

О ПЕРСПЕКТИВАХ ИНТЕГРАЦИИ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ В НАЦИОНАЛЬНУЮ ИННОВАЦИОННУЮ СИСТЕМУ (НИС) НА ОСНОВЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Ворожихин Владимир Вальтерович

Кандидат экономических наук,

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, ИПРАН РАН

Аннотация. В статье описывается идея модернизации и повышения эффективности Национальной инновационной системы (НИС), реализуемой в виде мультисети, охватывающей всех исследователей страны, обеспечивающей доступ к глобальному знанию. Для повышения эффективности используется персональный научный электронный паспорт исследователя (НП) – персонализированный ИИ, обучаемый совместно с исследователем и отражающий все результаты его научной деятельности, позволяющий сформировать ячейку гибридного человеческого и искусственного интеллекта. НП работает совместно с интеллектуальным репозиторием (ИР), который, помимо функций репозитория, проводит автоматическую обработку текстов, оценку результатов научной деятельности (текстов), обеспечивает эффективные научные коммуникации и взаимодействия в режиме 24/7. Данные для исследований предоставляются через подключение в НИС киберфизических установок (КФУ). Рассматриваются вопросы подключения и безопасности КФУ, работы их в составе модернизированной НИС.

Ключевые слова: инновационная система, электронный научный паспорт, гибридный человеческий и искусственный интеллект, интеллектуальный репозиторий, киберфизические установки, кибербезопасность, мультисеть.

ON THE PROSPECTS OF INTEGRATION OF CYBER-PHYSICAL SYSTEMS IN THE NATIONAL INNOVATION SYSTEM (NIS) BASED ON HUMAN AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Vorozhikhin Vladimir Valterovich

Candidate of Economics Sciences

Plekhanov Russian University of Economics, ISS RAS

Abstract. The paper describes the idea of modernizing and improving the efficiency of the National Innovation System (NIS) implemented as a multi-network covering all researchers in the country, providing access to global knowledge. To improve efficiency, a personal scientific electronic passport of a researcher (NP) is used – a personalized AI, trained together with the researcher and reflecting all the results of his scientific activity, allowing to form a cell of hybrid human and artificial intelligence. NP works in conjunction with an intelligent repository (IR), which in addition to repository functions, performs automatic processing of texts, evaluation of scientific results (texts), provides effective scientific communication and interaction 24/7. Data for research is provided through the connection in the NIS Cyber-Physics Facility (CPF). The issues of connection and security of CFUs, their work as part of the modernized NIS are considered.

Keywords: innovation system, electronic scientific passport, hybrid human and artificial intelligence, intelligent repository, cyber-physical installations, cyber-security, multi-network.

Искусственный интеллект (ИИ) стремительно входит в нашу жизнь, принципиально меняя профессии, виды экономической деятельности, ценности и критерии оценки взаимодействия: «...значение прорывов в сфере искусственного интеллекта колоссально, соперничество между государствами идёт ожесточённое» (В.В. Путин). Глобальными лидерами развития ИИ, имеющими национальные стратегии развития ИИ и ожесточенно бо-

рющимися за первенство в освоении ИИ, являются КНР и США, 7 из 8 крупнейших корпораций развития ИИ принадлежат им. Развитие ИИ сопровождается стремительным развитием роботов, причем эти процессы становятся взаимно поддерживающимися и формирующими глобальную киберструктуру. По данным Международной федерации робототехники, лидером по числу роботов на 10 тыс. работающих является Республика Корея: в 2020 г. их число было 932 (в мире – 121), в 2021 оно достигло в производстве 1000, в автотроме 2867, в других отраслях – 800 (в мире – 141). 10% работающих – это около 5% населения: роботы пришли в наш мир, но Россию оставили на следующий этап: 6 роботов на 10 тыс. работающих (2020), но годовой рост до 8 (2021) также впечатляет.

