данных, а также метаданных, присвоенных им. Компьютерная программа автоматизированной оценки творческих работ сравнивает поэлементно по ряду критериев проверяемую работу с базой данных примеров графических изображений.

Критериями оценки служат композиционные закономерности: центр изображения, ритм, симметрия/асимметрия, статика/динамика, пропорции. Например, программа распознает композиционный центр, следовательно, в базу данных загружены примеры изображений как эталонные, так и содержащие ошибки. Компьютерная программа обнаруживает критерий и начинает сравнивать изображение и определять характеристики. Фильтрация метаданных, присвоенных графическому изображению, выступает в роли классификатора, который и будет определять признаки значений для объектов.

Особо следует отметить, что в основе фундаментальной подготовки будущих дизайнеров-графиков лежит изучение основ композиции. Как бы ни назы-

вались дисциплины с первого по последний курс обучения, главное – это освоение композиционных приемов и средств для создания гармоничных визуальных композиций разной тематики и вида: информационная листовка, виртуальная выставка, web-сайт любой сложности, мультимедийная презентация и многое другое. Обучение такого специалиста – это непрерывное выполнение серии творческих заданий, с помощью которых они изучают основу композиции. Это и есть фундамент для создания и разработки автоматизированной системы рецензирования графических работ. СДО может предложить обучающемуся как теоретический материал для изучения, так и возможность самостоятельного выполнения творческих практических работ с предварительным просмотром заданий-аналогов.

Но возникает вопрос: может ли система дистанционного обучения выполнять рецензирование и оценку творческих работ обучающегося? Например, при создании эскиза дизайн-проекта – а это и есть выполнение творческого практического задания – обучающийся обращается к композиционным средствам для достижения наилучшего результата. Цель каждого практического творческого задания – это создание гармоничной композиции, т. е. художественного образа, структуры и выразительной формы дизайн-проекта.

Здесь необходимо подчеркнуть, что композиция – это важнейшая составляющая любого творческого проекта, определяемая законами искусства. Инструменты композиции – композиционные закономерности (КЗ) – система формирования гармонии, целостности и эстетики творческого произведения. В рассматриваемой нами системе рецензирования ком-

позиционные закономерности положены в основу алгоритма автоматизированной оценки творческой работы обучающегося. Наиболее распространенные и общепринятые определения в наборе композиционных закономерностей:

1) *композиционный центр* – является началом логического осмысления композиции и несёт основную эстетическую нагрузку;

2) *ритм* – согласованное расположение и чередование элементов в пространстве, что приводит композицию к единству и создает гармонический ряд, который воздействует на восприятие и направляет внимание зрителя;

3) *контраст и нюанс* – по форме, цвету, тону и др. Контраст подчёркивает разницу, помогает выделить нужное, значимое; нюанс – прием, обратный по значению контрасту;

4) *динамика и статика* – в композиции динамика выражается в противопоставлении форм и масштабов, в поворотах, наклонах и расстояниях. Часто динамические композиции имеют смещенный центр и наклонную ось. Динамика – полная противоположность статике во всех аспектах. Формируются статика и динамика несколькими взаимосвязями относительно как друг друга, так и пространства и плоскости;

5) *симметрия и асимметрия*: симметрия – это гармония, упорядоченность форм, соразмерность и пропорциональность; асимметрия – отсутствие или нарушение симметрии;

6) *пропорции* – одно из классических средств композиции, с помощью которого достигается организованность формы. Масштаб и пропорции объектов композиции неразрывно связаны между собой.

Этот минимальный набор композиционных закономерностей является основой для создания графического произведения, и его должны освоить обучающиеся. Но при этом каждая из этих закономерностей является мерой оценки любой творческой практической работы, а их совокупность – оценки учебного дизайн-проекта в полном объеме.

При формировании оценочной базы данных изображений для системы автоматизированного рецензи-

рования творческих графических работ эти данные подлежат систематизации по следующим основаниям:

- эталонное графическое изображение элемента;
- графическое изображение, содержащее ошибки;
- усредненное графическое изображение.

Значения каждого из этих оснований (критериев) заносятся в массив метаданных и составляют основу формируемой оценки творческой практической работы. Система распознавания образов обращается к изображениям и метаданным, которые формируются на основе композиционных закономерностей. В дополнение к перечисленным значениям, содержащимся в метаданных, необходимы ещё как минимум два значения – «часто встречающееся решение» и «редкое и оригинальное».

