

**ФГБУН Институт проблем управления имени В.А. Трапезникова  
Российской академии наук**

**ФГБУ «Национальный исследовательский центр  
«Институт имени Н.Е. Жуковского»**

**Проблемы управления  
научными исследованиями и разработками – 2017**

**ТРУДЫ**

**Третьей научно-практической конференции  
(26 октября 2017 г., Москва)**

**Под общей редакцией  
д.т.н. Дутова А.В., член-корр. РАН Новикова Д.А.**

**Москва  
ИПУ РАН НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского»  
2017**

УДК 001.89

ББК 72

П78

**Проблемы управления научными исследованиями и разработками-2017:** тр. Третьей науч.- практич. конфер., 26 окт. 2017 г., Москва / Ин-т проблем упр. им. В.А. Трапезникова Рос. акад. наук, НИЦ «Ин-т им. Н.Е. Жуковского»; под общ. ред. Дутова А.В., Новикова Д.А. – М. : ИПУ РАН : НИЦ «Институт им. Н.Е. Жуковского», 2017. – 298 с. – ISBN 978-5-91450-210-9.

В научном издании представлены труды Третьей научно-практической конференции «Проблемы управления научными исследованиями и разработками – 2017» по следующим направлениям:

- Управление и организация фундаментальных и поисковых научных исследований;
- Управление прикладными научными исследованиями и созданием научно-технического задела;
- Управление результатами интеллектуальной и научно-технической деятельности;
- Наука и высшее образование, подготовка кадров высшей квалификации.

Сборник трудов конференции предназначен для работников органов государственного управления в сфере исследований и разработок, руководителей научных организаций и широкого круга научных работников.

Текст воспроизводится в том виде, в котором представлен авторами.

**Утверждено к печати Программным комитетом конференции**

ISBN 978-5-91450-210-9

© ИПУ РАН, 2017

© НИЦ «Институт им. Н.Е. Жуковского», 2017

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Секция 1. Управление и организация фундаментальных и поисковых научных исследований.....</b>	<b>13</b>
• ХАРИТОНОВ В.А., БУКАЛОВА А.Ю. Технологическая платформа конвергенции наук на принципах универсальной десятичной классификации и субъектно-ориентированного управления .....	14
• ВИНОГРАДОВ Г.П., СЕМЕНОВ С.В. Проблемы управления развитием инновационной среды .....	21
• ОРЛОВ А.И. Число цитирований - ключевой показатель результативности в фундаментальной науке .....	35
• САЛТЫКОВ С.А., РУСЯЕВА Е.Ю. Инновационный подход оценивания научных работ и вклада ученых в науку.....	47
• ЗАЦАРИННЫЙ А.А., ГОРШЕНИН А.К., ВОЛОВИЧ К.И., КОНДРАШЕВ В.А. Система управления научными сервисами как базовый сервис цифровой платформы для научных исследований .....	53
• САКРУТИНА Е.А., ЧЕРНЫШЕВ К.Р. ПРНД 2.0: эффективное управление в научной организации.....	65
• МИРОШКИН В.Л. Выявление центров компетенции авиационной науки как элемент формирования инструментов управления научными исследованиями и разработками .....	74
<b>Секция 2. Управление прикладными исследованиями и созданием научно-технического задела.....</b>	<b>81</b>
• ДУТОВ А.В. Мировой опыт управления исследованиями и разработками.....	82
• ЕРЕШКО Ф.И., ШЕВЧЕНКО В.В. О некоторых возможностях использования игровых и оптимизационных моделей в управлении и производстве оборонно-промышленного комплекса России.....	90
• МИЛОВСКИЙ Г.А. Источники внебюджетного финансирования аэрокосмической отрасли при управлении геологоразведочными работами на золото и нефть .....	95
• СКОРОБОГАТЫХ И.И., СИДОРЧУК Р.Р., ЛУКИНА А.В., МУСАТОВА Ж.Б., ИВАШКОВА Н.И. Опыт проведения научно-прикладных маркетинговых исследований в Университете (на примере РЭУ им. Г.В. Плеханова) .....	101
• БАБКИН В.И., СОЛОНИН В.И. Методология организации научных исследований в обеспечение создания высокотехнологичной продукции (на примере НИЭР и ОКР при создании авиационных двигателей).....	105
• ЛАНШИН А.И. Опыт организации научно-исследовательских работ по созданию научно-технического задела для перспективных авиационных двигателей.....	119
• ВОЛКОВ М.А., ДЕМИДЕНКО Ю.А., ИВАНОВ Д.И., КОЛЧИН С.В. Организация и проведение системных исследований и прикладных НИР в ракетно-космической отрасли.....	128
• КОВАЛЕВ И.Е., СКВОРЦОВ Е.Б., ШЕЛЕХОВА А.С., ШЕЛЕХОВА С.В., ШУСТОВ А.В. Анализ возможных путей развития типоразмерного ряда транспортных самолётов с целью проведения прикладных научных исследований и создания научно-технического задела .....	137

