

УДК 004.072:002:001.89

Р.С. Гиляревский, Е.В. Мельникова

Особенности доступа к данным в информационной инфраструктуре науки*

Рассмотрены вопросы управления научными данными, обеспечения их полноценного жизненного цикла. Приведены основные пункты плана управления научными данными, определенные экспертным сообществом. Отмечено особое внимание к пунктам, касающимся условий доступа пользователей к результатам научных исследований и объемов, в которых конечные данные предполагается доводить до научного сообщества. Изложены порядок и основные цели метаописания научных данных; отмечена важная роль уникальных глобальных идентификаторов. Раскрыто содержание концепции «справедливо организованных данных» в понимании Гарвардского университета и Комиссии Евросоюза по исследованиям и инновациям. Дана характеристика новому цифровому ресурсу открытого доступа – Регистру репозитариев научных данных Re3Data.org как значимому инструменту открытой науки. На примере американской репозитарной библиотеки ХатиТраст представлена форма полузакрытого доступа к данным, который в рамках открытой науки существует параллельно с открытым доступом. Отражены особенности доступа к данным в современных научных журналах. Сформулирована важность разработки соответствующей правовой базы, регламентирующей возможности применения различных видов доступа к научным данным.

Ключевые слова: информационная инфраструктура науки, управление научными данными, открытая наука, открытый доступ, концепция справедливых данных, научные репозитарии, регистр научных репозитариев, научные журналы, научные издательства

DOI: 10.36535/0548-0019-2021-03-2

ВВЕДЕНИЕ

Частью инфраструктуры науки является ее информационное обслуживание. Оно предназначено для сбора, хранения и анализа научной информации, для обеспечения доступа к ней научного и образовательного сообществ и представителей власти, а также всех интересующихся научными достижениями. Научно-информационные институции и информационные ресурсы участвуют в процессах научной коммуникации и способствуют формированию новых знаний. Широкое применение цифровых технологий, которые в значительной степени ускоряют развитие информа-

ционной инфраструктуры науки¹, ставят ряд серьезных проблем правового, финансового и организационного характера, связанных с управлением научными данными, обеспечением их полноценного жизненного цикла, предоставлением доступа и обмена научными данными.

В понятие жизненного цикла научных данных включается, помимо их сбора, генерации, также хранение данных, формирование метаданных на основе разработанных стандартов, обеспечение их совмес-

* Работа выполнена в рамках исследования по теме 0003-2019-0001 Госзадания ВИНТИ РАН и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований – проект № 20-07-00014.

¹ Перечень поручений по итогам заседания Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию на тему: «О создании современной цифровой инфраструктуры для хранения и анализа научно-технической информации, а также для обмена такой информацией». – 27 ноября 2018 г. – URL: <https://www.kremlin.ru/acts/assignments/59632>, дата обращения 14.01.2021.

тимости с другими наборами данных и поддерживающими информационными системами, организация пользовательского доступа к научным данным на основе определенных принципов. Российские госорганы придают большое значение вопросам обеспечения доступности результатов научных исследований, отмечая, что научные данные должны, по возможности, находиться в открытом доступе.² Другие страны также уделяют большое внимание вопросам развития открытой науки [1, С. 261], правила которой предусматривают, что результаты научных исследований должны быть доступны максимальному числу заинтересованных ученых или научных организаций. Для обеспечения наиболее широкого доступа к научным данным мировое экспертное сообщество несколько лет назад сформировало перечень принципов, которым необходимо следовать для реализации концепции «Справедливо организованных данных» – *FAIR Data Principles* [2].

КОНЦЕПЦИЯ «СПРАВЕДЛИВО ОРГАНИЗОВАННЫХ ДАННЫХ»

В переводе с английского *FAIR* означает «справедливый». Справедливость данных в рамках данной концепции обеспечивается за счет [2, 3]: *F* – *findable* («обнаруживаемый»: данные должны быть легко обнаруживаемыми в базе данных, в которую они направлены для хранения и возможного последующего использования), *A* – *accessible* («доступный»: должен обеспечиваться легкий доступ к данным и метаданным – с помощью стандартизованных протоколов передачи данных), *I* – *interoperable* («совместимый»: данные должны быть подготовлены для обмена, интерпретации³ и объединения с другими наборами данных; каждая из задействованных в обмене данными компьютерных систем должна обладать знаниями о форматах файлов других систем), *R* – *reusable* («многократно используемый»: данные должны быть хорошо описаны и доступны для многократного использования). Важность использования «справедливых данных» определяется тем, что без них невозможно организовать действительно открытый доступ к научным статьям и материалам с результатами научных исследований.

