

Политконсультант / Political Science and Technology <https://politicjournal.ru>

2026, Том 6, № 1 / 2026, Vol. 6, Iss. 1 <https://politicjournal.ru/issue-1-2026.html>

URL статьи: <https://politicjournal.ru/PDF/04PK126.pdf>

5.5.2. Политические институты, процессы, технологии

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Тарасенко, В. В. Проектируя науку будущего: кластерно-микросервисная архитектура познания как предмет государственной политики развития научных платформ и цифровых экосистем / В. В. Тарасенко // Политконсультант. — 2026. — Т. 6. — № 1. — URL: <https://politicjournal.ru/PDF/04PK126.pdf>.

**For citation:**

Tarasenko V.V. Designing the science of the future: cluster-microservice architecture of cognition as a subject of state policy for the development of scientific platforms and digital ecosystems. *Political Science and Technology*. 2026;6(1): 04PK126. Available at: <https://politicjournal.ru/PDF/04PK126.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

**Тарасенко Владислав Валерьевич**

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)», Москва, Россия

Кандидат философских наук, доцент

E-mail: v5093075@gmail.com

**Проектируя науку будущего:  
кластерно-микросервисная архитектура познания как  
предмет государственной политики развития научных  
платформ и цифровых экосистем**

**Аннотация.** Предлагается концептуальный подход к научно-технической политике государства, основанный на анализе кластерно-микросервисной архитектуры (КМА) современной науки. В условиях цифровой трансформации наука превращается в глобальную распределённую экосистему из специализированных когнитивных модулей — «микросервисов» (алгоритмов, баз данных, протоколов, лабораторных комплексов), объединённых в проблемно-ориентированные и территориальные кластеры на цифровых платформах. Раскрываются ключевые свойства микросервисов (инкапсуляция, абстракция, автономия, интероперабельность, полиморфизм, композируемость) и триада процессов их взаимодействия в кластерах (дискретизация, рекурсия, рефлексия). Анализируется политическое измерение КМА: конфликты когнитивных и территориальных кластеров, «платформенный феодализм», неравенство в распределении «эпистемической ренты». Статья адресована политологам, государственным служащим, экспертам в области научно-технической политики.

**Ключевые слова:** научная политика; кластерно-микросервисная архитектура; постнеклассическая наука; цифровая трансформация; политическое консультирование; инфраструктурная политика; микросервисы; научные кластеры; цифровые платформы; дискретизация; рекурсия; рефлексия; интероперабельность; технологический суверенитет; платформенный феодализм; эпистемическая рента; зоны смерти; архитектурные антипаттерны

**Проблема формирования научной политики — поиск оптики и моделей анализа**

Современная научно-техническая политика переживает методологический кризис. Инструменты индустриальной эпохи — отраслевое планирование, финансирование «большой науки», публикационные метрики — неадекватны перед лицом цифровой трансформации.

Традиционная оптика исходит из базовых допущений, описывающих науку как совокупность дисциплин со стабильными границами. В этих допущениях единица анализа — отдельный исследователь, коллектив или институт, а управление наукой осуществляется государством совместно с научными сообществами по модели вертикальной интеграции различных организационных структур через стимулирование исследований и отдельных исследователей.

Однако реальность постнеклассической науки иная. Как показано В.С. Стёпиным, современная наука работает со сложными человекообразными системами [1], В.А. Лекторский подчёркивает конструктивный характер субъекта познания [2], Б. Латур демонстрирует, что знание производится в гетерогенных акторных сетях [3], Р. Коллинз анализирует интеллектуальные сети как результат конкурентной борьбы за внимание [4], а М. Кастельс описывает «пространство потоков», где доминирует сетевое предприятие [5].

Возникает необходимость в новом представлении — таком, которое предлагает концепция кластерно-микросервисной архитектуры (КМА) постнеклассической науки.

В оптике КМА вызовы и возможности цифровой трансформации развивают науку в глобальную распределённую экосистему из микросервисов (микроуровень) и кластеров на платформах (мезо-макроуровни), каждый из которых обладает собственной динамикой и политической повесткой.

Государство в этой картине остаётся ключевым политическим актором развития науки в стране, но его задача смещается от стимулирования исследований, коллективов и исследователей к проектированию цифровых инфраструктур и архитектурных условий для формирования эпистемического лидерства науки страны в глобальной геополитической конкуренции.

Проектирование осуществляется посредством реализации политической повестки создания и стимулирования научных микросервисов, кластеров и платформ.

### Микросервисы науки

Микросервис — элементарная специализированная единица производства, обработки или валидации знания: алгоритм, база данных, база знаний, приборный комплекс, стандартизированный протокол эксперимента.

В КМА микросервис выступает базовой операциональной единицей. Он обладает ключевыми свойствами (инкапсуляция, абстракция, полиморфизм и другие), каждое из которых имеет политическое измерение и политическую повестку.

1. Инкапсуляция — внутренняя сложность микросервиса, которая скрыта за чётко определённым интерфейсом. Исследователь (например, астроном) использует микросервис (например, спектрометр) как инструмент, не становясь экспертом в его устройстве и инкапсулированной в нём функциональной реализации.

*Пример:* AlphaFold [6] функционирует как инкапсулированный микросервис: на входе аминокислотная последовательность в формате FASTA, на выходе — трёхмерная структура в PDB.

*Политическая повестка:* государство может поддерживать «чёрные ящики» через сертификацию интерфейсов, не вмешиваясь в их внутреннюю организацию.

2. Абстракция — описание микросервисов и их результатов конечным множеством сущностей и атрибутов. Исследователь — пользователь микросервиса, оперирует формализованной (абстрактной) моделью реальности.

*Пример:* токенизация ВРЕ [7] преобразует текст в фиксированный набор субсловных токенов.

*Политическая повестка:* национальные стандарты данных задают «словари» абстракций для взаимодействия микросервисов.

3. Автономия и наследование — независимое развитие и порождение новых сервисов исследований на основе существующих сервисов с наследованием их абстракций (сущностей, атрибутов и методов).

*Пример автономии:* библиотека PyTorch [8] обновляется без остановки исследовательских пайплайнов. *Пример наследования:* сервис «Дизайн гидовых РНК для Cas9» породил специализированные версии для Cas12a, минимизации off-target эффектов и метагеномных данных [9].

*Политическая повестка:* государственное финансирование должно поощрять эволюционное развитие успешных сервисов, а не только радикальные прорывы.

