

Салтыков Сергей Анатольевич —

старший научный сотрудник Института проблем управления имени В.А. Трапезникова РАН, кандидат технических наук.

Русяева Елена Юрьевна —

старший научный сотрудник Института проблем управления имени В.А. Трапезникова РАН, кандидат философских наук.

Sergei A. Saltykov —

V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences.

Elena Yu. Rusyaeva —

V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences.

Статья подготовлена в рамках реализации п. 21.1 программы ФНИ государственных академий наук на 2013–2020 гг.

Об определении приоритетов научных исследований с учетом типологии уровней их готовности

Результаты многих научных исследований, согласно [1–5], можно трактовать как технологии той или иной степени проработанности, зрелости, готовности для практического применения¹. Исключение составляют фундаментальные исследования (так называемая чистая наука), направленные на объясняющую деятельность, поэтому их напрямую не соотносят с технологиями. Процесс перехода научных исследований с одного этапа готовности технологий на другой этап может иметь ряд остановок. Такие остановки назовем разрывом перехода с этапа на этап в инновационной цепочке. Об эффекте разомкнутости инновационного цикла исследований или торможения перехода с этапа на этап в проведении исследований упомянуто в Стратегии научно-технологического развития [6]. Причины такого разрыва

на некоторых этапах не всегда эксплицированы. В работах [2, 3] обсуждались причины подобного разрыва на определенных этапах научных исследований. Так, многие ученые, работая над своей исследовательской темой, не имеют значимой мотивации для доведения результатов исследований до уровня практического применения [7]. Хотя, по сути, именно результаты законченных научных исследований, то есть технологии в узком смысле, в наибольшей степени востребованы производством. Это говорит о том, что для достижения технологических прорывов в России к категории приоритетных целесообразно относить в первую очередь именно те научные исследования, которые потенциально способствуют доведению технологий с некоторого начального уровня их зрелости до следующего. В данной работе внимание акцентировано

УДК 001.89

На базе международной шкалы уровней готовности технологий разработана типология уровней готовности научных исследований. При формировании приоритетных, перспективных областей научных исследований предложено учитывать типологию уровней готовности научных исследований. Показано, что детализация стадий инновационного цикла наиболее актуальна на его средних уровнях.

Ключевые слова

Уровни готовности технологий, стадии инновационного цикла, приоритеты научных исследований, зоны задержки в продвижении по стадиям инновационного цикла, мотивация перехода на более высокие уровни готовности научных исследований.



➤ Для достижения технологических прорывов в России к категории приоритетных целесообразно относить в первую очередь именно те научные исследования, которые потенциально способствуют доведению технологий с некоторого начального уровня их зрелости до следующего.

сти инновационного цикла теряются, и руководители организаций или предприятий могут не предпринять соответствующих действий для их устранения [11, 12].

Уровни готовности технологий

Уровни готовности технологий (далее — УГТ; *англ.* — TRL) определяются по мере их разработки от начальных стадий создания концепции и разработки требований до финальной демонстрации их возможностей. Использование понятия УГТ обеспечивает последовательное и единообразное обсуждение зрелости различных технологий с участниками их создания. Впервые уровни технологической готовности TRL были разработаны в 1974 г. NASA и содержали семь ступеней. В настоящее время используют девять уровней готовности технологий [8–10]:

- 1) зафиксированы базовые принципы предлагаемой технологии;
- 2) сформулирован концепт технологии;
- 3) проведено обоснование концепта технологии (проведена аналитическая и (или) экспериментальная проверка жизнеспособности критических функций технологии, а некоторые не-

на адаптации широко известных уровней готовности технологий [8–10] к уточненной типологии уровней готовности научных исследований, а также на механизмах выбора перспективных направлений научных исследований.

В статье показано, что для операционального задания стадий инновационного цикла должно быть выделено как минимум 9–10 качественно различных градаций. Это вызвано тем, что на каждой из анализируемых стадий жизненного цикла [4, 5] причины возможных задержек исследований, на той или иной стадии приводящие к разомкнутости инновационного цикла, могут быть совершенно разными, и устранять их, соответственно, следует по-разному. Если же объединить три-четыре качественно различные градации в одну, то различия в причинах разомкнуто-

On the Procedure for Selecting Future Areas of Research, Taking into Account the Typology of Their Readiness Levels

Based on the international scale of levels of readiness of technology developed a typology of research readiness levels. When forming the priority, promising areas of research proposed to take into account the typology of research levels of readiness. It is shown that the detail stages of innovation cycle most relevant to its middle levels.