Метаописание научных данных. Метаданные. В соответствии с концепцией *FAIR*, при поступлении в базу или банк данных – полученный в результате научного проекта массив данных должен пройти метаописание, или метаразметку: он должен быть тщательно документирован, и ему присвоены метаданные, которые используются для того, чтобы сформировать признаки, с помощью которых легко найти данные. Более подробно под метаописанием понимается приписывание научному тексту атрибутов, отражающих: имя и фамилию автора/авторов исследования/статьи, область исследования, тематику исследования, конкретное название исследования/статьи, объем текста, а также обстоятельства проведения исследования/написания

статьи [4]. Под обстоятельствами исследования понимаются: время и место проведения исследования/написания статьи, на основе каких материалов подготовлено исследование/статья с перечнем ссылок на конкретные публикации и их авторов. Метаописание может содержать краткую информацию об авторах исследования/статьи. Метаданные обеспечивают необходимый контекст для правильной интерпретации данных. Метаданные всегда находятся в открытом доступе, даже если доступ к самим данным ограничен.

Всем данным присваивается уникальный глобальный идентификатор, например *DOI*, *ARK*, *RRID* и т. д. Идентификаторы помогают находить, цитировать и отслеживать данные и метаданные [3]. Метаданные включают в себя идентификатор данных, которые они описывают. Метаданные и данные – это разные файлы. Благодаря упоминанию в метаданных уникального идентификатора данных, устанавливается однозначная связь между файлом метаданных и данными. Если известен идентификатор данных и где они хранятся, то можно получить доступ по меньшей мере к метаданным. Зная метаданные, пользователь имеет возможность получить доступ и к самим данным.

Метаописание текста – это важная часть поискового аппарата любых баз и банков данных, репозитариев и других хранилищ информации. Метаописание необходимо прежде всего для того, чтобы пользователь, обращающийся с поисковым запросом, мог составить по своему желанию произвольные выборки научных текстов с заданными им параметрами. Большинство баз данных/репозитариев старается использовать сравнительно простую систему метаописания данных, предназначенную для рядового пользователя – неспециалиста в области метаразметки текстов. Метаописание непосредственно отражается в интерфейсе баз данных/репозитариев.

УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ В РАМКАХ ОТКРЫТОЙ НАУКИ

Во многих странах существует проблема недоработок в правовом регулировании вопросов хранения и использования данных научных исследований. Нерешенность этой проблемы может иметь достаточно серьезные последствия. Один из возможных путей решения – вариант, активно используемый Швейцарским национальным научным фондом, предоставляющим научные гранты⁴ и государственное финансирование под них [5]. В заявку на грант Фонд ввел обязательный пункт: заявитель должен, помимо изложения научной составляющей своего будущего исследования, представить Фонду план по обеспечению жизненного цикла своих научных данных, т. е. **План по управлению данными – *Data Management Plan***. Большое значение составлению такого Плана придается в рамках концепции «справедливых данных», применяемой Комиссией Евросоюза по исследованиям и инновациям [6], Гарвардским университетом (США) и многими научными институтами других стран.

² Там же.

³ Интерпретация данных – процесс определения смысла данных, придания им смысла, т. е. превращения данных в информацию.

⁴ На 01.01.2021 г. у Фонда – 5,9 тыс. действующих грантов, в рамках которых работают 19,6 тыс. исследователей. – URL: <https://data.snf.ch>, дата обращения 8.01.2021.

В Плате по управлению данными исследователь обязан отразить:

- 1) сбор и генерацию научных данных;
- 2) документирование данных;
- 3) место постоянного хранения (репозитории, базы и банки данных) полученных в исследовании результатов;

4) объем и условия доведения конечных данных до научного сообщества;

5) решение автором вопросов интеллектуальной собственности на используемые в исследовании данные сторонних исследователей и авторского права на конечные данные своего исследования [3].