4. Интероперабельность и полиморфизм — способность микросервисов быть вызванным через общий протокол. Полиморфизм проявляется в том, что разные микросервисы обрабатывают один и тот же входной объект (набор данных, информацию, материальный образец, артефакт) по-своему.

*Пример:* в палеоантропологии образец костной ткани [10] поступает в сервисы радиоуглеродного датирования, палеогеномики и морфометрии, каждый возвращает специфический результат.

*Политическая повестка:* критический приоритет — не допустить монополизации интерфейсов, поддерживать открытые стандарты.

5. Композируемость — сборка в сложные рабочие процессы (пайплайны), где выход одного сервиса становится входом для другого. *Пример:* в квантовых вычислениях пайплайн моделирования электронной структуры, симуляции фононного спектра, машинного обучения и валидации через Materials Project [11–19] объединяет сервисы разных групп и стран.

*Политическая повестка:* инвестиции в инфраструктуру оцениваются по способности встраиваться в пайплайны, а не по автономным характеристикам.

### **Научные кластеры как кооперация и конкуренция микросервисов**

Научный кластер — проблемно-ориентированное скопление микросервисов вокруг общей задачи. Это не спроектированная сверху и не установленная административная единица, а самоорганизующаяся сеть, обменивающихся результатами работ своих микросервисов.

Ключевые характеристики: проблемная ориентация (не дисциплинарная граница, а междисциплинарная организация), гетерогенность (от фундаментальных групп до патентных агентств), самоорганизация (возникает в точках бифуркации и неустойчивости познания), динамическая устойчивость (плотность связей, рекурсия, рефлексия).

*Примеры:* кластер CRISPR-технологий [9], кластер квантовых вычислений [20; 21], палеоантропологический кластер [22; 23].

Для политического анализа важно различать когнитивные и территориальные кластеры. Когнитивный кластер самоорганизуется вокруг проблемного ядра, его границы семантические, драйвер — эпистемический интерес сообщества пользователей микросервисов, риск — догматизация абстракций и недостаток рефлексии.

Территориальный кластер консолидируется сообществом в рамках юрисдикции, его границы географические, драйвер — государственная политика и регуляторика, риск — бюрократизация. Когнитивный кластер может быть распределён глобально, но его узлы — территориальные хабы (Бостон, Сан-Франциско, Цюрих), стимулируемые политикой государств.

В этой оптике конкуренция между территориями, странами и государствами разворачивается уже не за обладание «наукой вообще» и не за формальные показатели вроде числа исследователей или объёма бюджетного финансирования.

Речь идёт о статусе критического узла в глобальной сети когнитивных кластеров — о том, чтобы быть не периферийным поставщиком сырых данных, а центром, где задаются стандарты, формулируются проблемы и аккумулируется эпистемическая рента.

Именно такие узлы оказываются лидирующими в производстве научного знания, и именно за право быть одним из них сегодня ведётся неявная, но жёсткая геополитическая борьба между странами и государствами.

### Динамика кластеров: триада фундаментальных процессов

С точки зрения КМА, научное знание производится в непрерывном движении. Триада процессов кластерной организации науки образует завершённый цикл производства, верификации и переопределения знания.

Дискретизация (как процесс) задаёт «алфавит» науки и ключевые научные абстракции познавательного и проблемного поля исследований кластера, рекурсия разворачивает динамику кластера, рефлексия переопределяет основания и делает возможной трансформацию научного знания. Понимание этого цикла в организации кластера позволяет государству различать, на каком этапе находится кластер, и применять адекватные инструменты.

1. Дискретизация — преобразование континуума реальности в управляемые «токены» или абстракции. Научный объект должен быть разбит на конечные, идентифицируемые единицы, становящиеся «валютой» кластера. *Пример:* в Денисовой пещере [13] континуум грунта дискретизируется через стратиграфию в токены типа «Образец ДП-2024-ЮЗ-С2-Г7», связывающие координаты, глубину и литологию.

*Политическое решение,* связанное с дискретизацией может состоять в утверждении национальных стандартов данных (FAIR) [24–27], создание репозитория эталонных токенов.

2. Рекурсия — циклическая переинтерпретация токенов в петлях обратной связи. Выход одного сервиса возвращается в систему в трансформированном контексте.

*Пример:* в CRISPR-кластере [9] первичный токен (генетическая последовательность) поступает в сервис дизайна gRNA, генерируется гипотеза-конструкт, результаты эксперимента возвращаются для уточнения дизайна с учётом off-target эффектов.

*Политическое решение:* долгосрочное финансирование инфраструктур, поддержка практик воспроизводимости токенов и абстракций, баз данных и баз знаний.

3. Рефлексия — критический мета-анализ и перепроектирование интерфейсов и абстракций — сущностей, формируемых дискретизацией. Ставит под вопрос саму систему, переопределяет правила игры.

*Пример:* в NLP-кластере бенчмарк GLUE был подвергнут рефлексии сообществом, что привело к созданию SuperGLUE и новых микросервисов оценки рассуждений и здравого смысла [21].

*Политическое решение:* финансирование методологических сервисов, регуляторные песочницы, периодический критический пересмотр национальных приоритетов.

## Политические проблемы развития кластеров

Анализ кластерно-микросервисной архитектуры современной науки обнажает несколько глубоких политических противоречий, с которыми сталкиваются как национальные государства, так и само научное сообщество.

Эти проблемы не являются техническими или организационными — они укоренены в фундаментальном несоответствии между глобальной природой когнитивных кластеров и территориально-юрисдикционной логикой современной политики государств.

Первое и, пожалуй, самое острое противоречие разворачивается между глобальной когнитивной логикой и национальным суверенитетом. Когнитивные кластеры по своей природе транснациональны: лучший специалист по квантовой коррекции ошибок может работать в одной стране, уникальная установка кубитов находится в другой, а эталонные датасеты хранятся в третьей. Однако национальные государства, особенно в областях двойного назначения — квантовые вычисления, искусственный интеллект, геномное редактирование, — стремятся контролировать критические компетенции.

Возникает напряжение: глобальная кооперация, необходимая для научного прогресса, вступает в прямое противоречие с политикой технологического суверенитета. Результат можно наблюдать уже сегодня: квантовый кластер после введения экспортных ограничений и санкционных режимов начал фрагментироваться. США, Китай и Европейский союз развивают собственные, зачастую несовместимые друг с другом квантовые платформы, протоколы и программные стеки. Глобальное когнитивное пространство рискует превратиться в набор изолированных «национальных цитаделей», где дублирование усилий замедляет прогресс, а геополитическая напряжённость только нарастает.