ИИ и роботы входят в наше общество: формируются «Общество 5.0» и Киберинфраструктура, которая позволяет автоматизированным системам стремительно анализировать данные и извлекать знания, создавать прогностические модели и использовать эти модели для управления сбором дополнительных данных, закрывая и автоматизируя цикл в типичном исследовательском рабочем процессе. Преимущества в скорости создания новых знаний составляют основу достижения конкурентоспособности в развитии на основе инноваций.

Новая стремительная реальность требует для сохранения управляемости нашего мира автоматизации исследований. Автоматизированный исследовательский рабочий процесс (*Automated Research Workflows – ARW*) [1] объединяет вычисления, лабораторную автоматизацию и инструменты искусственного интеллекта при выполнении задач, составляющих процесс исследования, таких как разработка экспериментов, наблюдение и моделирование, сбор и анализ данных и изучение результатов для информирования дальнейших экспериментов, наблюдений и моделирования. ARW, реализуемые в современной киберинфраструктуре, уже показали значительное увеличение скорости и эффективности исследований:

- в материаловедении время, необходимое для синтеза и тестирования материалов, сократилось с 9 месяцев до 5 дней;

- достижение заданной чувствительности при обработке половины данных в физике элементарных частиц;

- при поиске лекарств идентифицированы 57% активных соединений при выполнении 2,5% возможных экспериментов, по сравнению с 20%, идентифицированными с помощью традиционного подхода построения модели для каждой цели.

Платой за возможности становится кибербезопасность. В 2017 году корпоративная сеть казино была взломана с помощью аквариумного насоса Интернета вещей (IoT), который был плохо настроен и плохо расположен в сети. В другом случае у доступного через Интернет регулирующего клапана HVAC не было аутентификации (проверки подлинности) для устройства и шифрования в сообщении, о чем сообщила Национальная академия наук США (NASEM, R26357, 2022, 10 p.). Повторяющиеся проблемы – отсутствие обновлений безопасности и актуализации, а также совместное использование сети с незащищенными элементами. Четыре условия способствуют расширению киберуязвимостей и увеличению частоты кибератак:

- 1) инженеры-проектировщики не занимаются проверкой кибербезопасности устройств, которые они устанавливают, и не проектируют архитектуру сети;

- 2) отделы информационных технологий (ИТ) не отвечают за системы управления зданиями из-за большой нагрузки по управлению сетями, в которых хранятся файлы, доступом в Интернет и серверами электронной почты;

- 3) производители не считают кибербезопасность проблемой и не обладают соответствующим опытом;

- 4) высокая стоимость проекта является сдерживающим фактором для установки двух различных сетей в здании, что необходимо для снижения риска.

Рекомендации NASEM по смягчению последствий нарушения кибербезопасности (The Gates Are Open: Control System Cyber-Physical Security for Facilities: Proceedings of a Federal Facilities Council Workshop in Brief, R 26357 2021) состоят в следующем:

1. Всегда уделять внимание как кибер-, так и физической безопасности.
2. Знать, что находится в сети, устанавливать исправления для устранения уязвимостей и стараться не выкладывать ничего в Интернет.
3. Создавать автономный комплект восстановления, чтобы, даже если хакер зашифрует компьютер, на котором хранятся системы управления зданием, он не смог повредить автономную резервную копию.
4. Создавать автономную «песочницу», чтобы убедиться, что исправления безопасности не приведут к блокированию системы.
5. Следовать руководству Национального института стандартов и технологий (NIST) по безопасности промышленных систем управления (ICS);
6. Сотрудничать с IT-отделом для уточнения архитектуры сети (например, шифровальные устройства не заменяют брандмауэры); и
7. Прислушиваться к действенным советам экспертов по кибербезопасности зданий.

По мере развития и распространения КФУ требуются специалисты, способные проектировать, разрабатывать и совершенствовать их, но пока ни глубокого понимания того, как отдельные части системы взаимодействуют друг с другом и внутри системы в целом, ни специалистов, способных проводить системный анализ с использованием формальных методов и проверки на основе моделей, не хватает. Более того, при обработке Больших данных ИИ всегда найдет какую-нибудь зависимость, но чтобы сделать его работу объяснимой и той, которую от него ожидают, необходимостью становится формирование единой команды человеческого и искусственного интеллекта – ЧИИ, обучаемого совместно.