• СЕЛЕЗНЕВА И.Е., КЛОЧКОВ В.В. Институциональные проблемы организации прикладных исследований и разработки высокотехнологичной продукции.....	151
• ШАКУН А.В. Управление созданием научно-технического задела в рамках проектного подхода на основе системной интеграции технологий.....	158
• ИЦКОВИЧ Э.Л. Недостатки управления прикладными научными исследованиями в области автоматизации промышленных предприятий, препятствующие их проведению.....	168
• СЫПАЛО К.И., МЕДВЕДСКИЙ А.Л., КАЗАРИНОВ Г.Г., КАН А.В. Методология создания демонстратора технологий гражданской авиационной техники.....	174
• ТЮРИН А.В. Проблемы управления качеством в процессе исследований на стадии создания научно-технического задела .....	182
<b>Секция 3. Управление результатами интеллектуальной и научно-технической деятельности .....</b>	<b>191</b>
• ЕФРЕМОВ В.Р., САФОНОВ Э.В., КОЛЕСНИКОВ Г.И., ОЛЬШАНЦЕВ Е.Е., АНДРЕЕВА М.В., ЗАХАРОВ К.А. Создание автоматизированной информационной системы управления результатами интеллектуальной деятельности на предприятиях ОПК.....	192
• ПЕРЕПЕЧКО Л.Н. Управление интеллектуальной собственностью в государственных научно-исследовательских организациях.....	198
• ПУДАЛОВА Е.И., КОРЗНИКОВ А.М. Управление результатами интеллектуальной деятельности научно-исследовательского института: актуальные цели и задачи .....	211
• НИКИТОВ А.В., ПОЛЯКОВ А.М. Методика анализа центров компетенций .....	213
• УРЕЗЧЕНКО В.М. Продвижение инновационных разработок .....	214
• ТИММЕ Е.А. Спортивная наука и инновации: поиск модели управления и путей развития .....	225
• ГУДОВ Г.Н., КАРПОВ В.В., ЛОБАНОВ И.А., УРАЛЬСКОВ В.А. Обмен опытом и обоснование методических рекомендаций по сопровождению и координации научно-инновационной деятельности: вопросы информационно-аналитического обеспечения .....	235
<b>Секция 4. Наука и высшее образование, подготовка кадров высшей квалификации .....</b>	<b>239</b>
• ГЛАВАЦКИЙ С.Т., БУРЫКИН И.Г. Подготовка кадров высшей квалификации для специализации «Наука о данных».....	240
• БОЯРОВА Е.В., ЕФИМЕНКО Г.А. Комплексный подход при подготовке руководящих кадров в области системного инжиниринга в ВШСИ МФТИ.....	244
• ГОРИДЬКО Н.П. Трансформация роли и функций институтов образования в информационной экономике.....	248
• НИЖЕГОРОДЦЕВ Р.М. Угроза фрагментации научно-образовательного пространства Российской Федерации и проблема импорта «токсичных» институтов .....	252
• ПАВШОК О.П. Основные критерии оценки качества образования и компетентности выпускников высших учебных заведений по ИТ специальностям.....	257
• ПЕТУХОВ Н.А. Высшее и послевузовское образование и подготовка научных кадров в Российской Федерации.....	260
• ПОРЕШИН П.П., СИНИЦЫН С.В., СОКОЛОВ В.Н. Инструментальный подход к управлению выполнением индивидуальных учебных заданий студентов на базовой кафедре .....	266

- ПЕГАНОВА Н.В., МАНУЙЛОВА В.И. Специфика подготовки научных кадров высшей квалификации в Российском научном центре «Прикладная химия».....268
- ГОНЧАРЕНКО В.И., РОЖНОВ А.В., СЛЕПКО Г.Е., СКОРИК Н.И. Обмен опытом и обоснование методических рекомендаций по сопровождению и координации научно-инновационной деятельности: вопросы подготовки и сопровождения кадров.....277
- ТИХОНОВА О.М., КУШНИКОВ В.А. Математическая модель для прогнозирования показателей аккредитации технических вузов в Российской Федерации .....282
- МЕЩЕРЯКОВ Р.В., КОРОТИНА Т.Ю. Роль профессиональных стандартов и ФГОС ВО в подготовке кадров высшей квалификации для наукоемких предприятий.....289

# Система управления научными сервисами как базовый сервис цифровой платформы для научных исследований

*Зацаринный А.А., д.т.н., профессор, заместитель директора,*  
[azatsarinny@frccsc.ru](mailto:azatsarinny@frccsc.ru)

*Горшенин А.К., к.ф.-м.н., доцент, ведущий научный сотрудник,*  
[agorshenin@frccsc.ru](mailto:agorshenin@frccsc.ru)

*Волович К.И., старший научный сотрудник,*  
[kostya.volovich@gmail.com](mailto:kostya.volovich@gmail.com)

*Кондрашев В.А., начальник управления,*  
[vkondrashev@mail.ru](mailto:vkondrashev@mail.ru)

*ФИЦ «Информатика и управление» РАН, г. Москва.*

**Аннотация.** В данной статье система управления научными сервисами рассматривается как основной сервис национальной цифровой платформы «Наука и образование», создаваемой для формирования условий для качественных изменений в области науки и образования. Для системы управления научными сервисами разработаны и апробированы основные системотехнические решения с учетом современных облачных технологий и мировых подходов. Данная система может быть использована для решения различного класса задач в интересах заинтересованных пользователей посредством предоставления новой категории облачных сервисов RaaS – «научное исследование, как услуга».

**Ключевые слова:** цифровая экономика, цифровая платформа, система управления, научный сервис, облачный сервис

## Введение

Одной из наиболее современных концепций выстраивания взаимоотношений поставщиков и потребителей различного рода услуг, прежде всего, в рамках развития цифровой экономики, является так называемая платформенная бизнес-модель. Ее основное преимущество заключается в предоставлении единой информационной среды для всех сторон за счет передовых IT-решений, ведущей к сокращению транзакционных издержек. Значительно упрощается решение задач анализа, оптимизации и перестройки связей между участниками. Такие платформы позволяют создавать новые продукты и услуги, формировать соответствующие экосистемы.

В Послании Президента РФ В.В. Путина Федеральному собранию 1 декабря 2016 года [1] было отмечено, что одной из самых быстро развивающихся отраслей в России стала индустрия информационных технологий (ИТ). Формирование научно-технологического задела, необходимого для экономического роста и социального развития страны, должно проводиться на базе фундаментальных знаний в научно-исследовательских центрах. Для успешного решения масштабных научных задач в рамках цифровой экономики требуется развитие национальной исследовательской инфраструктуры, представляющей собой информационно-технологическую платформу для интеграции интеллектуальных ресурсов в области науки, образования и производства. Основной целью ее создания является формирование условий для качественных изменений в области науки и образования для успешного развития России.