Вторая проблема связана с инфраструктурной зависимостью и тем, что можно назвать «платформенным феодализмом».

Территориальные кластеры сегодня всё чаще зависят от глобальных цифровых платформ — AWS, Google Cloud, GitHub, Hugging Face, — которые контролируют критические элементы исследовательской инфраструктуры: вычислительные мощности, репозитории данных, инструменты разработки и распространения моделей. Эта зависимость создаёт новый тип политической уязвимости, незнакомый эпохе индустриальной науки. Отключение доступа, изменение ценовой политики или условий использования со стороны владельца платформы может парализовать работу целого кластера.

В пределе несколько корпораций превращаются в «сюзеренов» научного ландшафта, а исследовательские институты и университеты — в их «вассалов», не имеющих реальной альтернативы критически важным сервисам. Показательный пример — ситуация после 2022 года, когда российские исследователи столкнулись с ограничениями доступа к проприетарным инструментам: отключение от некоторых облачных сервисов, блокировка загрузки определённых библиотек, сложности с продлением лицензий. Это стимулировало развитие отечественных альтернатив, но одновременно создало разрыв в интеграции с глобальными когнитивными кластерами.

Третья проблема носит структурно-распределительный характер и касается неравенства в распределении «эпистемической ренты».

В глобальной архитектуре когнитивных кластеров существует устойчивая асимметрия между «ядром» и «периферией». Ядерные узлы — США, Западная Европа, Китай, а также отдельные глобальные хабы вроде Бостона или Сан-Франциско — аккумулируют основную часть эпистемической ренты: патенты, высокооплачиваемые рабочие места, влияние на международные стандарты, контроль над ключевыми платформами. Периферийные же страны

и регионы всё чаще выполняют функции поставщиков «сырых» данных, площадок для аутсорсинговых исследований или потребителей готовых микросервисов, произведённых в ядре. Эта структура воспроизводит логику, которую можно назвать колониальной по своему характеру: сырьё (генетические ресурсы, биоразнообразие, полевые данные) добывается на периферии, а прибавочная стоимость — знание, технологии, стандарты — аккумулируется в ядре. Классический пример — африканские страны, обладающие уникальными генетическими ресурсами, но вынужденные отправлять образцы для секвенирования и анализа в зарубежные центры, которые затем патентуют открытия и задают условия доступа к результатам.

Наконец, четвёртая проблема коренится в инерции институциональных форм, доставшихся в наследство от индустриальной эпохи.

Территориальные кластеры часто создаются на основе устаревших организационных шаблонов: технопарки, особые экономические зоны, отраслевые научно-исследовательские институты. Эти структуры, изначально задуманные как драйверы инноваций, обладают мощной инерцией: со временем они превращаются в бюрократические монолиты, неспособные к адаптации под динамику живых когнитивных кластеров. Формальные показатели отчётности — число резидентов, объём инвестиций, количество поданных заявок — подменяют собой реальную сетевую активность и эпистемическую продуктивность. Возникает феномен «кластера на бумаге»: структура существует в отчётах, но плотность реальных связей между микросервисами — наукой, образованием, производством — остаётся низкой, а механизмы рекурсии и рефлексии либо отсутствуют, либо имитируются. Преодоление этой инерции требует не косметических реформ, а перепроектирования самой логики институционального строительства — перехода от управления научными структурами к управлению потоками и интерфейсами.

### Платформа как операционная система кластеров

Платформа — материальная, цифровая или институциональная среда, обеспечивающая координацию, стандартизацию и масштабирование взаимодействий микросервисов.

Если кластер — сеть, то платформа — операционная система, задающая протоколы, аккумулирующая ресурсы, организующая рефлексия.

Типология платформ:

- *Коммуникационные*: [arXiv.org](https://arxiv.org), ResearchGate — обеспечивают обмен препринтами и легитимацию.
- *Инфраструктурные*: GitHub, Hugging Face Hub [28] — среда для кода, моделей, рабочих процессов.
- *Вычислительные*: AWS, IBM Quantum Experience, LHC Computing Grid — доступ к ресурсам и оркестрация.
- *Институциональные*: ЦЕРН, European Open Science Cloud (EOSC) [29], регуляторные песочницы — координация и управление.
- *Стандартизирующие*: FAIR-принципы [24], Gene Ontology [25], [Schema.org](https://schema.org) [26] — онтологии и протоколы.

### Политическое измерение платформ

Платформы нельзя считать политически нейтральными посредниками при формировании научного знания. Они воплощают в себе определённые структуры власти, и контроль над платформой даёт то, что можно назвать «эпистемической гегемонией» [27].

Государства, осознавая это, создают национальные платформы как инструмент технологического суверенитета. Однако простая «постройка своей платформы» без учёта сетевых эффектов и интероперабельности с глобальной экосистемой рискует обернуться изоляцией — цифровым забором, за которым оказывается несамодостаточная, а отрезанная от мировых когнитивных кластеров среда.

Платформы также берут на себя регуляторные функции, которые раньше принадлежали государству или научному сообществу: модерацию контента, верификацию участников, распределение внимания через алгоритмы ранжирования [30]. В условиях геополитической конкуренции платформы становятся полем борьбы за технологическое лидерство [31].

Когда политический консультант приступает к анализу научной платформы, ему недостаточно взглянуть на неё как на техническую систему. Важно понять ряд её свойств, каждое из которых имеет прямое политическое измерение и может быть описано в терминах кластерно-микросервисной архитектуры.

Первое, на что стоит обратить внимание, — это степень открытости, которая тесно связана с принципом инкапсуляции.

В КМА инкапсуляция означает, что внутренняя сложность микросервиса скрыта за стандартизированным интерфейсом. Платформа может быть полностью открытой: с открытым кодом, открытыми данными и недискриминационным доступом (как arXiv или Wikipedia). Может быть проприетарной, но с открытым интерфейсом — например, GitHub или Hugging Face Hub, где ядро контролируется частной компанией, но взаимодействовать с платформой можно через публичный API. А может быть и полностью закрытой, доступ к которой возможен только по платной подписке, без публичных интерфейсов для интеграции. Здесь ключевой вопрос научной политики: где проходит граница, за которой зависимость от проприетарной платформы становится угрозой национальной научной безопасности, и какие платформы следует признать критической инфраструктурой, поддерживаемой публичными средствами? Инкапсуляция, будучи достоинством микросервиса, превращается в политическую проблему, когда «чёрный ящик» оказывается под контролем недоступного для рефлексии внешнего актора.