Подобная детализация управления научными данными в значительной степени снимает правовую неопределенность их использования. Неверные намерения или трактовки могут быть откорректированы в самом начале составления Плана. Подобные меры позволят избежать негативных эффектов, связанных, например, с возможной утратой данных исследований, большими сложностями с их поиском либо неверной трактовкой степени открытости или закрытости данных, что в отдельных случаях может привести к уголовной ответственности в рамках национальных юрисдикций.

Рассмотрим вариант решения вопросов открытого доступа к результатам научных исследований на примере того же швейцарского фонда, который работает в рамках концепции *FAIR*, активно продвигая ее принципы. Используя находящиеся в его распоряжении средства государственного финансирования, Фонд возмещает авторам исследований расходы на предоставление открытого доступа к их конечным данным [7]. Обязательное условие для получения финансовой компенсации – это размещение результатов исследований в признанных научных репозиториях, удовлетворяющих принципам *FAIR*. В помощь грантозаявителям Фонд разместил на своем сайте перечень подобных репозитариев [8], однако заявители вправе предложить и свои варианты репозитариев, следующих этим принципам.

В случае, если заявитель связан юридическими или этическими ограничениями, условиями конфиденциальности, авторскими правами и не может разместить определенные данные в репозиториях *FAIR* на условиях открытого доступа или в принципе не может разместить данные своих исследований, он должен привести конкретные аргументы для обоснования своей позиции. Еще одно условие Фонда, которое отвечает интересам широкого доступа к данным, заключается в том, что репозитории, в которых размещаются материалы исследований, должны быть некоммерческими. Они не должны находиться в собственности коммерческих структур, но могут ими финансироваться (спонсироваться).

Практика работы швейцарского фонда лишней раз подтверждает, что концепция «справедливых данных» не требует от ученых безоговорочной организации полностью открытого доступа к результатам своих исследований. Главная рекомендация [3] заключается в том, чтобы предоставлять доступ к той

части данных, которая необходима для общей воспроизводимости исследования, чтобы компьютерные системы могли эти данные находить, интерпретировать и использовать.

ЦИФРОВЫЕ РЕПОЗИТАРИИ, ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ ПРИНЦИПЫ «СПРАВЕДЛИВОГО ДОСТУПА» К НАУЧНЫМ ДАННЫМ

В последнее десятилетие в рамках развития открытой науки, во многих странах создаются цифровые научные репозитории, поддерживающие концепцию *FAIR*. В 2013 г. в Германии приступил к работе принципиально новый информационный ресурс – Регистр репозитариев научных данных *Re3Data.org*, имеющий глобальный охват. Регистр является важным инструментом открытой науки [9]. Он был создан для того, чтобы в рамках одной базы собирать и предоставлять *открытый доступ* к детализированной информации о наиболее крупных, признанных научным сообществом *FAIR*-репозиториях научных данных, существующих в мире. Тематически Регистр охватывает все научные дисциплины. К концу 2019 г. в нём было представлено и детально описано порядка 2,4 тыс. научных репозитариев [10], в начале 2021 г. их число превысило 3 тыс.

При поступлении в Регистр информация о каждом репозитории проходит обработку по специальной унифицированной схеме, все метаданные преобразовываются в пригодные для открытого доступа в соответствии с Лицензией креативных сообществ (*Creative Commons license*). По каждому репозиторию в Регистре представлены: краткая общая информация; области науки, которые охватывает репозиторий; типы контента (например, научные и статистические форматы данных, сырые данные, структурированные тексты, структурированная графика и др.); страновая принадлежность репозитория. Регистр функционирует для ученых, учебных заведений, библиотек, научных издательств, организаций, финансирующих научные исследования, органов власти. Помимо ученых, среди активных пользователей Регистра – Комиссия Евросоюза по научным исследованиям и инновациям [6], многие всемирно известные научные журналы и издательства, включая *Springer*, *Copernicus Publications*, журнал *Nature* и его серию *Scientific Data*, *PeerJ* и др.

Создателями Регистра *Re3Data.org* являются: Берлинская школа библиотковедения и информационной науки, Департамент открытой науки им. Гельмгольца при Немецком центре исследований в области наук о Земле и Библиотека Технологического института Карлсруэ (все – Германия). Их партнером по проекту является Библиотека университета штата Индиана (США). Оператор Регистра – Технологический институт Карлсруэ. Финансирование осуществляется Немецким фондом научных исследований.