Важное место в формировании исследовательской инфраструктуры занимают вопросы развития сети центров коллективного пользования научных организаций, подведомственных ФАНО России. При этом особую актуальность приобретает система

управления научными сервисами, которая позволила бы, с одной стороны, существенно повысить эффективность использования дорогостоящего уникального оборудования научных организаций, а с другой, – создать единое информационное пространство научных сервисов, доступное для всех научных организаций и отдельных ученых, с регламентацией процедур доступа на основе самых современных информационных технологий. В конечном итоге, создание такой системы управления находится в полном соответствии с современными мировыми тенденциями в различных областях науки с интенсивным использованием данных.

Современные тенденции развития информационных технологий направлены на предоставление пользователям как можно более широкого спектра услуг из самых разных областей человеческой деятельности. Область научных исследований – не исключение. Определим некоторые понятия в этой области. Научный сервис – услуга, предоставляемая научной организацией для проведения научных исследований, испытаний и измерений с использованием различных материальных ресурсов (приборов, установок, помещений и пр.) и высококвалифицированного персонала, обладающего наукоемкими знаниями и навыками. В-сервис – услуга предполагающая предоставление ресурсов средств вычислительной техники (СВТ). Процедуры предоставления и учета использования В-сервисов достаточно широко изучены и описаны, поскольку на протяжении практически всего времени существования СВТ существует понятие их коллективного использования (в том числе в многопользовательском режиме).

В условиях глобализации рыночной экономики возникает очевидная потребность распространить опыт предоставления В-сервисов на область оказания научных сервисов и учета результатов интеллектуальной деятельности. При этом также очевидно, что научные сервисы имеют разнородную природу и в общем случае не являются В-сервисами.

В статье рассмотрены опыт Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН) в решении задачи создания цифровой платформы «Наука и образование» [2] – системы управления научными сервисами (СУС) как основы. Ее разработка и развитие направлены на формирование высокоэффективной современной информационной инфраструктуры в интересах научного и образовательного сообщества России, а также иных потребителей наукоемких технологий и разработок в рамках обеспечения ИТ-поддержки перехода к цифровой экономике.

## **1. Концепция цифровой платформы «Наука и образование»**

Мировое научное сообщество переходит к новой парадигме проведения научных исследований – значимые научные результаты могут быть получены только на основе анализа огромных массивов, накопленных в конкретных предметных областях данных, которые в настоящее время приобретают, по существу, статус одного из важнейших стратегических ресурсов. Одним из важнейших современных мировых трендов технологического развития является расширение сферы применения информационно-телекоммуникационных технологий для аналитической обработки таких массивов данных, которые требуют создания новых методов анализа [3] для извлечения знаний, а также подготовки специалистов с новым набором компетенций. В рамках развития цифровой экономики именно на основе такого подхода должны проводиться наиболее современные научные исследования, а также приниматься эффективные управленческие решения органами государственной власти на различных уровнях (федеральном, ведомственном, региональном, муниципальном, местном и т.д.).

Президент Всемирного экономического форума в Давосе Клаус Шваб в работе [4] анонсировал поэтапный переход к новой парадигме в рамках так называемой Четвертой промышленной революции, основанной на гибридных инновациях. Ключевым фактором станет не обладание какие-либо базовым активом, а разработка и внедрение инновационных платформ. В частности, эксперты называют облачные технологии и

развитие методов сбора и анализа больших данных (наравне с искусственным интеллектом, робототехникой, Интернетом вещей, био- и нанотехнологиями и др.) ключевыми драйверами реализации данной парадигмы. Подобные реалии должны быть учтены для формирования своевременного ответа на большие вызовы, в том числе и в рамках фундаментальных научных исследований.

ФИЦ ИУ РАН как системообразующий центр в области компьютерных наук активно исследует вопросы создания цифровой платформы «Наука и образование» [2]. Платформа (см. рис. 1) должна обеспечить предоставление на единой системотехнической и нормативно правовой основе широкого спектра научных сервисов в интересах деятельности российских и иностранных научных организаций, промышленных и коммерческих структур в области науки и образования. Особое место в функционировании платформы «Наука и образование» занимают сервисы управления, включающие функции планирования, предоставления и учета научных услуг, биллинга и взаиморасчетов между пользователями платформы с использованием распределенных реестров технологии блокчейн.



*Рис. 1. Концепция цифровой платформы «Наука и образование»*

Создание национальной цифровой платформы «Наука и образование» – одно из основных условий сохранения российского суверенного общества, так как попытки управлять отечественной наукой и особенно уникальным оборудованием с помощью зарубежных цифровых платформ и сервисов уже имеют место. Таким образом, данная задача становится одной из ключевых, определяющих деятельность ФИЦ ИУ РАН в ближайшие годы, а ее решение направлено на реализацию положений Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации с целью IT-поддержки успешного развития России и формирования эффективных ответов на существующие и еще только формирующиеся большие вызовы. В ходе поисковых научных исследований должны быть созданы технологии цифровой экономики на основе современных мировых и отечественных достижений в сфере IT, требующие соответствующего уровня квалификации пользователей.