Второй важный аспект — эффект привязки (lock-in), который связан с проблемой наследования и рекурсии в КМА. Платформы устроены так, что чем больше пользователей к ним подключено и чем глубже их сервисы встроены в исследовательские пайплайны, тем выше ценность платформы и тем сложнее перейти на альтернативу. Исследовательские пайплайны, выстроенные на основе платформы, начинают рекурсивно воспроизводить её форматы и протоколы: данные порождают новые данные в той же онтологии, методы обрастают совместимыми методами. Это естественный сетевой эффект, но он может вести к монополизации и подавлению инноваций.

В терминах КМА возникает антипаттерн: наследование (создание новых сервисов на основе существующих) блокируется, потому что все «дочерние» сервисы вынуждены оставаться в той же платформенной экосистеме. Поэтому при анализе важно спрашивать: какие механизмы — открытые стандарты, портируемость данных, требования к интероперабельности — могут быть встроены в платформу, чтобы предотвратить нежелательную привязку? Иначе говоря, как сохранить полиморфизм — возможность по-разному реализовать одну и ту же функцию на разных платформах?

Третье — финансовая архитектура. Платформа может существовать на коммерческой основе (подписка, freemium), может получать государственное финансирование, может опираться на гранты или членские взносы стран-участниц, как в случае с ЦЕРН.

Здесь важен вопрос о дискретизации — о том, как платформа превращает непрерывный поток научной деятельности в измеримые и монетизируемые единицы (токены): публикации, скачивания, API-вызовы, вычислительное время. Выбор модели дискретизации напрямую влияет на то, какая деятельность получает финансирование и признание. Вопрос в том, какая финансовая модель обеспечивает долгосрочную устойчивость платформы без ущерба для её открытости и доступности? И как разумно сочетать государственное финансирование с рыночными механизмами, не переопределяя при этом эпистемические приоритеты в пользу коммерчески выгодных, но не обязательно фундаментальных направлений?

Четвёртое, и, пожалуй, самое деликатное — регуляторная компетенция платформы, которая напрямую связана с КМА-процессом рефлексии. В здоровом когнитивном кластере рефлексия — это институционализированный механизм критического пересмотра оснований: стандартов, протоколов, онтологий.

Глобальные платформы, однако, присваивают эту функцию себе. Они фактически устанавливают собственные правила, которые становятся де-факто обязательными для пользователей: правила модерации контента, условия публикации, алгоритмы ранжирования, верификация участников. Это создаёт зону правового плюрализма, где правила платформы могут вступать в конфликт с национальным законодательством (например, в вопросах защиты персональных данных или экспортного контроля). Рефлексия здесь оказывается монополизированной: не сообщество пересматривает стандарты, а владелец платформы. Стратегический вопрос для государства: как влиять на эти регуляторные режимы, не прибегая к полной блокировке платформы, и как создавать «доверенные» платформы, которые сочетают глобальную интероперабельность с соблюдением национальных норм и, что не менее важно, с открытыми механизмами рефлексии?

Наконец, пятое — жизненный цикл платформы, который можно анализировать как смену фаз абстракции и рекурсии. На этапе возникновения платформа предлагает новую абстракцию — новый способ описания реальности, новый формат данных, новую онтологию. Затем наступает фаза рекурсивного роста: платформа масштабируется, обрастая совместимыми сервисами, пользователями и данными. На стадии зрелости абстракция платформы начинает работать как естественная граница: она определяет, что «видимо», а что остаётся за пределами. И наконец, наступает упадок — когда абстракция перестаёт схватывать существенные аспекты реальности, а рекурсивные улучшения уже не могут компенсировать изначальную ограниченность архитектуры. Понимание того, на какой стадии находится платформа, критически важно для принятия политических решений: на одних этапах эффективна прямая государственная поддержка, на других — создание условий для перехода на новые платформы, а на третьих — поддержка «умирающих», но всё ещё критически важных легаси-систем без торможения инноваций.

В терминах КМА это управление переходами требует умения различать, когда ещё работает рекурсия (платформу можно доработать), а когда необходима рефлексия, ведущая к смене самой абстракции.

### **Как строить науку будущего? Принципы КМА-политики**

Переход к кластерно-микросервисной архитектуре требует пересмотра базовых принципов управления наукой. Вместо того чтобы тиражировать унаследованные организационные формы — кафедры, отраслевые институты, технопарки — государству следует проектировать саму архитектуру взаимодействий — условия, при которых микросервисы смогут самоорганизовываться в кластеры, а кластеры — удерживаться на цифровых платформах.

Однако многие попытки государств встроиться в эту логику наталкиваются на препятствие, которое можно назвать карго-культом научной политики. Органы власти, привыкшие к индустриальной модели науки с её зданиями, институтами, штатными расписаниями и отчётными показателями, оказываются неспособны оценить реальные механизмы производства знания в эпоху цифровых экосистем. Они не могут оценить то, как работают дискретизация, рекурсия и рефлексия, не понимают, почему инкапсуляция и интероперабельность важнее административного подчинения, и не умеют отличать живую сеть микросервисов от её бюрократической имитации.

Результат — подмена встраивания в глобальные когнитивные кластеры процессами имитации. Вместо проектирования интерфейсов строятся здания новых технопарков. Вместо создания условий для рекурсивных циклов финансируются отраслевые НИИ по старым лекалам. Вместо инвестиций в рефлексивные механизмы утверждаются образовательные программы, готовящие студентов к уже устаревшим технологическим укладам. Инфраструктура создаётся, но она не встроена в пайплайны. Кадры выпускаются, но они не владеют современными протоколами. Знание декларируется, но не производится.

Лидерство в современной науке — это не способность построить больше зданий или подготовить больше отчётов. Это способность создать среду, в которой микросервисы самоорганизуются в кластеры, кластеры удерживаются на платформах, а страна становится не периферийным поставщиком данных, а узлом профессионального сообщества, задающего стандарты научных исследований.

Задача государства смещается: оно не столько «строит науку» в привычном смысле этого слова, сколько проектирует архитектурный каркас — условия, при которых на уровне микросервисов работают инкапсуляция, полиморфизм, абстракция, наследование и композируемость, а на уровне кластеров и платформ разворачиваются циклы дискретизации, рекурсии и рефлексии.