Созданием Регистра была решена задача организации единой точки доступа к информации о научных *FAIR*-репозиториях для заинтересованных пользователей всех стран мира. При этом рассматриваются две основные категории пользователей: 1) те, кто с помощью Регистра выбирает репозиторий для размещения

результатов своего научного исследования, и 2) те, кто производит поиск репозитория/-иев для вторичного доступа к результатам исследований других авторов [11]. Что касается ученых, то после обращения в Регистр каждый из них по окончании своего научного проекта может разместить в выбранном репозитории результаты исследования для их долгосрочного хранения и возможного последующего использования другими заинтересованными лицами. Регистр служит существенным подспорьем для ученых, которые по условиям своего исследовательского проекта/контракта обязаны разработать План управления научными данными и до начала исследований прописать в нём, в каком репозитории они предполагают разместить свои научные результаты. В процессе развития открытой науки ученые все чаще сталкиваются с такими проектными требованиями.

Востребованность Регистра *Re3Data.org* растет. Всё большее число научных репозитариев стремится разместить в нем свои данные. Примерами репозитариев, которые уже вошли в Регистр, могут служить: база данных *German Federation for Biological Data* (Германия – биология), *CRAWDAD* (США/Великобритания – высокочастотные и сетевые технологии), *Global Change Research Data Publishing and Repository* (Китай – науки о Земле), *Eurac Research CLARIN Centre* (ЕС/Италия – инженерные науки, компьютерные науки), *HEPData* (Великобритания – ядерная физика, химия), *Opensearchdata Platform* (Швейцария – мультитематическая научная платформа), *INTREPID bioinformatics* (США – биоинформатика), *IDEAS* (международная база данных – гуманитарные и общественные науки), *PAIN Repository* (США – медицина, науки о жизни), *GTS AI Data Collection* (Индия – искусственный интеллект) и др.

ОТКРЫТАЯ НАУКА И ПОЛУЗАКРЫТЫЕ ЦИФРОВЫЕ РЕПОЗИТАРИИ

В рамках развития открытой науки, наряду с формированием информационных ресурсов с открытым доступом параллельно создаются крупные цифровые репозитории с ограниченным доступом к научным данным. Такие репозитории появляются в рамках цифровых партнерств [12], в которые могут входить научные библиотеки, университеты, архивы, другие информационные ресурсы и институции, объединенные по тематическим или территориальным признакам, либо по признаку административной принадлежности. Партнеры организуют взаимный открытый доступ через Интернет к своим информационным коллекциям и развивают на этой базе свои «внутрикорпоративные» партнерские научные коммуникации. При этом внешним пользователям цифровые партнерства предоставляют ограниченный доступ к своему общему сетевому научному репозитарию.

Характерный пример таких партнерских репозитариев – Цифровая репозитарная библиотека ХатиТраст (США) [13], созданная в 2008 г. на основе партнерства университетов и научно-исследовательских институтов США в области совместного формирования, постоянного хранения и использования коллекции цифровых материалов научной направленности, вышедших в США и других странах мира. В парт-

нерство ХатиТраст, помимо американских, входят университеты, институты, библиотеки и библиотечные консорциумы Канады, Австралии, Новой Зеландии и некоторых стран Европы. ХатиТраст агрегирует библиографические данные и полные тексты документов [14].

На доступ к базе данных ХатиТраст для сторонних пользователей наложен ряд конкретных ограничений. Условия доступа в немалой степени зависят от того, из какой страны осуществляется доступ. Пользователи всех стран мира имеют возможность читать работы, которые:

- 1) находятся в открытом доступе или подпадают под действие Лицензии креативных сообществ;
- 2) написаны авторами из США и опубликованы ранее 1924 г.;
- 3) написаны авторами из Канады или Австралии и опубликованы до 1899 г.;
- 4) опубликованы в других странах до 1879 г.

Пользователям, входящим в базу данных ХатиТраст с территории США, кроме того, доступно чтение работ, опубликованных в других странах в период 1879-1923 гг.