Рассмотрим основные компоненты цифровой платформы «Наука и образование» (см. рис. 1). Концептуально можно выделить два типа: материально-технические и интеллектуальные. К материально-техническим относятся, в первую очередь, центры обработки данных научных организаций, включенных в цифровую платформу и предоставляющих свои услуги научному сообществу и всем заинтересованным потребителям. К интеллектуальным компонентам следует отнести центр компетенций, создаваемый на базе ФИЦ ИУ РАН и являющийся основой для функционирования и развития платформы и ее сервисов. Центр компетенций должен функционировать на основе кооперации научных, производственных, образовательных учреждений, обладающих передовыми знаниями, опытом, идеями, наработками в различных областях науки и техники. Основанием для создания центра компетенций цифровой платформы «Наука и образование» является меморандум о сотрудничестве, подписанный ФИЦ ИУ РАН с корпорацией IBM (ООО «ИБМ Восточная Европа/Азия»). На основе данного меморандума стала возможной передача научному коллективу ФИЦ ИУ РАН компетенций и опыта IBM в области облачных вычислений, необходимых для создания платформы. Центр компетенций открыт для любых организаций, готовых сотрудничать в области создания цифровой платформы, развития ее сервисов, получения и применения знаний.

В результате деятельности центра компетенций, направленной на определение потребностей пользователей в сервисах, производится их создание и развертывание в рамках платформы. На рис. 1 перечислены основные типы сервисов, которые могут быть размещены на платформе и востребованы потребителями – научными коллективами, образовательными учреждениями, промышленностью, государственными органами.

К научным сервисам могут быть отнесены следующие:

- аренда научного оборудования;
- контроль и учет публикационной активности;
- информационная поддержка исследований, включая гранты, конкурсы и т.п.;
- временные виртуальные территориально-распределенные исследовательские коллективы;
- платформа для совместных разработок.

Перечислим основные потенциальные образовательные сервисы платформы:

- площадка для электронного и дистанционного образования;
- программы подготовки кадров, профессиональной ориентации (начиная с начальной школы) и т.п.;
- проведение конкурсов, олимпиад различного уровня;
- цифровые университеты;
- инновационные практикумы.

К аналитическим сервисам следует отнести:

- сервисы по анализу больших данных;
- сервисы статистической обработки данных;
- сервисы бизнес-аналитики.

Библиотечные сервисы предоставляют возможности поиска, доступа и получения информации из широкого спектра электронных библиотек. Вычислительные сервисы включают в себя предоставление в облачной среде ресурсов, необходимых для проведения научных расчетов. Кроссплатформенные сервисы являются своего рода метасервисами, позволяющими предоставить потребителю услугу, не предоставляемую конкретной научной организацией и даже платформой, а представляющую собой набор взаимосвязанных услуг.

С помощью сервиса управления платформа предоставляет возможность создать такую услугу путем компоновки отдельных сервисов в единый бизнес-процесс,

организации синхронизации и передачи данных между отдельными компонентами платформы «Наука и образование» и других цифровых платформ.

Для успешного функционирования платформы необходима также поддержка сопутствующих, так называемых обеспечивающих сервисов: бухгалтерии, кадрового учета, документооборота, учета недвижимости, аренды и т.п. Таким образом, предоставление научных и образовательных услуг должно сопровождаться развитием дополнительных функциональных возможностей, без которых невозможно корректное функционирование сервисов в рамках платформы.

Создание платформы должно начинаться с массового (востребованного) сервиса. В настоящей работе в качестве такового предлагается сервис совместного эффективного использования научного оборудования в целях научных исследований, разработок и поддержки образовательного процесса. Использование такого сервиса позволит объединить несколько сотен центров коллективного пользования научным оборудованием и уникальных научных установок, сотни тысяч ученых, исследователей, преподавателей и учащихся высшей и средней школ и т.п. В следующем разделе приведены основные научно-методические подходы ФИЦ ИУ РАН к созданию системы управления научными сервисами.

## **2. Интеграции научного сервиса в облачную среду**

В данном разделе рассмотрены проблемы унификации и стандартизации подходов к предоставлению разнородных научных сервисов в парадигме модели облачных вычислений.

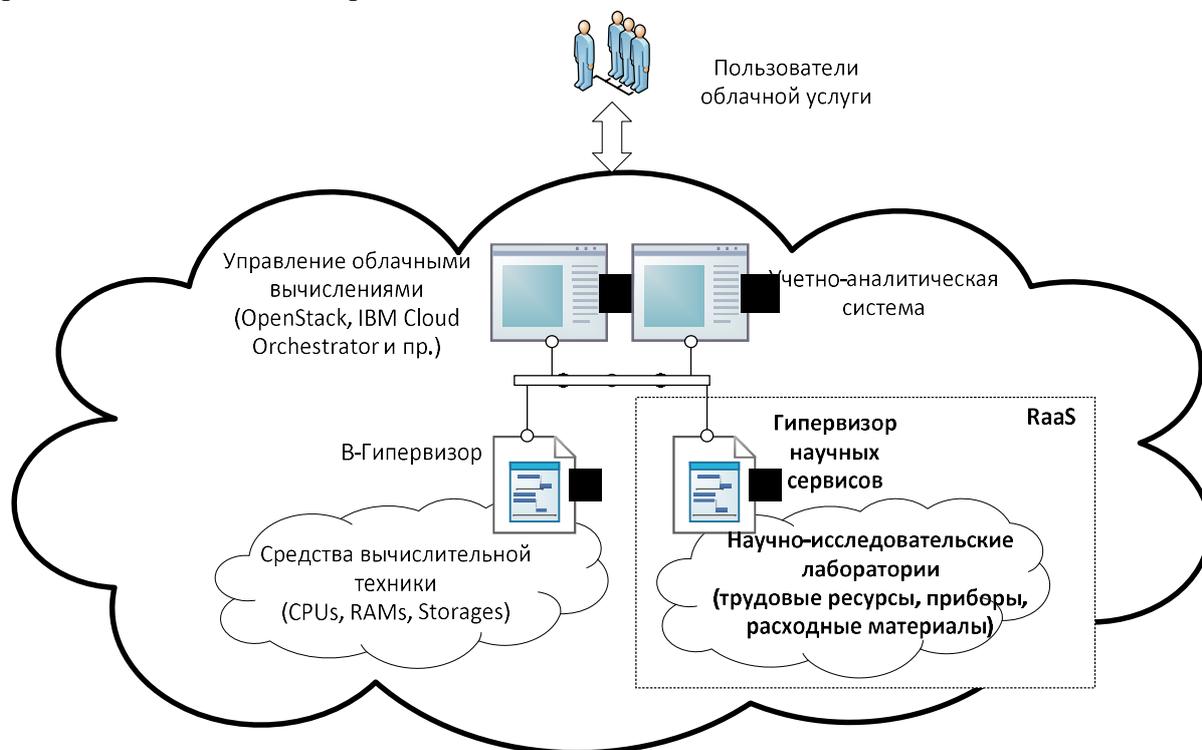
Рассмотрим научный сервис как услугу, предоставляемую научным коллективом в рамках своих области знаний и опыта с использованием, возможно, уникального научного оборудования [5]. Подобный сервис в общем случае не является В-сервисом, поскольку не обязательно предоставляет (использует) ИТ-ресурсы, однако является информационным, так как в конечном итоге результатом любого научного исследования является информация: о постановке задачи, о методах ее решения, о конкретных методиках, о полученных результатах, об их практическом применении, о сравнительной оценке с другими результатами. В совокупности эта информация приводит к появлению новых знаний.