Научные сервисы получают возможность самоорганизовываться, конкурировать, наследовать лучшие решения и рефлексивно пересматривать свои основания. А государство, которое сможет обеспечить этот каркас, а не подменять его имитацией, и станет лидером нового научного мира. Вместо создания монолитных учреждений, которые трудно реформировать и ещё труднее интегрировать друг с другом, государству имеет смысл поддерживать автономные исследовательские сервисы. Каждый такой сервис — лаборатория, вычислительный центр, база данных — должен иметь чётко описанный публичный интерфейс: что делает, какие данные принимает, что выдаёт, по каким протоколам взаимодействует.

Инкапсуляция скрывает внутреннюю сложность, но именно благодаря стандартизированному интерфейсу сервисы становятся строительными блоками для более сложных систем. Для государственного управления это означает переход от тотального контроля над «внутренностями» к сертификации и поддержке интерфейсов. Органы власти в этой оптике перестают требовать детальных отчётов о том, как именно лаборатория организовала свою работу, и начинают требовать одного: чтобы она была совместима с другими сервисами через открытые протоколы.

На уровне кластеров происходит нечто более глубинное, чем просто работа с готовыми данными. Континуум реальности — грунт в пещере, поток текстов, квантовое состояние — должен быть разбит на управляемые единицы, которые только потом поступят в микросервисы. Дискретизация задаёт «алфавит», на котором кластер говорит с реальностью. В политическом измерении выбор формата дискретизации — какие данные считать существенными, а какие отбросить как шум — это решение о том, что будет видимо для исследовательской экосистемы, а что останется в «слепой зоне». Государство, претендующее на лидерство, должно участвовать в формировании этих форматов — не навязывая их административно, а предлагая открытые стандарты, которые могут быть приняты глобальным сообществом.

Исследовательская инфраструктура должна учиться на собственном опыте. Рекурсия — это циклический механизм, при котором выход одного микросервиса возвращается в систему в качестве входных данных для повторной обработки, но уже в трансформированном контексте. На практике это означает встроенные механизмы мониторинга и аудита, позволяющие результатам экспериментов возвращаться в сервисы дизайна гипотез, уточняя их. Для государственного управления рекурсия означает отказ от линейного проектного мышления («выделили деньги — получили результат — закрыли тему») в пользу циклического: финансирование должно предусматривать этапы рекурсивного уточнения, пересмотра и повторной постановки задач.

Если рекурсия работает внутри существующей системы, то рефлексия ставит под вопрос саму систему. Это критический мета-анализ интерфейсов, протоколов, онтологий и базовых предпосылок кластера. Рефлексия переопределяет правила игры и может приводить к радикальной перестройке архитектуры. На уровне научной политики это означает создание механизмов, позволяющих сообществу периодически пересматривать собственные стандарты и приоритеты — не как исключение, а как институционализированную практику.

Государство должно не бояться рефлексии и не подавлять её как «критиканство», а встраивать её в архитектуру научного управления: методологические паузы, финансирование рефлексивных сервисов (философов науки, этиков, методологов в составе консорциумов), периодический пересмотр национальных приоритетов с участием широкого круга стейкхолдеров.

Соперничество государств и регионов перестаёт быть соревнованием за абстрактную «науку» или за количественные индикаторы — численность исследователей, бюджетные ассигнования, количество технопарков.

На первый план выходит борьба страны за положение ключевого узла в глобальной сети когнитивных кластеров. Быть таким узлом — значит не поставлять на мировые рынки «сырые» данные и не выполнять аутсорсинговые исследования, а занимать позицию центра, где формируются стандарты, ставятся фундаментальные проблемы и оседает основная часть эпистемической ренты.

Эти узлы задают геополитическую повестку, и именно за право войти в их число сегодня разворачивается не всегда явная, но крайне жёсткая конкуренция между государствами, стимулирующими свою науку.

### **Антимонополизм и поддержка конкурентоспособности науки**

При формировании научной политики важно различать два типа конкуренции. Первый — это политическая борьба в её негативном смысле: борьба, которая снижает качество науки, ухудшает позицию страны в глобальной гонке за эпистемическое лидерство и замещает содержательное развитие имитацией активности. Второй — здоровая конкуренция подходов, сервисов и исследовательских траекторий, которая, напротив, стимулирует инновации и ускоряет прогресс. Различие между ними проходит не по декларациям, а по используемым инструментам.

К инструментам негативной политической борьбы, с точки зрения кластерно-микросервисной архитектуры, можно отнести следующие практики.

*Детализация инкапсулированных функций в техническом задании.* Инкапсуляция предполагает, что внутреннее устройство микросервиса скрыто за стандартизированным интерфейсом, а заказчика интересует только результат. Однако недобросовестный участник конкурса или корпоративный монополист может использовать избыточную детализацию требований к внутренней реализации как инструмент нечестной конкуренции и монополизации.

Описывая ТЗ не через функцию («обеспечить квантовый объём не менее 1000»), а через конкретную технологию, архитектуру или даже кадровый состав («использовать сверхпроводящие кубиты с топологией X, разработанные технологией Y»), такой игрок искусственно отсекает альтернативные решения, идущие другим путём. Инкапсуляция подменяется тотальной спецификацией, а конкуренция подходов — административным назначением победителя.

*Борьба с полиморфизмом.* Полиморфизм — это способность разных микросервисов с различной внутренней реализацией обрабатывать один и тот же входной запрос. В науке это означает легитимное существование множественных, конкурирующих подходов к одной и той же проблеме. Негативная политическая борьба направлена на подавление этого полиморфизма: навязывание единой «верной» парадигмы, монополизация финансирования под один метод, создание административных барьеров для альтернативных исследовательских программ. Результат — эпистемическая монокультура, внешне напоминающая консенсус, но внутренне лишённая механизмов развития.

*Неадекватная абстракция.* Абстракция, как и инкапсуляция, — благо, когда она адекватна задаче. Но в руках политического игрока она становится инструментом манипуляции: слишком грубая абстракция («решить проблему квантовых вычислений» без всякой конкретики) позволяет присвоить ресурсы под лозунгом амбициозной цели, не предоставляя измеримых результатов. Слишком же детальная, избыточная абстракция (подмена цели перечнем обязательных промежуточных отчётов) связывает исполнителя по рукам и ногам, делая невозможным манёвр. В обоих случаях абстракция перестаёт быть инструментом постановки задачи и становится инструментом политического контроля или ухода от ответственности.