Keywords

Technology readiness levels, stage of the innovation cycle and research priorities, delays in advancing stages of the innovation cycle, motivation the transition to higher research readiness levels.

- критические функции технологии могут быть не представлены или не «обсчитаны»);
- 4) разработан макет технологии и проведена проверка его работы в лабораторных условиях;
 - 5) проведена проверка работы макета в релевантной окружающей среде;
 - 6) разработан прототип технологии и проверена его работа в релевантной среде;
 - 7) разработан прототип технологии в рабочей среде и проведена системная демонстрация его работы;
 - 8) разработана актуальная система и проверена ее работоспособность в рабочей среде;
 - 9) полностью проверена работоспособность актуальной системы в рабочей среде путем всевозможных испытаний.

Типология стадий инновационного жизненного цикла

Определение стадий научного исследования как элементов СИЖЦ

Под научным исследованием на стадии фундаментальных исследований будем понимать научное исследование [2–5], которое имеет специализированный язык, нетривиальность процесса вывода научного построения, описательно-объяснительный посыл.

Научные исследования, находящиеся на фундаментальной стадии, можно разделить по их гносеологической силе, взяв за мерилу гносеологической силы, к примеру, импакт-фактор журналов, где опубликованы результаты данных исследований. Получим фундаментальные изыскания начального уровня, средней гносеологической силы и гносеологически сильные (зрелые).

Под научным исследованием декларативно-прикладной стадии будем понимать исследование, которое имеет специализированный язык, нетривиальность процесса вывода научного построения, преобразовательный посыл. В данном случае неизвестно, даст ли применение результатов исследования какие-то значимые преимущества по сравнению с неиспользованием его результатов. Другими словами, исследования данной стадии нацелены (задекларированы) на решение неких практических проблем, но результаты данного исследования не имеют реального прикладного значения.

По аналогии с фундаментальной стадией можно выделить гносеологически слабую декларативно-прикладную стадию исследований и гносеологически сильную.

➤ Выделено два типа научных исследований: фундаментальные и прикладные.

Под научными трудами проблемно-прикладной стадии будем понимать научное исследование, которое имеет специализированный язык, нетривиальность процесса вывода результата исследования, преобразовательный посыл. При чем применение результатов этих работ дает преимущество по сравнению с неиспользованием их результатов при принятии некоторых достаточно ограничительных допущений для некоторой критичной части бизнес-процесса.

Под научным исследованием условно-прикладной стадии будем понимать научное изыскание, которое имеет специализированный язык, нетривиальность процесса вывода научного построения, преобразовательный посыл и применение результатов которого дает преимущество по сравнению с неприменением его результатов при условии принятия некоторых достаточно ограничительных допущений для некоторого бизнес-процесса. Иначе говоря, преимущество в этом случае достигается в лабораторно-чистой среде. Кроме того, если в исследовании предлагаемая наработка обоснованно приведена к одному из типовых коммерциализируемых проектов, то это тип условно-прикладной науки с высоким потенциалом коммерциализируемости. Если не приведена, то это стадия условно-прикладного исследования с неизвестным потенциалом коммерциализируемости. Послед-



няя стадия может быть в свою очередь поделена на условно-прикладные исследования в «виртуальной лаборатории» и условно-прикладные исследования в «реальной лаборатории».

Под научным исследованием прикладной стадии будем понимать работы, которые имеют специализированный язык, преобразовательный посыл и применение результатов которых дает преимущество по сравнению с неприменением этих результатов в реальных рабочих условиях.

Уровни готовности проблемно-ориентированных и комплексных научно-технических проектов

В работе А.В. Дутова [13] (НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского») применяются две градационные шкалы УГТ, наложенные поверх традиционных уровней готовности технологий.

В первой — проектной — шкале имеются три разбиения по уровням: с I по III уровни технологии относят к проблемно ориентированным проектам, с IV по VI УГТ рассматривают как комплексные научно-технологические проекты, а с VII по IX УГТ выделяют в конечные продукты.