Поэтому необходимо системное образование, интегрирующее в целостную систему основные, междисциплинарные и предметно-ориентированные знания – базовые фундаментальные знания, науку о данных, поведенческие науки, медицину, системное мышление и инженерию, концептуальный анализ, анализ вычислительных систем, взаимодействующих с физическими процессами, и цифровые навыки. Образование становится персонифицированным и предметно ориентированным, непрерывным в течение жизни (LLL), дистанционным, оснащенным цифровыми моделями и тьюторами, превращаясь в систему непрерывно усложняющихся стартапов. Спрос на программистов сменит спрос на системных специалистов – необходимы таланты в сфере КФУ, необходимо выявить, привлечь и обучить все таланты в сфере КФУ в России с новым наполнением курсов образования, ориентированным на киберсистемы по версии NASEM, R 21762, 2021 *Interim Report on 21st Century Cyber-Physical Systems Education*, 51 p. (таблица 1).

Таблица 1. Сравнение традиционных и ориентированных на КФУ курсов

Традиционный фокус подготовки	Киберфизические системы
Аппаратное взаимодействие	Моделирование
Прерывания	Временные параметры
Системы памяти	Динамика
Программирование на языке Си	Императивная логика
Язык ассемблера	Параллелизм
Проектирование ПЛИС (программируемых матриц)	Сетевое взаимодействие
Проектирование операционных систем реального времени	Верификация

В рамках курсовых работ используются разнообразные курсы подготовки (табл. 2), а программы всех уровней образования сбалансированы (табл. 3):

Таблица 2. Типовой набор курсов для курсового проекта

Курсы компьютерных и информационных наук	Курсы по электротехнике
• Программирование	• Электроника (цепи RLC*)
• Дискретная математика	• Цифровой дизайн
• Структуры данных/алгоритмы	• Встроенные системы
• Компьютерная организация	• Сети
• Компьютерная архитектура	
• Операционные системы	Курсы для добавления в программу киберфизических систем
Новые курсы компьютерной инженерии	• Линейная алгебра
• Критически важные встроенные системы	• Контроль
• Схемотехника для цифровой инженерии	• Дизайн
• Цифровой звук	• Мехатроника или робототехника

* – RLC, сопротивление (R), индуктивность (L) и емкость (C)

Таблица 3. Согласование программ начальной, средней и высшей школы

Учебная программа начальной школы	Учебный план высшей школы
– Вычислительная техника (математика)	– Алгебра 1 с вычислениями (математика)
– Изучение математики с помощью робототехники и вычислительной техники	– Алгебра 1 с вычислениями и робототехникой (математика)
	– Интегрированная математика 1 с вычислениями (математика)
Учебный план средней школы	– Интегрированная математика 1 с вычислениями и робототехникой (математика)
– Математика 7 с вычислениями	– Введение в компьютерное программирование с C (факультатив)
– Математика 8 с вычислениями	– Вычислительная техника с робототехникой (факультатив)
– Компьютерное программирование с Ch (интерпретатор C/C++)	– Введение в компьютерное программирование для инженерных приложений (инженерный курс Калифорнийского университета в Дэвисе)
– Робототехника и видеопроизводство	– Принципы компьютерных наук (факультатив)
	– Принципы и проектирование киберфизических систем (факультатив)

В сложившихся в 2020 г. условиях России с 2% мирового валового продукта (МВП), чтобы не стать экономической мишенью объединенного Запада (50% МВП), необходимо экономическое чудо, источником которого может стать возрождение науки на основе ЧИИ.