*Подавление рефлексии и рекурсии.* Рекурсия — это механизм, при котором результаты эксперимента возвращаются для уточнения исходных гипотез. Рефлексия — критический пересмотр самих оснований, онтологий и протоколов. Однако в системе, ориентированной на отчётность и формальные показатели, рекурсия выглядит как «отсутствие быстрых результатов», а рефлексия — как «критиканство» или «неуверенность руководства». Негативная политическая борьба систематически подавляет и то и другое: от исследователей требуют линейного движения к заранее утверждённым показателям, запрещая возвраты и пересмотры. В результате кластер лишается иммунитета к ошибкам: рекурсивное уточнение заменяется проталкиванием первоначальной гипотезы любой ценой, а рефлексия — имитацией бурной деятельности.

*Стимулирование монолитных антипаттернов.* Наконец, негативная политическая борьба сознательно или по инерции поощряет монолитные архитектурные антипаттерны: создание крупных, неповоротливых институтов вместо сети малых, интероперабельных сервисов; финансирование «уникальных» монопольных установок без открытых API; требование «единого окна» и «единого исполнителя». Монолит удобен для контроля, но он подавляет конкуренцию, блокирует композируемость и делает систему уязвимой к любым изменениям.

Различение этих двух типов конкуренции — не академическое упражнение. Это прямая задача политического консультирования: диагностировать, насколько сложившаяся система управления наукой стимулирует здоровую конкуренцию подходов и насколько — негативную борьбу, использующую архитектурные параметры (инкапсуляцию, полиморфизм, абстракцию, рефлексия, рекурсию) как инструменты недобросовестной игры. Ответ на этот вопрос во многом определяет, превратится ли страна в ключевой узел глобальной сети когнитивных кластеров или останется на периферии с имитацией науки вместо неё. Каждая из этих задач требует не только понимания политических процессов, но и способности мыслить в терминах сетевых структур, интерфейсов и архитектурных рисков. Именно на стыке политологии, философии науки и системной инженерии сегодня формируется новая экспертиза для научной политики.

## Типовые задачи политического консультирования науки в оптике КМА

Опираясь на кластерно-микросервисный анализ, можно выделить несколько типовых задач, с которыми сталкивается политический консультант в сфере научно-технической политики. Каждая из них требует не просто административного решения, а диагностической и проектной работы.

*Диагностика эпистемической экосистемы.* Прежде чем предлагать меры поддержки, необходимо понять, как устроена сетевая структура в данном научном направлении. Где находятся узлы, через которые проходят основные потоки данных и внимания? Какие сервисы критически важны, а без каких система может обойтись? Где возникают разрывы — области, в которых необходимые интерфейсы или сервисы отсутствуют? И наконец, какие архитектурные антипаттерны угрожают развитию: гиперспециализация, ведущая к изоляции, монолитность, тормозящая изменения, или, напротив, чрезмерная фрагментация? Для ответа на эти вопросы используется смесь методов: анализ графов соавторства и цитирования, картирование потоков данных между сервисами, а также глубинные экспертные интервью с участниками сети.

*Проектирование интерфейсов и стандартов.* Одна из самых недооценённых, но и самых важных задач — разработка форматов данных, протоколов обмена и онтологий, которые сделают возможной интероперабельность между разрозненными сервисами. Техническая спецификация здесь тесно переплетается с политикой: стандарт, принятый сообществом, становится невидимым регулятором. Инструментарий здесь включает дорожные карты стандартизации, создание «песочниц», где новые интерфейсы можно тестировать без риска для уже работающих систем, а также грантовые условия, стимулирующие использование открытых протоколов.

*Оценка новых типов вклада.* Традиционная система академического признания построена вокруг публикаций. Но в мире кластеров и платформ огромную ценность представляет труд тех, кто создаёт и поддерживает базы данных, пишет библиотеки кода, разрабатывает протоколы и онтологии. Как оценить такого учёного? Как убедиться, что его работа учитывается при распределении грантов и назначении на позиции? Решением может стать портфолио-подход, при котором оценивается не только список статей, но и созданные исследовательские артефакты. Важны и количественные метрики использования сервисов — скачивания, интеграции, цитирования кода. Наконец, полезно вводить новые категории профессионального признания: например, награды «за вклад в исследовательскую инфраструктуру» или отдельные категории в академических званиях.

*Формирование и поддержка кластеров, проектирование платформ.* Когда выявлена перспективная проблемная область, возникает вопрос: как запустить процесс самоорганизации кластера, не подавив его бюрократией? Помочь могут кластерные инициативы, которые поддерживают не отдельных участников, а сетевые взаимодействия между ними. Если диагностирован «разрыв» — отсутствие какого-то критически важного сервиса, — можно объявить конкурс именно на его создание. А для направлений, требующих изменения регуляторных режимов (например, испытания беспилотных систем или геномное редактирование), эффективны регуляторные сэндбоксы — экспериментальные правовые зоны, где новые модели можно тестировать без риска нарушить существующие нормы.

*Анализ «зон смерти» и стратегических рисков.* Некоторые направления могут быть критически важны для национальной безопасности или технологического суверенитета, но при этом находиться в состоянии структурного упадка. Важно понять, что именно мешает развитию: отсутствие ключевых сервисов, институциональные барьеры, когнитивная изоляция сообщества? Для такой диагностики применяются методы стратегического форсайта, анализ архитектурных антипаттернов и построение «карт уязвимостей» научной экосистемы —

документов, показывающих, где внешний шок (например, отключение от зарубежной платформы) нанесёт наибольший урон.

*Управление переходами.* Наконец, есть задача, которая возникает, когда устаревшая, но критически важная платформа или сервис должны уступить место новым. Как перейти от старого к новому, не потеряв накопленное знание и не парализовав работающие исследовательские пайплайны? Здесь помогают технические «обёртки» (wrappers), которые позволяют легаси-системам взаимодействовать с новыми интерфейсами, не переписывая их с нуля. Также нужны поэтапные дорожные карты миграции, где каждый шаг обратим, и инвестиции в обратную совместимость — чтобы исследователи не оказались перед жёстким выбором «обновляйся или выпадай из системы».