Первой ступенью интеграции научных сервисов в ИТ-инфраструктуру и облачные вычисления можно считать создание каталога – информационного ресурса, обеспечивающего централизованное представление описания сервисов, особенностей их использования, предоставления, а также задействованного оборудования. Каталог позволит обеспечить размещение информации о научном сервисе на облачных ресурсах с предоставлением потенциальным пользователям (научным коллективам и отдельным исследователям) возможности интеллектуального поиска необходимого для выбора сервиса, а также заказа сервиса непосредственно у владельца. Заметим, что, хотя каталог и является удобной информационной услугой, поиск и заказ через него научных сервисов не позволяет интегрировать научный сервис в облачную инфраструктуру.

Следующей ступенью интеграции научного сервиса в облачные вычисления может стать частичное использование в процессе предоставления научного сервиса облачной ИТ-инфраструктуры провайдера облачных услуг. Заметим, что, несмотря на возможную обособленность научного сервиса от внешних информационных систем, практически невозможно найти научный сервис, при предоставлении которого не используются СВТ и программное обеспечение (ПО). Часто СВТ и ПО интегрированы с научными приборами и установками, что создает предпосылки для включения научного сервиса в модель облачных вычислений. Интеграция научного сервиса и облачных вычислений может осуществляться в направлении обработки результатов научных исследований на ресурсах вычислителей, предоставляемых облачным провайдером, хранении больших массивов информации в

«облаках», визуализации результатов научных исследований, распространении и публикации результатов среди научного сообщества. Такая интеграция потребует модификации процессов предоставления научного сервиса, однако, исходя из общей тенденции перехода на использование облачных технологий, может оказаться полезной для коллектива, предоставляющего научный сервис, с точки зрения оптимизации ресурсов.

Третьей ступенью интеграции может стать унификация доступа к научным и облачным сервисам со стороны пользователей, а также унификация алгоритмов предоставления данных сервисов.



*Рис. 2. Интеграция научного сервиса в облачную инфраструктуру*

Рассмотрим вариант системы оказания услуг, имеющей возможность предоставлять как облачные В-сервисы, так и научные сервисы с использованием единых подходов и интерфейсов (см. рис. 2). Для этого в систему инкорпорируется специализированный гипервизор (назовем его «гипервизор научных сервисов»), который является системой планирования рабочего времени, материальных ресурсов, построения расписаний загрузки приборов с сохранением управляющего интерфейса традиционного В-гипервизора.

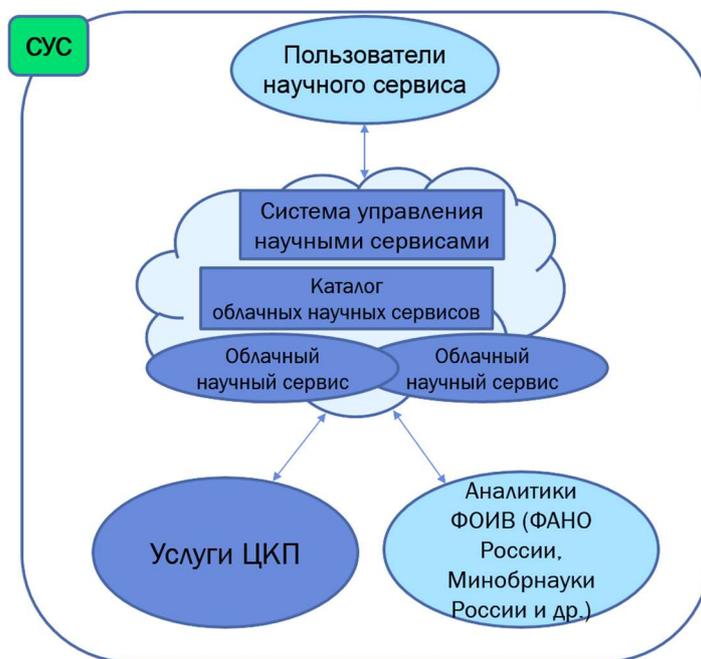
В случае такой глубокой интеграции научного сервиса в облачную инфраструктуру станет возможным использование алгоритмов функционирования гипервизора для выполнения бизнес-процессов предоставления научных сервисов, станет возможной формализация учета используемых ресурсов для оптимизации процессов предоставления научного сервиса на основе опыта управления облачными инфраструктурами. В этом случае можно говорить о научном исследовании, как облачной услуге (RaaS, «научное исследование, как услуга» (Research-as-a-Service) [5]).