Ситуация достаточно сложная: Россия уступает Западу по числу исследователей в 10 раз – 0,34 против 3,5 млн чел., опирается на устаревшие стратегические документы, прежде всего на неработающую Стратегию экономической безопасности, в то время как Запад, лидируя в исследованиях и технологиях, контролирует образование глобальных цепочек поставок и стоимости. Нет стратегий, учитывающих интегрированный ЧИИ и необходимость управления конвергенцией, систему ценностных координат пришлось восстанавливать Указом Президента. Стремительному развитию бизнес-экосистем, использующих лучших специалистов и лучшие технологии для учета нужд поставщиков и потребителей, готовых по прогнозам контролировать огромные финансовые потоки – \$60

трлн (2025), \$70 трлн (2030), противостоит пока упрощенное управление на основе бюджетного кодекса, невыполняемых программ и нацпроектов, ручного управления. Централизованное иерархическое управление «средой» вместо сетевых методов управления приводит к подавлению элитами интересов части населения, бизнеса и исследователей, к торможению экономического развития. Вытеснению из-за вооруженной борьбы с Украиной экономики России в ОПК на основе расчетов глобальных моделей противостоит устаревшая экономическая наука, опирающаяся на административный дискурс и утвержденные модели, неприменимая к экономике сложных систем. Росту неопределенностей и проблем из-за интерференции санкций с системой Больших вызовов (климат, продовольствие, бедность, низкий уровень грамотности и др.) противопоставлены Условные оценки проектов и технологий, не встроенных в глобальные экономические цепочки. Экономисты разговорного жанра, матрицы и схемы при отсутствии научных прогнозов, 37 место из 50 (23 из 78) в глобальном рейтинге национальных Высших школ – это шаги к утрате благополучного будущего страны. Формированию единого органа управления интегрированной устойчивостью и многолетней работе по устранению фрагментации (silos) в науке, управлении и экономике противостоит право на «истину по должности», отчеты вместо решения задач и небольшой корпус специалистов 30–50 тыс., способных разрабатывать глобально конкурентоспособные инновационные решения. О неготовности ОДКБ к гибридным атакам заявил ее генеральный секретарь Станислав Зась.

Правительство нашло решение укрепления запаздывающей системы управления в виде Координационного совета, рассматривающего проблемы, угрозы и вызовы; вырабатывающего предложения по проведению мероприятий, организующего взаимодействие органов власти и организаций. Но в силу сложности ситуации нужны дополнения в виде сетевых механизмов, разработка которых требует использования всех факторов повышения эффективности российской науки, в том числе таких как:

- повышение качества исследований и научной информации;
- увеличение числа исследователей: поиск талантов – мониторинг освоения знаний;
- улучшение качества научных коммуникаций и оценка научной информации;
- расширение доступности и потоков перерабатываемой научной информации;
- устранения предвзятости (смещенности) оценки: адекватность оценки;
- совершенствование подготовки исследователей, спектра и глубины знаний;
- освоение современных исследовательских инструментов, их развитие и совершенствование: интеграция человеческого и искусственного интеллекта;
- формирование экосистемы знаний и сбалансированной коэволюции ее подсистем с учетом влияния на Н-Т и С-Э развитие и безопасность;
- управление конвергенцией знаний (технологий) на основе прогнозов.

Ядром необходимой трансформации науки и национальной экосистемы знаний становится система оценки результатов научной деятельности, отражающая рейтинги исследователей в локальных областях непрерывно расширяющегося пространства знаний. Организационное решение представлено на рис. 1.