Для организации взаимодействия системы рецензирования творческих практических работ с компьютерной программой обработки информации нами было выполнено описание этих критериев на языке XML, который наиболее подходит для задач структурирования, хранения и передачи информации. Таким образом был создан формат описания данных, которые компьютерная программа интерпретирует, оценивает с помощью системы автоматизированной оценки, распознает детали и соотносит их с базой данных, хранящей тысячи примеров работ с комментариями преподавателей, разбором и дополнительной информацией, а также итогами программной обработки. Это ещё называют методом сравнения с эталоном, он ориентируется на поиск признаков, общих с описанными в классе. Метод перечисления объединяет сложную информацию в классы. Такая база данных с набором выборок, меток, тегов будет использовать контролируемые нейронные сети.

На основе структурированных изображений программа распознавания образов «изучает» значение критериев для будущего анализа. При программной обработке изображений видны только пиксели, каждый из которых содержит нужную информацию (цвет, тон), далее пиксели объединяются в линии, что упрощает считывание информации, а затем – в простые формы и фигуры.

```
<?xml version="1.0"encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
  <!-- Фрагмент описания данных для АСУ ОТП -->
  CRC=00000000
  <image url="...">
    <name>Composition001</name>
    <type>jpeg</type>
    <author>Ivanov Ivan</author>
  </image>
  <!-- Координаты активной области изображения -->
  <compositional-center>
    <area coords="M150 0 L75 200 L255 200 Z"/>
  </compositional-center>
  <comment> ... </comment>
```

Рис. 2. Фрагмент описания данных для системы автоматизированной оценки творческих работ

Алгоритм проверки полученных результатов находит сходство по границам объектов в образах и исследуемом изображении. В начале проверки определяется структура документа. Для проверки подлинности документа файл должен содержать контрольную сумму целостности данных: CRC=00000000. Обязательно указываются версия и имя кода для дальнейшей его разработки: <CODE type = "Information" version = "1.0">.

Для представления данных необходимы такие сведения, как название документа, который обрабатывается – <URL>, и указание четкого месторасположения изображения в сети. Обязательно должен быть обозначен формат изображения <TYPE>. Далее фиксируются сведения об авторе <AUTHOR>, а также, при необходимости, номер лицензии на обучение и <NAME> – имя файла. Тэг <comment> потребуется нам для пояснения и комментариев при необходимости.

Язык XML позволяет свободно формировать названия тэгов, необходимых для описания данных.

Мы попытались показать, каким образом будут сформированы метаданные (критерии оценки) для создания базы данных, к которой обращается система автоматизированного рецензирования творческих практических работ (фрагмент представлен на рис. 2).

Таким образом, система автоматизированного рецензирования обрабатывает графическое изображение, собирая воедино и анализируя его детали. Чем больше векторов изображения совпадает с образцом, тем вернее система определяет соответствие изображения образцу и дает оценку. Чтобы повысить точность, анализ соответствия проводится по множеству образцов: так, система отбрасывает лишние векторы, не соответствующие кластерам (разница изображения). Для корректной работы базы данных необходимо постоянно пополнять ее структурированными и маркированными графическими данными, а также метаданными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание системы автоматизированного рецензирования творческих работ ставит перед исследователями и разработчиками новые задачи и новые вопросы. Сможет ли компьютерная программа, как педагог дать объективную оценку творческой работы, принимая во внимание сотни факторов, многие из которых, в отличие от композиционных закономерностей не поддаются формализации. Предлагаемые нами критерии для формирования базы данных учебного материала могут служить основой для оценки графических изображений, а это станет важнейшим этапом внедрения системы дистанционного обучения творческим специальностям.

Для создания подобных баз данных требуются значительные ресурсы: эксперты (которые должны отобрать изображения и определять для каждого из них необходимые критерии); педагоги (которые готовят тексты рецензий); разработчики (способные объединить эту информацию в единую базу данных). При этом следует отметить, что современные системы дистанционного обучения часто не имеют в своем составе какой-либо базы данных, тем более эксперт-

ной. Электронная библиотека – это единственная формализованная возможность доступа к информации при обучении онлайн. Ресурсы электронно-библиотечных систем – основа формирования контента и базы нетекстовых данных для автоматизированного рецензирования практических творческих работ, обеспечивающая создание экспертной базы данных, адекватной индивидуальному обучению.