Возможностью получения полноформатного доступа ко всем сервисам ХатиТраст обладают только члены ХатиТраст-партнерства [15]. Они также имеют эксклюзивное право копировать значительные объемы документов, находящихся в публичном доступе, независимо от того, наложены на них ограничения по копированию или нет. Для сторонних пользователей ограничения по копированию распространяются на значительное количество документов. По работам, находящимся в публичном доступе, на которые наложены ограничения по копированию, для сторонних пользователей возможна загрузка лишь одной страницы за один вход.

Члены партнерства по отдельному запросу могут получить доступ к аналитике ХатиТраст, отражающей различные аспекты доступа к базе данных цифровой библиотеки. Например, можно получить ответ на вопрос, сколько было пользовательских обращений к конкретному документу в указанный период времени. Сторонние пользователи доступа к аналитике не имеют.

ОСОБЕННОСТИ ДОСТУПА К ИНФОРМАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ЖУРНАЛАХ

В отличие от крупных цифровых репозитариев, хранящих наиболее значимую, имеющую большую научную ценность информацию, базы и банки данных многих современных научных журналов все в большей мере в первоочередном порядке пополняются за счет неосновных фрагментов статей, которые (фрагменты) наглядно демонстрируют и численно подтверждают ключевые мысли авторов. К наглядным подтверждениям относятся таблицы, схемы, графики, диаграммы, гистограммы, рисунки и т.д. Основные идеи автора публикуются непосредственно в журнале, а наглядные подтверждения все чаще сразу направляются в те части его базы данных, которые предназначены для сохранения подтверждающих материалов. Если читателя заинтересовала конкретная

статья, и он хочет ознакомиться со всеми ее деталями, со всеми наглядными подтверждающими материалами, то по его запросу эти материалы могут быть ему предоставлены из соответствующей части базы данных журнала.

При таком подходе редакторам удастся экономить значительную часть печатного пространства журнала, а внимание читателей концентрируется на основных положениях статьи, отражающих ключевые моменты научного исследования. Читатели оказываются в плюсе с точки зрения экономии своего времени, затраченного на прочтение статьи, что для них приобретает особую ценность в условиях нарастающего потока специализированной информации. Однако в целом доступ к научной информации при таком подходе оказывается изначально частично ограниченным, хотя он и может быть преобразован в свободный доступ при запросе заинтересованным читателем полной версии научной статьи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно констатировать, что на современном этапе – в условиях развития открытой науки – доступ к научным данным нельзя однозначно охарактеризовать как «свободный и открытый», и невозможно повсеместно добиться организации именно такого доступа. В разных научных институтах и на разных информационных ресурсах научной направленности доступ к данным имеет свои особенности. Он может быть и полностью свободным, и частично ограниченным, и в значительной мере ограниченным. Или доступа к какой-либо информации для рядового пользователя может вообще не быть, если информация является закрытой. С учетом этого одной из главных задач является разработка соответствующей правовой базы, регламентирующей возможности применения различных видов доступа к научным данным, предоставляемым разными информационными ресурсами и научными институтами. В такой же степени важной является и разработка правовой базы, определяющей обратную процедуру – возможности ученых по размещению результатов своих исследований на тех или иных информационных ресурсах, в банках или базах данных. Открытая наука предполагает разумную открытость с учетом условий многосложного реального мира.

Создается впечатление, что научное сообщество ищет выход из опасной для системы научных коммуникаций ситуации, при которой государственное административное стимулирование публикационной активности ученых привело к появлению «мусорных» статей и «хищных» журналов и в значительной степени затруднило оценку действительного развития научных исследований по библиометрическим показателям. Выход из этой ситуации видится в перемещении основного внимания от количественных показателей, характеризующих общее число опубликованных ученых статей, к использованию числовых и иных данных, полученных в результате экспериментальных исследований. С одной стороны, интерес ученого к статьям других авторов по большей части

определялся именно поиском необходимых для его работы данных и удобным доступом к этим данным. С другой стороны, успехи цифровизации дают ответ на этот запрос, делая реально возможными удобный поиск, доступ и использование этих данных в базах и банках данных, где они собраны по общей методике и хранятся в едином формате.