Глубокая интеграция научных сервисов в облачные вычисления создает условия для решения ряда научно-практических задач:

- создание единой информационной среды для научных исследований, обработки и распространения их результатов;
- разработка технологии оперативно-технического управления научными сервисами.

В качестве методической основы для решения таких задач могут быть использованы результаты исследований, проведённых в ФИЦ ИУ РАН в области критических технологий информационных и управляющих систем [6].

### 3. Система управления научными сервисами как основа цифровой платформы «Наука и образование»



*Рис. 3. Управление научными сервисами на базе цифровой платформы «Наука и образование»*

В 2016 году в ФИЦ ИУ РАН проведен комплекс работ, включающий научные исследования и макетирование основных организационных и системотехнических решений в ходе выполнения научно-исследовательской работы «Исследование вопросов управления результатами научно-исследовательской деятельности организаций, подведомственных ФАНО России, и научными сервисами сети ЦКП ФАНО», итогом которой стало создание пилотной зоны системы управления научными сервисами (см. Рис 3). Результаты коротко представлены в публикациях [7–9].

Основная задача создания СУС – выбор, развитие и разработка таких научно-организационных и системотехнических решений, которые позволили бы с учетом множества исходных условий, факторов и требований существенно повысить эффективность руководства научной деятельностью со стороны ФАНО России и предоставления научных сервисов организациям ФАНО России.

В России научные сервисы пользователям предоставляются, преимущественно, в рамках центров коллективного пользования научным оборудованием (ЦКП) и уникальных научных установок (УНУ). По состоянию на 2016 год (согласно данным портала «Современная исследовательская инфраструктура Российской Федерации» <http://ckp-rf.ru>), в 195 подведомственных ФАНО России организациях функционируют ЦКП и/или предоставляется доступ к УНУ.

Под ЦКП понимается структурное подразделение (совокупность структурных подразделений), которое создано научной организацией и (или) образовательной организацией, располагает научным и (или) технологическим оборудованием, квалифицированным персоналом и обеспечивает в интересах третьих лиц выполнение работ и оказание услуг для проведения научных исследований, а также осуществления экспериментальных разработок [10]. УНУ – комплекс научного оборудования, не имеющий

аналогов в Российской Федерации, функционирующий как единое целое и созданный научной организацией и (или) образовательной организацией в целях получения научных результатов, достижение которых невозможно при использовании другого оборудования [11].

Все основные сервисы ЦКП и УНУ могут быть классифицированы как исследования, испытания и измерения. ЦКП и УНУ, как правило, созданы на базе дорогостоящего оборудования, поэтому важной задачей является мониторинг степени загрузки данных объектов и повышение эффективности проводимых с их помощью исследований (с научной и финансовой точек зрения). Очевидно, что решение такой задачи как минимум для 195 разнородных организаций, подведомственных ФАНО России, требует разработки прорывных технологий анализа, контроля и обеспечения эффективного функционирования объектов.

ЦКП и УНУ могут быть разделены на три категории. Первая – лидеры в данной области, обладающие широким кругом пользователей, уникальными методиками, современным и дорогостоящим научным оборудованием. Вторая – стабильно развивающиеся (функционирующие) ЦКП и УНУ. Третья – это ЦКП и УНУ, обеспечивающие узкопрофильные исследования в рамках государственного задания базовой организации и обладающие низкой степенью доступности оборудования для организаций-пользователей.

Построение системы управления научными сервисами должно начинаться с апробации решений для ЦКП и УНУ первой категории, которые активно предоставляют свои услуги, при этом по результатам научных исследований публикуются статьи в высокорейтинговых мировых журналах, а также привлекаются внешние инвестиции для поддержки и развития уникального дорогостоящего оборудования.

Согласно положениям Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, должна быть создана информационная система стратегического планирования, одной из важных составных частей которой являются информационные ресурсы государственных научных организаций. План реализации Стратегии научно-технологического развития РФ на долгосрочный период предусматривает в период 2017-2019 гг. формирование открытой национальной поисковой системы по услугам, предоставляемым ЦКП, с переходом к оказанию услуг по единым стандартам.

В этой связи постановка задачи по созданию системы управления научными сервисами ЦКП и УНУ становится весьма актуальной и своевременной. Отметим, что такая задача в полной мере соответствует концептуальным подходам создания крупномасштабной информационно-телекоммуникационной сети ФАНО России. Разработка и внедрение СУС будет способствовать обеспечению автоматизации процесса управления проведением фундаментальных и прикладных научных исследований учеными, исследовательскими коллективами и научно-исследовательскими организациями, подведомственными ФАНО России.

Вместе с тем, успешное решение задач по созданию такой масштабной и технологически емкой информационной системы как СУС может быть выполнено только на основе результатов фундаментальных научных исследований в этой предметной области и формирования обоснованного технического задания на выполнение всего комплекса работ по разработке, вводу в действие, эксплуатации и эффективного применения СУС.

По своему организационно-техническому замыслу СУС относится к классу больших территориально-распределенных систем федерального уровня: СУС полного состава будет охватывать сотни объектов (ЦКП организаций, подведомственных ФАНО России). Естественно, что разработка, развертывание, эксплуатация и последующее развитие такой системы как на основе масштабирования, так и внедрения новых функциональных возможностей потребует сравнительно длительного времени (несколько лет). Более того, указанные процессы по созданию СУС должны быть взаимосогласованы с аналогичными процессами по созданию информационно-коммуникационной системы ФАНО.

Приведенные обстоятельства требуют выработки с системных позиций общего методологического подхода к созданию СУС. При этом в рамках данной задачи термин «создание» трактуется в самом широком смысле и объединяет как процессы обоснования и выбора системных и технических решений по построению СУС на всех этапах жизненного цикла (исследования, разработка, развертывание, испытания, эксплуатация, развитие (масштабирование), модернизация), так и конкретные вопросы, связанные с выбором технологий, программных решений, архитектуры комплексов, решений по защите информации, которые позволили бы реализовать обоснованные системотехнические решения.