База данных графических изображений с контролем и оценкой профессиональных компетенций обучающегося позволит организовать высокий уровень обучения в системе дистанционного обучения по творческим специальностям. Преимущество такого обучения заключается, во-первых, в снижении материальных затрат на его организацию и, во-вторых, в возможности вовлечения в процесс обучения максимального количества самых разных категорий обучающихся: студентов, пенсионеров, лиц с ограниченными возможностями здоровья и др. Системы автоматизированного рецензирования творческих работ могут быть использованы при повышении квалификации специалистов, так или иначе связанных с созданием сетевых мультимедийных информационных ресурсов, например, работников библиотек.

Способна ли компьютерная программа обладать чувством прекрасного в восприятии искусства, творчества и нужно ли ее учить этому? Компьютерные и информационные технологии призваны служить человеку, облегчать его существование, улучшать качество жизни. Едва ли обществу нужно, чтобы компьютер заменил человека в творческой реализации. Представленные нами технологии могут в значительной степени приблизить нас к созданию автоматизированных полнотекстовых дистанционных обучающих систем в творческих направлениях и стать вспомогательным инструментом в изучении материала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шлыкова О.В. Электронная культура молодежи: студенческие инициативы // Информационные ресурсы России. – 2010. – №3. – С. 78-84.
2. Соколов А.В. Российские библиотеки на пороге постсовременности // Научные и технические библиотеки. – 2020. – № 5. – С.15-32.
3. Юхта Н.М. Лингвистическое обеспечение дистанционных мультимедийных обучающих систем. – Санкт-Петербург: СПбГИК, 2020. – URL: https://www.spbgik.ru/upload/file/nauka/dis/kand/2020/Yuhta/yuhta_diss.pdf (дата обращения 08.01.2021)
4. Федорова Г.Н. Информационные системы. – Москва: Academia, 2018. – 544 с.
5. Апанасевич С.А. Структуры и алгоритмы обработки данных. Линейные структуры: Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 136 с.
6. Яковлев К.С. Лингвистическое обеспечение игровой обучающей информационной системы. – Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУКИ, 2012. – 84 с.
7. Советов Б.Я. Интеллектуальные системы и технологии: Учебник. – Москва: Академия, 2017. – 192 с.
8. Чикан С. Git для профессионального программиста. Подробное описание самой популярной

- системы контроля версий. – Санкт-Петербург: Питер, 2019. – 496 с.
9. Редько В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики. – Москва: Ленанд, 2019. – 224 с.
 10. Гулаков В.К. Структуры и алгоритмы обработки многомерных данных / В.К. Гулаков, А.О. Трубаков, Е.О. Трубаков. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 356 с.
 11. Остроух А.В. Интеллектуальные информационные системы и технологии / А.В. Остроух, А.Б. Николаев. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 308 с.
 12. Рафалович В. Data mining, или интеллектуальный анализ данных для занятых. Практический курс. – Москва: SmartBook, 2018. – 352 с.
 13. Костюк К.Н. Принят ГОСТ по электронно-библиотечным системам // Университетская книга. – 2018. – Янв.-февр. – С. 64–67.
 14. Шрайберг Я.Л. Информационно-документное пространство образования, науки и культуры в современных условиях цифровизации общества. Ежегод. докл. Пятого междунар. проф. форума «Крым–2019» // Научные и технические б-ки. – 2019. – № 9. – С. 3–55.
 15. Биктимиров М.Р. Инфраструктура знаний – важнейший компонент цифровой экономики / М.Р. Биктимиров, Б.Р. Есенькин, П.А. Зотов, Е.Б. Ногина, Я.Л. Шрайберг // Научно-техническая информация Сер. 1. – 2017. – № 11. – С. 1–4.

Материал поступил в редакцию 05.02.22.

ЕЛИНЕР Илья Григорьевич – доктор культурологии, профессор, Санкт-Петербургский государственный институт культуры, заведующий кафедры Информационных технологий и компьютерного дизайна e-mail: ila111design@yandex.ru

ЮХТА Наталья Михайловна – преподаватель Санкт-Петербургского государственного института культуры e-mail: Nataly-tregybova@yandex.ru

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

ВИНИТИ РАН предлагает Вашему вниманию База данных (БД) ВИНИТИ РАН в режиме online

База данных (БД) ВИНИТИ РАН — Федеральная база отечественных и зарубежных публикаций по естественным, точным и техническим наукам. Генерируется с 1981 г., обновляется ежемесячно, пополнение составляет более 600 000 документов в год.