Во втором разбиении всего две градации: исследования и разработки — сюда относятся уровни готовности технологий с I по VI УГТ, а с VII по IX УГТ — проектирование и производство.

Об определении типов научных исследований в проекте нового Федерального закона «О научной, научно-технической и инновационной деятельности в РФ»

В проекте нового Федерального закона «О научной, научно-технической и инновационной деятельности в РФ» [14] предложены определения трех типов научных исследований: фундаментальных, поисковых и прикладных. Причем прикладные и поисковые научные исследования в определениях имеют столь слабые отличительные квалификационные признаки, что можно считать: поисковые исследования входят в прикладные; поисковые — лишь частный случай прикладных исследований. Сравним эти определения: «Поисковые научные исследования — деятельность, направленная на выявление и постановку научных, научно-технических задач, а также сфер возможного применения новых знаний, в том числе результатов интеллектуальной деятельности. Приклад-

ные научные исследования — деятельность, направленная преимущественно на применение новых знаний, в том числе создание результатов интеллектуальной деятельности, необходимых для достижения практических целей и решения конкретных задач при создании новых технологий и товаров, выполнении работ, оказании услуг» [15, с. 8].

Таким образом, можно констатировать, что типов научных исследований выделено фактически два: фундаментальные и прикладные.

Типология уровней готовности научных исследований

Для того чтобы рассмотрение технологий не отрывать от рассмотрения научных исследований, считаем целесообразным дополнить девять уровней готовности технологий уровнями, соответствующими «чистым» фундаментальным исследованиям. Эти изыскания, в свою очередь, можно разделить на три уровня зрелости. Таким образом, полученная шкала будет содержать 12 градаций, соответствующих движению исследовательской мысли. Тогда можно различать работы, связанные, к примеру, лишь с появлением замысла в фундаментальной науке, имеющей цель установить связи между различными феноменами природы. Далее мысль исследователя может идти и до коммерциализированной прикладной разработки, при создании которой может быть некоторым образом использована эта связь между феноменами природы, установленная на этапе фундаментального исследования.

В новой интегрированной типологии уровней готовности научного исследования (УГНИ) получится 12 уровней:

- УГНИ А — фундаментальная гносеологически слабая;
- УГНИ В — фундаментальная гносеологически средней силы;
- УГНИ С — фундаментальная гносеологически сильная;
- УГНИ 1 — декларативно-прикладная гносеологически слабая;
- УГНИ 2 — декларативно-прикладная гносеологически сильная;
- УГНИ 3 — проблемно-прикладная;
- УГНИ 4 — условно-прикладная в виртуальной лаборатории;
- УГНИ 5 — условно-прикладная в реальной лаборатории;
- УГНИ 6 — условно-прикладная с высоким потенциалом коммерциализации;
- УГНИ 7, УГНИ 8 и УГНИ 9 — прикладная.

Сопоставление анализируемых понятий

Приведем в *таблице* сопоставление классических уровней готовности технологий, их обобщений, типологии уровней готовности научных исследований и трактовок проекта Закона о науке.

Мотивация участников на разных стадиях научных исследований

Для того чтобы мотивировать исследователей переводить свои исследования с одного уровня их готовности на следующие, целесообразно использовать комбинацию мотивационных стимулов. Например, на ранних стадиях готовности технологии полезно прорабатывать любые ее компоненты в любой удобной и выгодной для

исследователя последовательности. Такая проработка приводит к тому, что публикацию статей про создаваемую технологию можно будет продвигать во все более и более импактные [16] издания. Поэтому можно считать, что мотивация импактностью издания будет способствовать движению исследования по ранним стадиям от одной к другой.

В начале средних стадий готовности технологии некоторые компоненты технологии могут быть проработаны и формализованы довольно хорошо, а некоторые еще совсем не развиты. Это происходит в тех случаях, когда исследователь уже «набил руку» на совершенствовании некоторых компонентов технологии и ему невыгодно переключаться на другие компоненты. Поэтому