Инновационная информационно-коммуникационная инфраструктура должна повысить эффективность работы российских ученых, вывести на качественно новый уровень возможности их взаимодействия друг с другом, а также с зарубежными коллегами в рамках известного мирового опыта. Решение задачи эффективной согласованной работы сотен тысяч пользователей и нескольких сотен ЦКП/УНУ, включая динамическое распределение нагрузок сетевого и сервисного оборудования, расширенный биллинг услуг, их ранжирования, оплаты и т.д. возможно только с помощью самых современных облачных технологий [12].

Важным фактором при разработке СУС является этапность ее создания, который позволяет развивать и совершенствовать информационную систему. Ниже рассмотрим следующие ключевые этапы:

- создание пилотной зоны;
- развитие системы, масштабирование;
- адаптация к особенностям реальной эксплуатации, обучение и поддержка.

На первом этапе разрабатывается решение, которое реализует решение основных задач по управлению научными сервисами для ключевого заказчика на основе ограниченного контингента тестовых организаций, отобранных для участия в пилотной зоне. На данном этапе отрабатываются основные сложности во взаимодействии между заказчиком, оператором СУС и подконтрольными организациями как технического, так и концептуального уровней. Выбираются ключевые системотехнические решения для реализации поставленных задач.

На втором этапе рассматриваются и реализуются подходы по трансформации решения пилотной зоны в реальную информационную систему, в том числе, на основе масштабирования. В случае невозможности или неэффективности прямого масштабирования требуется выработка новых системотехнических решений. На данном этапе также может происходить повышение уровня сложности СУС, добавление поддержки новых задач, включая видоизменение ключевого заказчика.

Третий этап чрезвычайно важен с точки зрения практической эффективности эксплуатации системы, соответствия реальным вызовам, улучшения качества принимаемых управленческих решений. На данном этапе разрабатываемое решение переходит на надсистемный уровень.

На каждом из этапов необходимо ориентироваться на следующие принципы построения информационных систем:

- принцип развития для обеспечения возможности функционального расширения системы, в том числе на основе масштабирования;
- принцип совместимости для обеспечения взаимодействия разрабатываемой информационной системы с существующими;
- принцип переносимости для предотвращения необходимости полной разработки решения при модернизации или замене программно-аппаратных платформ;
- принцип стандартизации и унификации для максимально возможного использования накопленного опыта в формировании проектных решений и внедрении автоматизации проектировочных работ;

- принцип формализации для следования единому методическому подходу к решению проблемы с представлением на основе формализованных методов, включая бизнес-процессы;

- принцип непротиворечивости и полноты для гарантирования наличия и согласованности работы отдельных элементов информационной системы:

- принцип автоматизации информационных потоков и документооборота;

- принцип дружелюбности пользовательского интерфейса и адаптивного учета изменяющихся требований к системе.

При разработке макета системы учитывалась необходимость решения следующих ключевых задач:

- создание инновационной основы для предоставления научных сервисов;

- систематизация научных сервисов и создание условий для их эффективного применения и учета;

- создание сквозных технологий предоставления междисциплинарных консолидированных научных сервисов;

- оптимизация затрат ФАНО России на поддержание и развитие ЦКП (центров коллективного пользования) и УНУ (уникальных научных установок).

Был создан комплекс взаимоувязанных системотехнических решений для создания системы управления научными сервисами ЦКП и УНУ применительно к трем субъектам:

- пользователи системы (физические или юридические лица), зарегистрированные в системе и имеющие потребности в научных услугах;

- администраторы ЦКП/УНУ, обеспечивающие поддержание информационных баз данных, технических средств, а также организацию выполнения заказов пользователей в соответствии с установленным регламентом, включая формирование научных услуг на основе научных сервисов, описанных в каталоге соответствующих ЦКП/УНУ;

- аналитики заинтересованных ведомств (ФАНО России, Минобрнауки России и другие), должностные лица, имеющие доступ к накопленным статистическим данным о деятельности ЦКП/УНУ и возможность их аналитической обработки.

Обоснованные в работе технические решения обеспечивают:

- подключение до 1 000 ЦКП/УНУ;

- обеспечение функционирования до 1 000 сервисов для каждого ЦКП/УНУ;

- обслуживание до 100 000 потенциальных пользователей.

Перечислим основные этапы процесс предоставления научного сервиса:

- заказ научного сервиса пользователем (включая поиск научного сервиса и формирование заявки на оказание соответствующей услуги);

- согласование заявки администратором ЦКП/УНУ (например, с экспертным советом), включая создание технологической карты выполнения заявки на основе утвержденного шаблона и определение плановых затрат на оказание услуги;

- выполнение заявки, учет продолжительности операций (по данным прибора или контроля оператором), обоснование отклонения продолжительности оказания услуги от запланированной величины;

- учет фактически использованных ресурсов технологической карты администратором ЦКП/УНУ, включая автоматический расчет фактических затрат на оказанный научный сервис и передачу данных для финансового учета;

- информирование пользователя об окончании выполнения заявки;

- накопление информации о процессе предоставления научного сервиса для аналитической обработки.

Процессы формирования заказов научных услуг пользователями, организации их выполнения администраторами ЦКП/УНУ, а также накопления и аналитики статистических данных о результатах работы ЦКП/УНУ формализованы,

автоматизированы и реализованы на действующем макете системы, который создан с использованием оборудования и программного обеспечения IBM.