### Заключение

Кластерно-микросервисная архитектура науки — не метафора, а диагностический и проектировочный инструмент для научной политики. Она позволяет увидеть науку как самоорганизующуюся сеть специализированных сервисов, где ключевые политические решения касаются не распределения средств между «победителями», а проектирования интерфейсов, поддержки разнообразия, устранения архитектурных разрывов. Переход к такой оптике требует от политического консультанта новых компетенций: анализа сетевых структур, формализации интерфейсов, диагностики антипаттернов. В синтезе политологии, философии науки и системной инженерии — потенциал для формирования научной политики, адекватной вызовам цифровой эпохи. Эффективная научная политика требует перехода от управления институтами к архитектурному проектированию условий самоорганизации эпистемических сообществ на цифровых платформах науки.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Стёпин В.С. Теоретическое знание / В.С. Стёпин. — Москва: Прогресс-Традиция, 2000. — 744 с. — ISBN 5-89826-053-6.
2. Лекторский В.А. Эпистемология классическая и неклассическая / В.А. Лекторский. — Москва: Эдиториал УРСС, 2001. — 256 с. — ISBN 5-8360-0028-6.
3. Латур Б. Наука в действии: следуя за учёными и инженерами внутри общества / Б. Латур; пер. с англ. К. Федоровой, А. Гараджи. — Санкт-Петербург: Издательство Европейского университета в Санкт-Петербурге, 2013. — 414 с. — ISBN 978-5-94380-154-1.
4. Коллинз Р. Социология философий: глобальная теория интеллектуального изменения / Р. Коллинз; пер. с англ. Н.С. Розова, Ю.Б. Вертгейм. — Новосибирск: Сибирский хронограф, 2002. — 1280 с. — ISBN 5-87550-141-3.
5. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура / М. Кастельс; пер. с англ. под ред. О.И. Шкаратана. — Москва: Государственный университет — Высшая школа экономики, 2000. — 608 с. — ISBN 5-7598-0069-8.
6. Callaway E. 'It will change everything': DeepMind's AI makes gigantic leap in solving protein structures // Nature. — 2020. — Vol. 588, No. 7837. — P. 203–204. — DOI: 10.1038/d41586-020-03348-4.

7. Sennrich R., Haddow B., Birch A. Neural machine translation of rare words with subword units // Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2016). — Berlin, Germany, 2016. — P. 1715–1725. — DOI: 10.18653/v1/P16-1162.
8. Paszke A., Gross S., Massa F., Lerer A., Bradbury J., Chanan G., Killeen T., Lin Z., Gimelshein N., Antiga L., Desmaison A., Köpf A., Yang E., DeVito Z., Raison M., Tejani A., Chilamkurthy S., Steiner B., Fang L., Bai J., Chintala S. PyTorch: An imperative style, high-performance deep learning library // Advances in Neural Information Processing Systems 32 (NeurIPS 2019). — 2019. — P. 8024–8035. — URL: <https://papers.neurips.cc/paper/9015-pytorch-an-imperative-style-high-performance-deep-learning-library.pdf> (дата обращения: 26.03.2026).
9. Doench J.G. Am I ready for CRISPR? A user's guide to genetic screens // Nature Reviews Genetics. — 2018. — Vol. 19, No. 2. — P. 67–80. — DOI: 10.1038/nrg.2017.97.
10. Reich D. Who We Are and How We Got Here: Ancient DNA and the New Science of the Human Past. — Oxford: Oxford University Press, 2018. — 368 p. — ISBN 978-0-19-882125-0.
11. Jain A., Ong S.P., Hautier G., Chen W., Richards W.D., Dacek S., Cholia S., Gunter D., Skinner D., Ceder G., Persson K.A. Commentary: The Materials Project: A materials genome approach to accelerating materials innovation // APL Materials. — 2013. — Vol. 1, No. 1. — Art. No. 011002. — DOI: 10.1063/1.4812323.
12. Тарасенко В.В. Дискретизация как необходимая интеллектуальная функция в естественных и искусственных системах // Искусственные общества. — 2024. — Т. 19. — № 3.
13. Деревянко А.П., Шуньков М.В., Агаджанян А.К., Барышников Г.Ф., Малаева Е.М., Ульянов В.А., Кулик Н.А., Постнов А.В., Анойкин А.А. Природная среда и человек в палеолите Горного Алтая. — Новосибирск: Издательство Института археологии и этнографии СО РАН, 2003. — 448 с. — ISBN 5-7803-0099-5.
14. Sennrich R., Haddow B., Birch A. Neural machine translation of rare words with subword units // Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2016). — Berlin, Germany, 2016. — P. 1715–1725. — DOI: 10.18653/v1/P16-1162.
15. Kudo T., Richardson J. SentencePiece: A simple and language independent subword tokenizer and detokenizer for neural text processing // Proceedings of the 2018 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP 2018): System Demonstrations. — Brussels, Belgium, 2018. — P. 66–71. — DOI: 10.18653/v1/D18-2012.
16. von Neumann J. Mathematical Foundations of Quantum Mechanics. — Princeton: Princeton University Press, 1955. — 445 p. — (Princeton Landmarks in Mathematics and Physics). — ISBN 978-0-691-02893-4.
17. Paris M.G.A., Řeháček J. (Eds.). Quantum State Estimation. — Berlin: Springer-Verlag, 2004. — 519 p. — (Lecture Notes in Physics, Vol. 649). — ISBN 978-3-540-22329-0. — DOI: 10.1007/b98673.