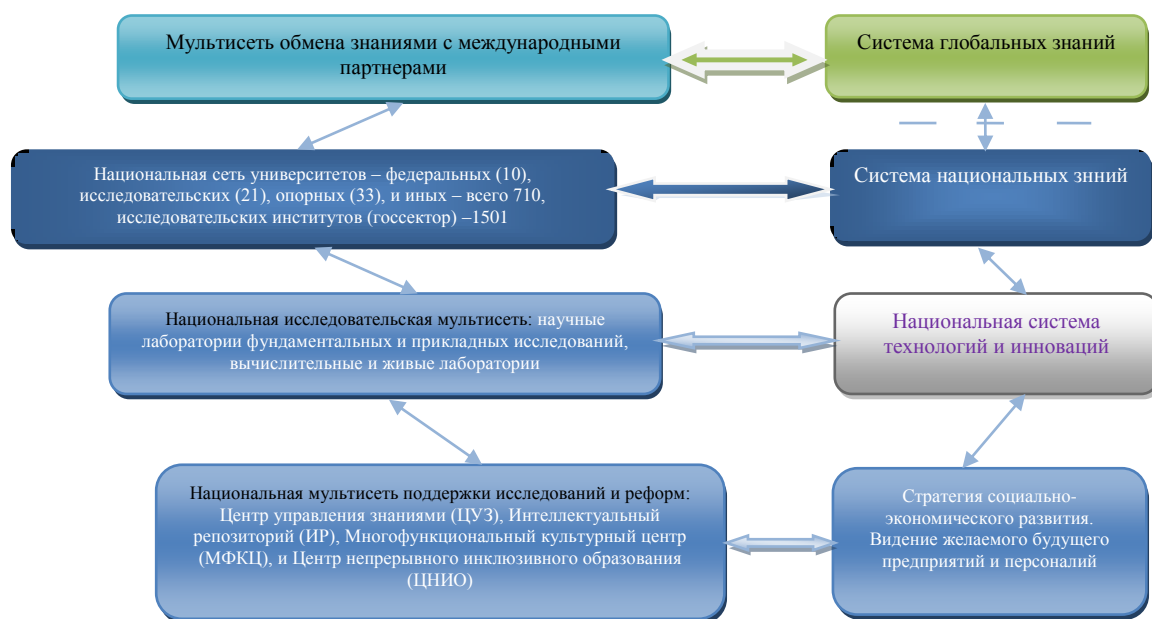


Рисунок 1. Мультисеть для создания национальной экосистемы знаний

Формирование интегральной мультисети на основе национальной сети университетов и исследовательских институтов, которая достраивается мультисетью обмена знаниями с международными партнерами, исследовательской мультисетью и мультисетью поддержки исследований и реформ, позволяет интегрировать все научные ресурсы страны, промежуточных и конечных потребителей знаний, превращая в экосистему всю страну и национальную систему знаний – все их элементы эволюционируют совместно и меняют режимы взаимодействия многочисленных агентов и киберфизических систем.

Для создания современного комплексного инструмента оценки исследований, повышения их качества и эффективности использования вполне достаточно имеющихся отечественных технологий, которые увязываются в два совместно используемых инструмента, которые по мере развития встраиваются в мультисеть как ее элементы – интеллектуальный репозиторий (ИР) и электронный научный паспорт исследователя (НП).

ИР, как и традиционный репозиторий, размещает, сохраняет, учитывает, ищет и предоставляет данные и информацию. Дополнительно ИР формирует возможность анализа и оценки научных текстов, проводит непрерывную обработку сохраненных наборов данных и информации, выделяя, выявляя и формируя информацию стратегического характера – знания. Непрерывное развитие процессов самоорганизации, самодиагностики и самосовершенствования ИР позволяет интенсифицировать научные коммуникации и повышать уровень аналитической готовности к изменениям, содействовать созданию и выявлению новых знаний и интегрировать их, диагностировать освоение знаний научным сообществом и повышать эффективность их использования.

ИР выстраивает эффективные научные коммуникации в режиме 24/7, использует интеграцию интеллекта научного сообщества через ИР – специализированный ИИ научного сообщества – через электронный научный паспорт (НП) – персонализированную ячейку гибридного – человеческого и искусственного интеллекта (ЧИИ)

Схема информационных потоков между НП и ИР, а также ИР и системы искусственного интеллекта страны представлена на рисунке 2.