Сопоставление анализируемых понятий

Новый интегрированный код УГНИ	Описание TRL	Проекты в трактовке А.В. Дутова	Технологический процесс в трактовке А.В. Дутова	В трактовке проекта Закона о науке
УГНИ А Фундаментальная гносеологически слабая	—	—	—	Фундаментальные
УГНИ В Фундаментальная гносеологически средней силы	—	—	—	
УГНИ С Фундаментальная гносеологически сильная	—	—	—	
УГНИ 1 Декларативно-прикладная гносеологически слабая	TRL 1 Зафиксированы базовые принципы предлагаемой технологии	Проблемно-ориентированные проекты	Исследования и разработки	Прикладные
УГНИ 2 Декларативно-прикладная гносеологически сильная	TRL 2 Сформулирован концепт технологии			
УГНИ 3 Проблемно-прикладная	TRL 3 Обоснование концепта технологии. Проведена аналитическая и (или) экспериментальная проверка жизнеспособности критических компонентов технологии. В свою очередь некоторые некритические компоненты технологии могут быть не представлены или «обсчитаны»			
УГНИ 4 Условно-прикладная в виртуальной лаборатории	TRL 4 Макет технологии в лабораторных условиях. Проведена проверка работы макета в лабораторно чистой среде	Комплексные научно-технологические проекты	Исследования и разработки	
УГНИ 5 Условно-прикладная в реальной лаборатории	TRL 5 Проверка работы макета в релевантной окружающей среде			
УГНИ 6 Условно-прикладная с высоким потенциалом коммерциализации	TRL 6 Прототип технологии в релевантной среде. Проверка работы прототипа модели в релевантной среде			
УГНИ 7 Прикладная	TRL 7 Прототип технологии в рабочей среде. Проведена системная демонстрация работы прототипа модели в рабочей среде	Конечные продукты	Проектирование и производство	
УГНИ 8 Прикладная	TRL 8 Актуальная система в рабочей среде. Проверена работоспособность актуальной системы в рабочей среде			
УГНИ 9 Прикладная	TRL 9 Полностью проверена работоспособность актуальной системы в рабочей среде путем всевозможных испытаний			

подчас ученый, естественным образом преследуя свои личные интересы (согласно теории активных систем [15]), продолжает писать средние и высокоимпактные статьи о все тех же компонентах технологии, о которых у него уже получается писать. Фактически пишет о том, из чего сложился его «научный пазл». В этом случае требуется дополнительно мотивировать исследователя на изучение других компонентов технологии. По сути — а это является необходимым условием для перевода технологии на следующий уровень готовности, — за исследование именно этих недоисследованных компонентов нужно доплачивать, стимулировать разработчика прямо или косвенно.

На исследованиях поздних уровней готовности при разработке мотивационных стимулов может быть использован интерес инноваторов-ученых и инвесторов к разработке высокотехнологичного продукта.

Традиционное отнесение научных исследований лишь к фундаментальным либо прикладным не вполне операционально, поскольку имеется «зона полутени» между «чистой» фундаментальной наукой и действительно прикладными разработками. Чтобы распределять финансирование в науке в соответствии с тематическими приоритетами, нужно раскрывать зоны «застревания» исследований, мотивировать исследователей к переходу на следующий уровень готовности технологий и тем самым выявлять наиболее приоритетные исследования и разработки. Для этого нужно детально определять стадии исследований, для чего предлагается использовать международную девятиступенчатую шкалу определения уровня готовности технологий.

В данной работе на основе соотношения типологий уровней готовности технологий и стадий инновационного жизненного цикла составлен интегрированный перечень уровней готовности научных исследований в виде буквенно-цифрового кода.

Для того чтобы способствовать повышению зрелости технологий, целесообразно использовать адресную комбинацию параметров мотивации исследователей, а также интерес к потенциальному высокотехнологическому продукту инноваторов-ученых и инвесторов на различных уровнях готовности технологий [17].

ПЭС 18107 / 26.06.2018



➤ Чтобы распределять финансирование в науке в соответствии с тематическими приоритетами, нужно раскрывать зоны «застревания» исследований, мотивировать исследователей к переходу на следующий уровень готовности технологий и тем самым выявлять наиболее приоритетные исследования и разработки.

Примечание

1. Понятие «технология» в широком смысле трактуется как применение научного знания для решения практических задач [1].

Источники

1. Encyclopedia Britannica. Encyclopædia Britannica Online. Encyclopedia Britannica Inc., 2016.

2. Салтыков С.А., Русяева Е.Ю. Рафинирование научных построений в теориях принятия решений. М.: ИПУ РАН, 2016. 208 с.