По всей вероятности, мы наблюдаем тенденцию к существенному изменению системы научных коммуникаций. Наиболее точный прогноз развития процессов чаще всего заключается в разрешении существующих противоречий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антопольский А.Б., Ефременко Д.В. Инфосфера общественных наук в России / под ред. В.А. Цветковой. – Москва-Берлин: Директ-Медиа, 2017. – 677 с.
2. Wilkinson M.D., Dumontier M. et al. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship // *Scientific Data*. – 2016. – № 3(1). – URL: <https://nrs.harvard.edu/urn-3:HUL-InstRepos.26860037> (дата обращения 03.01.2021).
3. Рычихин А.К., Нуриев В.А. Планирование жизненного цикла информационных ресурсов в (пост)грантовый период // *Системы и средства информатики*. – 2020. – Т. 30, № 1. – С. 135-146.
4. Официальный сайт российского информационного ресурса Национальный корпус русского языка. – URL: <https://www.ruscorpora.ru> (дата обращения 12.01.2021).
5. Swiss National Science Foundation – 2021 (Швейцарский национальный научный фонд). – URL: https://snf.ch/SiteCollectionDocuments/DMP_content_mySNF-form_fr.pdf (дата обращения 05.01.2021).
6. European Commission, Directorate-General for Research & Innovation (Генеральный директорат по исследованиям и инновациям Еврокомиссии). Programme Guidelines on FAIR Data Management in Horizon 2020. – URL: https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/grants_manual/hi/oa_pilot/h2020-hi-oa-data-mgt_en.pdf (дата обращения 10.01.2021).
7. Открытый доступ к данным. Швейцарский национальный научный фонд. – URL: <http://snf.ch/en/theSNSF/research-policies/open-access> (дата обращения 11.01.2021).
8. Heyde M., von der. Open Research Data: Landscape and cost analysis of data repositories currently used by the Swiss research community, and requirements for the future // Swiss National Science Foundation. – 2019. – С. 67. – URL: <http://doi.org/10.5281/zenodo.2643460> (дата обращения 11.01.2021).
9. Pampel H. Redata.org Registry of Research Data Repositories // Deutsche Initiative für Netzwerkinformation. – 2020. – URL: <https://dini.de/dienstprojekte/projekte/re3data> (дата обращения 12.01.2021).
10. Ulrich R., Pampel H., Kindling M. Advancing Services for Open Science // *E-Science-Tage 2019. Data to Knowledge* / eds. V. Heuveline,

- F. Gebhart, N. Mohammadianbisheh. – Heidelberg: heiBOOKS. – 2020. – P. 194-195.
11. Vierkant P., Scholze F. et al. Redata – Open infrastructure for Open Science. Open Repositories 2019. – Universität Hamburg. – 11.06.2019. – URL: <https://gfzpublic.gfz-potsdam.de/pubman/item/escidoc:4323890> (дата обращения 04.01.2021).
12. Гиляревский Р.С., Мельникова Е.В. Национальные электронные библиотеки в России и США // Научно-техническая информация. Сер. 1. – 2019. – № 7. – С. 8-13; Gilyarevskii R.S., Mel'nikova E.V. National electronic libraries of Russia and the United States // Scientific and Technical Information Processing. – 2019. – Vol. 46, № 3. – P. 149-154.
13. Hathitrust Digital Repository Library (Американская цифровая репозитарная библиотека ХатиТраст). – URL: https://hathitrust.org/features_benefits (дата обращения 08.01.2021).
14. Rosa K., Storey T. American libraries in 2016: Creating their future by connecting, collaborating and building community // IFLA Journal. – 2016. – № 42(2). – С. 85-101.
15. Big 10 Academic Alliance – ВТАА (Академический союз 10 крупнейших университетов США). – URL: <https://btaa.org> (дата обращения 11.01.2021).

Материал поступил в редакцию 14.01.21.

Сведения об авторах

ГИЛЯРЕВСКИЙ Руджеро Сергеевич – доктор филологических наук, профессор, заведующий Отделением научных исследований по проблемам информатики ВИНТИ РАН; профессор факультета журналистики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
e-mail: giliarevski@viniti.ru

МЕЛЬНИКОВА Елена Владимировна – кандидат технических наук, старший научный сотрудник ВИНТИ РАН
e-mail: verden.mel@yandex.ru