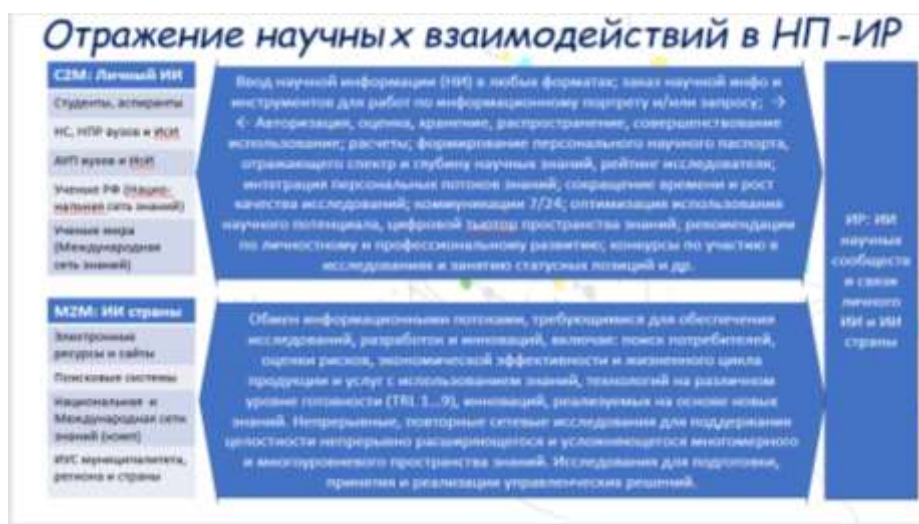


Рисунок 2. Отражение научных взаимодействий в системе НП-ИР

Пользователи – исследователи России и мира, через интерфейс «пользователь-машина» (С2М), в качестве которого выступает НП, представляющий собой персонализированный искусственный интеллект, осуществляют взаимодействие с ИР, который представляет собой ИИ научного сообщества и интерфейс связи пользователей с системой ИИ страны. Научная информация (НИ) вводится в любых форматах. Получение информации от ИР возможно, как по запросу, так и в режиме автоматической рассылки по информационному следу – информационному портрету – пользователя. НП обеспечивает авторизацию информационных потоков, ИР обеспечивает хранение, распространение, использование информации, поддерживает формирование (актуализацию) персонального научного паспорта, отражающего профиль (спектр и глубину) научных знаний персоналий, рейтинг исследователя.

В целом система НП-ИР обеспечивает научные коммуникации всего сообщества, учтенного в системе в режиме 24/7, интеграцию потоков знаний любых групп пользователей, повышает эффективность научной деятельности сообщества, сокращая время проведения исследований и обеспечивая рост их качества, позволяет оптимизировать использование научного потенциала и обеспечить его непрерывный рост.

К услугам, предоставляемым конкретным пользователям системы ИР-НП, относятся: результаты автоматического и peer-to-peer анализа текстов и предложения по их доработке, навигатор для развивающегося пространства знаний, программы личностного и профессионального развития, соответствующие интересам пользователей, и др.

Межмашинная связь (M2M) через ИР обеспечивает доступ для персоналий к электронным ресурсам и сайтам, поисковым системам и электронным библиотекам, компьютерным национальным и международным сетям знаний, информационно-управляющим системам региона и страны. Реализуется обмен потоками знаний, исследований, разработок и инноваций, формируются научные коммуникации для совместных исследований. Поддержание целостности развивающегося пространства знаний обеспечивается за счет нескольких типов исследований больших данных в сложных системах, к которым относятся непрерывные, повторные, сетевые, трансформационные, трансляционные исследования, а также исследования будущего с учетом эффекта Эдипа – влияния на образ будущего значимой социальной информации.

Оценка предложений по реализации проекта и вероятности достижения поставленных целей исследований проводится с учетом рейтингов исследователей и динамики этих рейтингов по локальным областям знаний. Уточнение распределения исследований реализуется с учетом опыта DARPA на основе принципов мягкой конкуренции, сохраняющей

конкурентное пространство, и подстройки фокусов всех исследований в соответствии с текущими задачами страны. Автоматическая оценка параметров текста уточняется при подготовке рецензий и утверждении отчетов исследований на основе «квалифицированного краудсорсинга» с учетом рейтингов в локальных областях знаний. Развитие квалифицированной краудсорсинговой платформы позволяет актуализировать применяемые онтологии, отрабатывать варианты использования исследований и оценки уровня значимости результатов научной деятельности. Система оценки может быть использована для поиска талантов и людей с уникальными способностями.