3. Saltykov S.A., Rusyaeva E.Yu., Kravets A.G. Typology of Scientific Constructions as an Instrument of Conceptual Creativity / Proc. of First Conference “Creativity in Intelligent Technologies and Data Science” (CIT&DS 2015, Volgograd). Volgograd: Springer International Publishing AG, 2015. P. 41–57.

4. Устройство для идентификации типов научных построений. Патент на изобретение РФ № 2618945, 11.05.2017. Автор(ы): Салтыков С.А., Русяева Е.Ю., Бурба А.А.

5. Устройство для идентификации стадии жизненного цикла тематики научных лабораторий. Патент на изобретение РФ № 2647644, 16.03.2018. Автор(ы): Салтыков С.А., Русяева Е.Ю., Бурба А.А.

6. Указ Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» [Электронный ресурс] // Законы, кодексы и нормативно-правовые акты Российской Федерации. URL: <http://legalacts.ru/doc/ukaz-prezidenta-rf-ot-01122016-n-642-o-strategii/>

7. Ваганов А. Широкого фронта научных исследований в России сейчас нет. Минимум 10% академической науки работает вхолостую [Электронный ресурс] // Независимая газета. 2018. 14 марта. URL: http://www.ng.ru/science/2018-03-14/9_7189_front.html.

8. The TRL scale as a Research & Innovation Policy Tool [Электронный ресурс] // EARTO. URL: http://www.earto.eu/fileadmin/content/03_Publications/The_TRL_Scale_as_a_R_I_Policy_Tool_-_EARTO_Recommendations_-_Final.pdf.

9. Mihaly, Heder (2017. September). From NASA to EU: the evolution of the TRL scale in Public Sector Innovation (PDF). *The Innovation Journal*. 22: 1–23, 10. Technology Readiness Assessment (TRA) Guidance (PDF). United States Department of Defense. 2011. April.

11. Кошкарёва О.А., Миндели Л.Э., Остапюк С.Ф. Системные аспекты процедуры выбора и актуализации приоритетов развития науки // *Инновации*. 2015. № 6 (200). С. 20–31.

12. Миндели Л.Э., Остапюк С.Ф., Кошкарёва О.А. Механизм формирования приоритетов развития фундаментальных научных исследований // *Экономические стратегии*. 2017. № 4. С. 96–109.

13. Дутов А.В. Методологические основы управления созданием опережающего научно-технического задела в жизненном цикле высокотехнологичной продукции: Материалы 2-й научно-практической конференции «Управление созданием научно-практического задела в жизненном цикле высокотехнологичной продукции — 2017». М.: НИЦ «Институт им. Н.Е. Жуковского», 2017. С. 8–13.

14. Проект нового ФЗ «О научной, научно-технической и инновационной деятельности в РФ» [Электронный ресурс] // Федеральный портал проектов нормативных правовых актов. URL: <http://regulation.gov.ru/projects#npa=69845>.

15. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. М.: Наука, 1977. 255 с.

16. Импакт-фактор [Электронный ресурс] // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Импакт-фактор>.

17. Управление созданием научно-технического задела [Электронный ресурс] // Национальный исследовательский центр. Институт имени Н.Е. Жуковского. URL: http://nrczh.ru/mgt_science/mgt_sc_tech/