Созданная пилотная зона СУС в силу сложности решаемых задач, в том числе различий в предоставляемых ЦКП и УНУ сервисов и иных сопутствующих факторов, требует проведения дополнительных исследований и разработок для перехода к готовому решению (в том числе и относительно возможности масштабирования), пригодному для эксплуатации всеми организациями, подведомственными ФАНО России для наиболее качественного решения задач создания и внедрения системы управления научными сервисами организаций, подведомственных ФАНО России. В дальнейшем предполагается поэтапное развитие СУС от ведомственной подсистемы информационно-телекоммуникационной сети ФАНО России до межведомственной, далее – федеральной информационной системы с целью обобщения и систематизации научных сервисов для консолидации ресурсов научно-исследовательских организаций Российской Федерации и решения масштабных задач.

Система управления научными сервисами является IT-основой для создания национальной цифровой платформы «Наука и образование», а предлагаемые подходы основаны на наиболее современных IT-практиках, необходимых для поддержки решений в рамках внедрения цифровой экономики. В рамках СУС будут внедряться различные дополнительные сервисы, как научные (см., например, [13]), так и образовательные (см., например, [14,15]).

## Заключение

В статье представлена концепция цифровой платформы «Наука и образование», предложено обоснование ее развития как источника наукоемких сувереннообразующих технологий. Интенсивно развивающиеся процессы систематизации научных услуг в самых различных областях научных исследований, унификации и стандартизации доступа пользователей к научным сервисам обуславливают применение в качестве интеграционной платформы технологий облачных вычислений, в том числе и для управления ресурсами на услуги, которые не являются B-сервисами. Поэтому в качестве основы цифровой платформы рассматривается система управления научными сервисами, для которой разработаны и апробированы основные системотехнические решения с учетом современных облачных технологий и мировых подходов. Эта система может быть использована для решения различного класса задач (исследования, испытания и измерения) в интересах заинтересованных пользователей (ведомств, научных организаций, промышленных предприятий и частных лиц) посредством предоставления новой категории облачных сервисов RaaS – «научное исследование, как услуга» (Research-as-a-Service).

## Литература

1. Послание Президента РФ В.В. Путина Федеральному Собранию, 1 декабря 2016 года (доступно по адресу <http://kremlin.ru/events/president/news/copy/53379>).

2. Зацаринный А.А., Горшенин А.К., Волович К.И., Колин К.К., Кондрашев В.А., Степанов П.В. Управление научными сервисами как основа национальной цифровой платформы «Наука и образование» // Стратегические приоритеты, 2017. № 2(14). С. 103–113.

3. Chen C.L.P., Zhang C.Y. Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data // Information Sciences, 2014. Vol. 275. P. 314–347.

4. Schwab K.M. The Fourth Industrial Revolution // Foreign Affairs, 2015 (доступна по адресу <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>).

5. *Волович К.И., Зацаринный А.А., Кондрашев В.А., Шабанов А.П.* О некоторых подходах к представлению научных исследований как облачного сервиса // Системы и средства информатики, 2017.Т. 27. Вып. 1. С. 73–84.
6. *Зацаринный А.А., Козлов С.В., Шабанов А.П.* Об информационной поддержке деятельности в системах управления критическими технологиями на основе ситуационных центров // Системы управления, связи и безопасности 2015. № 4. С. 98–113.
7. *Зацаринный А.А., Сучков А.П.* Системотехнические подходы к созданию системы поддержки принятия решений на основе ситуационного анализа // Информатика и ее применения. – 2016. Т. 10. Вып. 4. С. 111–119.
8. *Гаврилов В.Е., Зацаринный А.А.* Некоторые системотехнические и нормативно-методические вопросы обеспечения защиты информации в автоматизированных информационных системах на облачных технологиях с использованием методов искусственного интеллекта // Системы и средства информатики. 2016. Т. 26. № 4. С. 38–50.
9. *Грушо А.А., Забежайло М.И., Зацаринный А.А.* Об одном способе сокращения вычислений при формировании замыканий Галуа // Информатика и ее применения, 2016. Т. 10. Вып.4. С. 97–106.
10. Федеральный закон от 23.08.1996 №127-ФЗ (ред. от 23.05.2016) «О науке и государственной научно-технической политике» (доступен по адресу <http://минобрнауки.рф/документы/817/файл/8375/127-фз.pdf>).
11. Федеральный закон от 13.07.2015 №270-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» в части совершенствования финансовых инструментов и механизмов поддержки научной и научно-технической деятельности в Российской Федерации» (доступен по адресу <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201507130063.pdf>).
12. *Mell P., Grance T.* The NIST Definition of Cloud Computing. – Special Publication 800-145, 2011 (доступно по адресу <http://dx.doi.org/10.6028/NIST.SP.800-145>).
13. *Горшенин А.К., Кузьмин В.Ю.* Портал MSM Tools как гетерогенный вычислительный сервис // Системы и средства информатики, 2017. Т. 27. Вып. 1. С. 61–73.
14. *Горшенин А.К., Данилович Е.С., Хромов Д.Р.* Система управления обучением ELIS. Архитектурные решения // Системы и средства информатики, 2017. Т. 27. Вып. 2. С. 60–69.
15. *Горшенин А.К., Данилович Е.С., Хромов Д.Р.* Система управления обучением ELIS. Пользовательский интерфейс и функциональные возможности // Системы и средства информатики, 2017. Т. 27. Вып. 2. С. 70–84.

*Научное издание*

**Проблемы управления  
научными исследованиями и разработками-2017**

ТРУДЫ  
Третьей научно-практической конференции  
(26 октября 2017 г., Москва)

---

В печать от 19.12.2017  
Формат 60×90/8. Усл. печ. л. 40,1  
Тираж 200 экз. Заказ № 111

---

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова**  
Российской академии наук  
117997, Москва, Профсоюзная, 65  
dan@ipu.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
**«Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского»**  
140180, Россия, Московская область, г. Жуковский, ул. Жуковского, д.1  
info@nrczh.ru

**Отпечатано в типографии ФГУП «ГосНИИАС»**  
Москва, ул. Викторенко, д.7  
тел. +7 (499) 157-92-44, print12@gosniias.ru