Каждый из этих инструментов развивается и совершенствуется по мере появления новых более сильных поколений ИИ для коллективного (совместного) и персонального использования, позволяя сформировать персональный рейтинг исследователя в детализированных областях знаний. Комплексный инструмент позволяет сформировать оценку непрерывного расширяющегося и усложняющегося пространства супердисциплинарных знаний с учетом мировоззренческих оснований, онтологических, аксиологических, гносеологических и методологических научных основ, опираясь на знания высококвалифицированных научных сообществ, детализированные и глубокие в конкретных научных областях, опираясь на персональные рейтинги исследователей и формируя оценки «квалифицированного краудсорсинга».

С освоением ИИ и 3-м электронных технологий потенциал роста скорости развития мира стремительно увеличится. Характер развития национальных систем принципиально изменится – от кондратьевских волн и технологических укладов С.Ю. Глазьева произойдет стремительный переход к самосогласованной системе развития с характером, подобным закону Мура, который остается действующим, несмотря на значительное число предсказаний о его останове и подходе к фундаментальным пределам (ограничениям). Цель, которая уже поставлена в отчете [1], состоит в том, чтобы «использовать методы ИИ (AI) и машинного обучения (ML) в итеративном цикле, используя эксперименты или данные наблюдений для тестирования и изучения модели, а затем использовать для создания дизайна для следующего сбора данных». Этот замкнутый цикл повторяется, и в примерах, которые мы представляем в отчете, ускоряет обнаружение на порядки.

Реализация потенциала ARWs представляет собой сложное сочетание технологий, финансирования, политики, регулирования, этики, образования, структур вознаграждения и общей социологии различных исследовательских практических сообществ. ARWs предлагают преимущества, которые выходят за рамки ускорения «стратегической разведки», включая улучшенное фиксирование происхождения, целостности, воспроизводимости и распространения. Но достижение преимуществ в науке и экономике от применения ARWs зависит от прогресса в решении тех же фундаментальных проблем, которые сохраняются в большинстве других исследований следующего большого шага в области вычислений с расширенной киберинфраструктурой. К ним относятся долгосрочная устойчивость киберинфраструктуры (вычисления, сети, а теперь, что особенно важно, данные и программы); снижение барьеров и усиление стимулов для супердисциплинарного (меж-, кросс-, транс-, мульти-) сотрудничества; решение проблем безопасности.

С другой стороны, при миллионах (миллиардах) элементов систем крайне важное значение приобретают безопасность, надежность, отсутствие предвзятости (смещенности) оценок. Важно выявить таланты и способности и подобрать им соответствующее место позиционирования в НИС. Еще более важное значение приобретает подготовка выдающихся специалистов, способных мыслить системно в масштабах страны, определяя перспективные направления конвергенции сфер знаний, технологий, в том числе технологий социальных, участвующих в формировании бизнес-процессов глобальных цепочек поставок и добавленной стоимости. В рамках включенности социальной компоненты происходит национальное преломление ценности результатов деятельности – знаний, продуктов, услуг – формируются глобальные цепочки ценности, определяющие востребованность

результатов на разных территориях, в разных сообществах и странах, которые будут меняться во времени в соответствии со скоростью развития знаний, экономик и Человека.

Современный мир развивается как сложная система, которую невозможно декомпозировать, не представляя, какие свойства теряет модель при упрощенном представлении о взаимодействиях, при агрегировании, интерпретации. Единственным подходом становится увязка (балансирование, согласование) результатов расчетов мультимодельного многоуровневого комплекса, нормируемая к текущей практике. Невозможно все применять фрагментированные аксиоматики для математических оценок постулируемых моделей науки, экономики и общества. Выход за пределы финансово-экономического регулирования, узких критериев и показателей эффективности состоялся во всех странах мира. Регулирование становится многоуровневым и опирается как на традиционные, так и на социо-электронные механизмы общественной координации.