References

1. *Encyclopedia Britannica*. Encyclopædia Britannica Online. Encyclopedia Britannica Inc., 2016.
2. Saltykov S.A., Rusaeva E.Yu. *Rafinirovanie nauchnykh postroyeni v teoryakh prinyatiya resheniy* [Refinement of Scientific Constructions in Decision Making Theories]. Moscow, IPU RAN, 2016, 208 p.
3. Saltykov S.A., Rusaeva E.Yu., Kravets A.G. *Typology of Scientific Constructions as an Instrument of Conceptual Creativity* / Proc. of First Conference “Creativity in Intelligent Technologies and Data Science” (CIT&DS 2015, Volgograd). Volgograd: Springer International Publishing AG, 2015. P. 41–57.
4. *Ustroystvo dlya identifikatsii tipov nauchnykh postroyeni* [Device for Identifying Types of Scientific Constructions]. Patent na izobretenie RF № 2618945, 11.05.2017. Avtor(y): Saltykov S.A., Rusaeva E.Yu., Burba A.A.
5. *Ustroystvo dlya identifikatsii stadii zhiznennogo tsikla tematiki nauchnykh laboratoriy* [Device for Identifying the Lifecycle Stage of Scientific Laboratories Topics]. Patent na izobretenie RF № 2647644, 16.03.2018. Avtor(y): Saltykov S.A., Rusaeva E.Yu., Burba A.A.
6. *Ukaz Prezidenta RF ot 1 dekabrya 2016 g. N 642 “O Strategii nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii”* [About Strategy of Scientific and Technological Development of the Russian Federation]. Zakony, kodeksy i normativno-pravovye акты Rossiyskoy Federatsii, available at: <http://legalacts.ru/doc/ukaz-prezidenta-rf-ot-01122016-n-642-o-strategii/>
7. Vaganov A. Shirokogo fronta nauchnykh issledovaniy v Rossii seychas net. Minimum 10% akademicheskoy nauki rabotaet vkhlostuyu [There is No Wide Front of Scientific Research in Russia Now. At Least 10% of Academic Science is Idle]. *Nezavisimaya gazeta*, 2018, March, 14, available at: http://www.ng.ru/science/2018-03-14/9_7189_front.html.
8. *The TRL scale as a Research & Innovation Policy Tool*. Earto.eu, available at: http://www.earto.eu/fileadmin/content/03_Publications/The_TRL_Scale_as_a_R_I_Policy_Tool_-_EARTO_Recommendations_-_Final.pdf
9. Mihaly, Heder (2017, September). From NASA to EU: the evolution of the TRL scale in Public Sector Innovation (PDF). *The Innovation Journal*. 22: 1–23.
10. *Technology Readiness Assessment (TRA) Guidance* (PDF). United States Department of Defense. 2011. April.
11. Koshkareva O.A., Mindeli L.E., Ostapuk S.F. Sistemnye aspekty protsedury vybora i aktualizatsii prioritetov razvitiya nauki [System Aspects of the Procedure for Priorities Selecting and Updating in the Science Development]. *Innovatsii*, 2015, no 6 (200), pp. 20–31.
12. Mindeli L.E., Ostapuk S.F., Koshkareva O.A. Mekhanizm formirovaniya prioritetov razvitiya fundamental'nykh nauchnykh issledovaniy [The Mechanism of Formation of the Development Priorities of Fundamental Scientific Researches]. *Ekonomicheskie strategii*, 2017, no 4, pp. 96–109.
13. Dutov A.V. *Metodologicheskie osnovy upravleniya sozdaniem opereshayushchego nauchno-tekhnicheskogo zadela v zhiznennom tsikle vysokotekhnologichnoy produktsii* [Methodological Foundations of Managing Creation of Advanced Scientific and Technical Reserve in the High-Tech Products Lifecycle]. Materialy 2-y nauchno-prakticheskoy konferentsii «Upravlenie sozdaniem nauchno-prakticheskogo zadela v zhiznennom tsikle vysokotekhnologichnoy produktsii — 2017» [Materials of the 2nd Scientific-Practical Conference “Managing Creation of Scientific and Technical Reserve in the High-Tech Products Lifecycle — 2017”]. Moscow, NITs Institut im. N.E. Zhukovskogo, 2017, pp. 8–13.
14. *Proekt novogo FZ «O nauchnoi, nauchno-tekhnicheskoi i innovatsionnoi deyatel'nosti v RF»* [New Federal Law Draft “On Scientific, Scientific-Technical and Innovative Activities in the Russian Federation”]. Federal'nyi portal projektov normativnykh pravovykh aktov, available at: <http://regulation.gov.ru/projects#npa=69845>.
15. Burkov V.N. *Osnovy matematicheskoy teorii aktivnykh sistem* [Fundamentals of the Mathematical Theory of Active Systems]. Moscow, Nauka, 1977, 255 p.
16. *Impakt-faktor* [Impact Factor], available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Импакт-фактор>.
17. *Upravlenie sozdaniem nauchno-tekhnicheskogo zadela* [Managing Creation of a Scientific and Technical Reserve]. Natsional'nyy issledovatel'skiy tsentr. Institut imeni N.E. Zhukovskogo, available at: http://nrczh.ru/mgt_science/mgt_sc_tech/