18. Arute F., Arya K., Babbush R., Bacon D., Bardin J.C., Barends R., Biswas R., Boixo S., Brandao F.G.S.L., Buell D.A., Burkett B., Chen Y., Chen Z., Chiaro B., Collins R., Courtney W., Dunsworth A., Farhi E., Foxen B., Fowler A., Gidney C., Giustina M., Graff R., Guerin K., Habegger S., Harrigan M.P., Hartmann M.J., Ho A., Hoffmann M., Huang T., Humble T.S., Isakov S.V., Jeffrey E., Jiang Z., Kafri D., Kechedzhi K., Kelly J., Klimov P.V., Knysh S., Korotkov A., Kostrița F., Landhuis D., Lindmark M., Lucero E., Lyakh D., Mandrà S., McClean J.R., McEwen M., Megrant A., Mi X., Michielsen K., Mohseni M., Mutus J., Naaman O., Neeley M., Neill C., Niu M.Y., Ostby E., Petukhov A., Platt J.C., Quintana C., Rieffel E.G., Roushan P., Rubin N.C., Sank D., Satzinger K.J., Smelyanskiy V., Sung K.J., Trevithick M.D., Vainsencher A., Villalonga B., White T., Yao Z.J., Yeh P., Zalcman A., Neven H., Martinis J.M. Quantum supremacy using a programmable superconducting processor // *Nature*. — 2019. — Vol. 574, No. 7779. — P. 505–510. — DOI: 10.1038/s41586-019-1666-5.
19. Pednault E., Gunnels J.A., Nannicini G., Horesh L., Wisnieff R. Leveraging secondary storage to simulate deep 54-qubit circuits // arXiv preprint arXiv:1910.09534. — 2019. — 15 p. — URL: <https://arxiv.org/abs/1910.09534> (дата обращения: 26.03.2026).
20. Preskill J. Quantum computing and the entanglement frontier // *Bulletin of the American Physical Society*. — 2019. — Vol. 64, No. 5. — URL: <https://meetings.aps.org/Meeting/APR19/Session/T11.1> (дата обращения: 26.03.2026).
21. Wang A., Pruksachatkun Y., Nangia N., Singh A., Michael J., Hill F., Levy O., Bowman S.R. SuperGLUE: A stickier benchmark for general-purpose language understanding systems // *Advances in Neural Information Processing Systems 32 (NeurIPS 2019)*. — 2019. — P. 3266–3280. — URL: <https://papers.neurips.cc/paper/9040-superglue-a-stickier-benchmark-for-general-purpose-language-understanding-systems.pdf> (дата обращения: 26.03.2026). — arXiv preprint: arXiv:1905.00537.
22. Reich D., Green R.E., Kircher M., Krause J., Patterson N., Durand E.Y., Viola B., Briggs A.W., Stenzel U., Johnson P.L.F., Maricic T., Good J.M., Marques-Bonet T., Alkan C., Fu Q., Mallick S., Li H., Meyer M., Eichler E.E., Stoneking M., Richards M., Talamo S., Shunkov M.V., Derevianko A.P., Hublin J.J., Kelso J., Slatkin M., Pääbo S. Genetic history of an archaic hominin group from Denisova Cave in Siberia // *Nature*. — 2010. — Vol. 468, No. 7327. — P. 1053–1060. — DOI: 10.1038/nature09710.
23. Тарасенко В.В. Кластерная политика как инструмент формирования технологического суверенитета Российской Федерации // *Политконсультант*. — 2024. — Т. 4. — № 4. — URL: <https://politicjournal.ru/PDF/06PK424.pdf>.
24. Wilkinson M.D., Dumontier M., Aalbersberg I.J.J., Appleton G., Axton M., Baak A., Blomberg N., Boiten J.W., da Silva Santos L.B., Bourne P.E., Bouwman J., Brookes A.J., Clark T., Crosas M., Dillo I., Dumon O., Edmunds S., Evelo C.T., Finkers R., Gonzalez-Beltran A., Gray A.J.G., Groth P., Goble C., Grethe J.S., Heringa J., 't Hoen P.A.C., Hooft R., Kuhn T., Kok R., Kok J., Lusher S.J., Martone M.E., Mons A., Packer A.L., Persson B., Rocca-Serra P., Roos M., van Schaik R., Sansone S.A., Schultes E., Sengstag T., Slater T., Strawn G., Swertz M.A., Thompson M., van der Lei J., van Mulligen E., Velterop J., Waagmeester A., Wittenburg P., Wolstencroft K., Zhao J., Mons B. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship // *Scientific Data*. — 2016. — Vol. 3, No. 1. — Art. No. 160018. — DOI: 10.1038/sdata.2016.18.
25. Ashburner M., Ball C.A., Blake J.A., Botstein D., Butler H., Cherry J.M., Davis A.P., Dolinski K., Dwight S.S., Eppig J.T., Harris M.A., Hill D.P., Issel-Tarver L., Kasarskis A., Lewis S., Matese J.C., Richardson J.E., Ringwald M., Rubin G.M., Sherlock G. Gene ontology: tool for the unification of biology // *Nature Genetics*. — 2000. — Vol. 25, No. 1. — P. 25–29. — DOI: 10.1038/75556.

26. Guha R.V., Brickley D., Macbeth S. Schema.org: evolution of structured data on the web // Communications of the ACM. — 2016. — Vol. 59, No. 2. — P. 44–51. — DOI: 10.1145/2844544.
27. Srnicek N. Platform Capitalism. — Cambridge: Polity Press, 2017. — 176 p. — ISBN 978-1-5095-0486-2.
28. Ait A., Izquierdo J.L.C., Cabot J. HFCommunity: A tool to analyze the Hugging Face Hub community // Proceedings of the 2023 IEEE International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER). — 2023. — P. 728–732. — DOI: 10.1109/SANER56733.2023.00086.
29. Ершова Т.В., Хохлов Ю.Е. Цифровые платформы для исследований и разработок // Информационное общество. — 2017. — № 6. — С. 17–24. — URL: <https://infosoc.iis.ru/article/view/103> (дата обращения: 26.03.2026).
30. Gillespie T. The politics of 'platforms' // New Media & Society. — 2010. — Vol. 12, No. 3. — P. 347–364. — DOI: 10.1177/1461444809342738.
31. Zhang H., Wu F., Li Y. China's national cloud platforms: State-led digital infrastructure in the era of AI // Telecommunications Policy. — 2023. — Vol. 47, No. 8. — Art. No. 102629. — DOI: 10.1016/j.telpol.2023.102629.

**Tarasenko Vladislav Valerievich**

Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow, Russia  
E-mail: v5093075@gmail.com

## **Designing the science of the future: cluster-microservice architecture of cognition as a subject of state policy for the development of scientific platforms and digital ecosystems**

**Abstract.** A conceptual approach to the scientific and technical policy of the state is proposed, based on the analysis of the cluster-microservice architecture (CMA) of modern science. In the context of digital transformation, science is turning into a global distributed ecosystem of specialized cognitive modules — «microservices» (algorithms, databases, protocols, laboratory complexes), combined into problem-oriented and territorial clusters on digital platforms. The key properties of microservices (encapsulation, abstraction, autonomy, interoperability, polymorphism, composability) and the triad of processes of their interaction in clusters (discretization, recursion, reflection) are revealed. The political dimension of the KMA is analyzed: conflicts of cognitive and territorial clusters, «platform feudalism», inequality in the distribution of «epistemic rent». The article is addressed to political scientists, civil servants, experts in the field of scientific and technical policy.

**Keywords:** scientific policy; cluster-microservice architecture; post-non-classical science; digital transformation; political consulting; infrastructure policy; microservices; scientific clusters; digital platforms; discretization; recursion; reflection; interoperability; technological sovereignty; platform feudalism; epistemic rent; death zones; architectural antipatterns