Вместо заключения

Попытка кратко изложить описание сложной многомерной супердисциплинарной системы, скорее всего, вызовет многочисленные вопросы: в эпоху информационного потока у каждого исследователя складывается своя база знаний, через которую и воспринимается стремительно развивающееся пространство знаний. Соответственно, оценки незначительного становятся осторожными и часто возникают предложения технической проработки, формирования методик оценок тех или иных вопросов, предложения о технико-технологической или поведенческой проработке каких-то из частей системы.

Все это может быть реализовано, причем на основе существующих отечественных технологий. Но это работа для другого этапа – попытка внесения ее на этап постановки задач означает длительную задержку проекта, реализация которого позволяет перейти к новому режиму функционирования национальной инновационной системы.

Благодаря изменению режимов взаимодействия между элементами НИС Южная Корея превратилась из нищей страны с периферии глобальной экономики в богатую страну, интегрированную в ядро мирового экономического развития. Нищая страна с маленьким внутренним рынком, начинавшая старт в мировую экономику с пришивания карманов на халаты, превратилась в мирового лидера электроники и роботизации производства сложной продукции. Южнокорейское правительство взяло на себя инициативу создать систему государственных научно-исследовательских институтов в 1966, опережающую текущие и ориентированную на будущие потребности национальных компаний. Южнокорейское государство, используя опыт пятилеток планового развития, сумело дисциплинировать и труд, и капитал, регулярно устраняя отраслевые и территориальные дисфункции и дисбалансы, в отличие от партийного управления в СССР. Шаги, предпринятые Кореей, привели к двум последовательным изменениям режимов взаимодействия элементов НИС в период с 1974 по 2006 г.

Предложенное решение с созданием мультисети, ИР-НП и персональных рейтингов исследователей по локальным областям знаний, с использованием ЧИИ и управлением конвергенцией позволяет не повторять шаги, а перейти к формированию более эффективного режима взаимодействия всех элементов НИС с уровнем детализации на уровне исследователей. Предварительные оценки позволяют говорить о его высокой эффективности. Если в результате совершенствования взаимодействия 10-ти элементов эффективность каждого из них повысится на 10%, то потенциал роста в 2,5 раза достаточно велик. Значительное число взаимосвязанных элементов 85 видов экономической деятельности правильно выстроенной экономической экосистемы, в которой все элементы эволюционируют совместно и оптимально, позволит говорить о старте национального варианта «технологической сингулярности», при которой скорость научно-технологического развития относительно современной кажется бесконечной. Сроки перехода, ранее называемые футурологами: 2040...2055 (2022...2070) гг. При поддержке государством искусственного интеллекта ожидается «взрыв искусственного интеллекта». Его осознанное построение на основе ЧИИ в масштабах страны позволит создать то самое уникальное национальное

экономическое чудо, необходимость в котором столь высока в условиях экономической войны, объявленной нам объединенным Западом.

Список источников и литературы

1. Automated Research Workflows For Accelerated Discovery: Closing the Knowledge Discovery Loop (2022), NASEM, R26532, 242 p.
2. Ворожихин, В. В. Мультисети: организационное решение увеличения числа исследователей и повышения конкурентоспособности российской науки / В. В. Ворожихин. – Текст : непосредственный // В сборнике: Наука в инновационном процессе. Материалы международной научно-практической конференции. – Москва, 2021. – С. 146–152.
3. Ворожихин, В. В., Карнаух И. С. Электронный научный паспорт исследователя для интеллектуального репозитория / В. В. Ворожихин, И. С. Карнаух. – Текст : непосредственный // Производство. Наука. Образование: сценарии будущего (ПНО-2021). Сборник статей VIII Международного конгресса. – Санкт-Петербург, 2022. – С. 156–163.
4. Ворожихин, В. В. Интеллектуальный репозиторий научно-информационного библиотечного центра / В. В. Ворожихин, И. С. Карнаух. – Текст : непосредственный // Библиотека и культурное пространство региона. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Отв. редактор Е.М. Вафина. – Пермь, 2021. – С. 199–205.
5. Отчет о НИР «Перспективы развития высшего образования и университетов России на период до 2040 г». – Москва : ФГБОУ РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2020. – 304 с.