БД ВИНИТИ РАН включает 26 тематических фрагментов, состоящих из более чем 190 разделов.

Документы БД содержат библиографию, ключевые слова, рубрики и реферат первоисточника.

На основе БД ВИНИТИ пользователям доступны следующие продукты:

- online доступ к базе данных круглосуточно, без выходных;
- выполнение тематического поиска специалистом ВИНИТИ по запросу заказчика;
- по заявкам предоставляются любые наборы тематических фрагментов БД ВИНИТИ или их разделов на любых видах электронных носителей, или через FTP-сервер;
- для ознакомления с возможностями поиска имеется демо-версия базы данных bd.viniti.ru.

База данных ВИНИТИ зарегистрирована Российским агентством по правовой охране программ для ЭВМ, баз данных и топологий интегральных микросхем (РосАПО) (Свидетельство № 960034 от 23.09.1996г.)

Подробную информацию Вы можете получить:

Адрес: 125190, Россия, Москва, ул. Усиевича, 20, ВИНИТИ РАН

Телефон: 8 499-152-54-81

E-mail: feo@viniti.ru

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

ВИНИТИ РАН предлагает Вашему вниманию Реферативный Журнал в электронной форме

РЖ в электронной форме (ЭлРЖ) выпускается по всем разделам естественных, технических и точных наук.

Каждый номер ЭлРЖ является полным аналогом печатного номера РЖ по составу описаний документов, их оформлению и расположению. Он сопровождается оглавлением, указателями.

ЭлРЖ представляет собой информационную систему, снабженную поисковым аппаратом и позволяющую пользователю на персональном компьютере:

- читать номер РЖ, последовательно листая рефераты;
- просматривать рефераты отдельных разделов по оглавлению;
- обращаться к рефератам по указателям авторов, источников, ключевых слов;
- проводить поиск документов по словам и словосочетаниям;
- выводить текст описаний документов во внешний файл.

ЭлРЖ могут быть:

- записаны на DVD-ROM;
- передаваться через FTP-сервер (клиенту предоставляется логин и пароль с доступом к FTP-серверу ВИНТИ, с которого он скачивает заказанные журналы).

Электронные реферативные журналы можно заказать за текущий год с любого номера, а также за предыдущие годы.

Подробную информацию Вы можете получить:

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

Телефон: 8 499-152-62-11

E-mail: feo@viniti.ru

ВИНИТИ РАН

Центр научно-информационного обслуживания

Информационные услуги, предоставляемые ЦНИО ВИНТИ РАН:

- проведение тематического поиска и консультации поисковых экспертов;
- подготовка списков научной литературы;
- подбор, копирование полнотекстовых материалов из первоисточников на бумажном носителе и в электронном виде;
- библиометрическая оценка публикационной активности исследователей и научных организаций с использованием российских и зарубежных баз данных;
- информационное обеспечение информационно-аналитической деятельности по подготовке и предоставлению аналитических обзоров и других научных материалов.

ВИНИТИ РАН располагает следующими информационными ресурсами:

- фондом НТЛ, включающим более 2,5 млн. отечественных и иностранных журналов, книг, депонированных рукописей, авторефератов диссертаций и другой научной литературы, ретроспектива – с 1991 года;
- базами данных и Интернет-ресурсами: БД ВИНТИ (разработка ВИНТИ), БД SCOPUS, БД Questel (патенты) и другими реферативными ресурсами;
- полнотекстовыми электронными ресурсами (статьи, патенты, материалы конференций).

Ознакомиться с информацией о доступных полнотекстовых и реферативных ресурсах можно на сайте ВИНТИ РАН www.viniti.ru

К услугам пользователей – **Электронный Каталог ВИНТИ** <http://catalog.viniti.ru>
и служба электронной доставки документов.

Осуществляется платное информационное обслуживание по разовым заказам и на договорной основе с предоставлением всех необходимых финансовых документов.

Проводится индивидуальное обслуживание пользователей в читальном зале ЦНИО ВИНТИ РАН.

Подробную информацию Вы можете получить:

Адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20, ВИНТИ РАН;

Телефоны: 499-155-42-17, 499-155-42-43;

E-mail: cnio@viniti.ru