

# Радикальные инновации в формирующихся оборонных экосистемах

**Сепер Газиноори**

Профессор, ghazinoory@modares.ac.ir

Департамент управления информационными технологиями, Университет им. Тарбиата Модареса (Department of Information Technology Management, Tarbiat Modares University), Иран, Al Ahmad Street, Jalal, No. 7, Tehran, Iran

**Рахман Махдиани**

Доцент, mahdirahman321@gmail.com

Кафедра управления технологиями, Научно-исследовательское отделение, Исламский университет Азад (Department of Technology Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University), Иран, Azari st., Tehran, Iran

**Мехди Фатеми**

Старший преподаватель, MehdiFatemi@ut.ac.ir

Факультет управления технологическим и промышленным развитием, Колледж менеджмента, Тегеранский университет (Faculty of Technology and Industrial Management, College of Management, University of Tehran), Иран, Azari st., No. 16, Tehran, Iran

## Аннотация

**Р**адикальные инновации (РИ) — важнейший фактор ускоренного развития. Несмотря на распространенное сомнение в инновационном потенциале Глобального Юга, существующие успешные примеры доказывают обратное. Усиление геостратегической и геоэкономической конкуренции великих держав и технологическая революция ведут к фундаментальной трансформации характера и баланса сил на планете. В этом контексте РИ становятся приоритетным вопросом национальной безопасности.

В статье предложена модель создания РИ в формирующихся оборонных экосистемах, разработанная на базе 27 интервью с экспертами по военным инновациям. Измерения модели были приоритизированы с помощью

нечеткого аналитического иерархического процесса по результатам опроса 67 экспертов. Главными факторами рассматриваемого процесса выступают культура (восприятие важности РИ, организационная и коллаборативная культуры), управление (политическая, институциональная и организационная структуры), ресурсы (инфраструктура, человеческие и финансовые ресурсы) и процессы (управление знаниями, проектная деятельность и создание открытых инноваций). Важнейшим из них служат ресурсы, в качестве основных измерений которых были выявлены человеческий капитал, финансовые ресурсы и политико-институциональная структура (в порядке убывания приоритетности).

**Ключевые слова:** радикальные инновации; инновационная экосистема; оборонная промышленность; развивающиеся страны

**Цитирование:** Ghazinoory S., Mahdiani R., Fatemi M. (2025) How to Radically Innovate in Emerging Defense Ecosystems? *Foresight and STI Governance*, 19(3), pp. 49–63. <https://doi.org/10.17323/fstg.2025.26575>

# How to Radically Innovate in Emerging Defense Ecosystems?

**Sepehr Ghazinoory**

Professor, ghazinoory@modares.ac.ir

Department of Information Technology Management, Tarbiat Modares University, Al Ahmad Street, Jalal, No. 7, Tehran, Iran

**Rahman Mahdiani**

Associate Professor, mahdirahman321@gmail.com

Department of Technology Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University), Azari st., Tehran, Iran

**Mehdi Fatemi**

Assistant Professor, MehdiFatemi@ut.ac.ir

Faculty of Technology and Industrial Management, College of Management, University of Tehran, Azari st., No. 16, Tehran, Iran

## Abstract

Radical innovation is the most critical driver for late-comers' ability to catch up with global leaders. In this regard, while scholars doubt the emergence of radical innovations in the Global South, various success stories prove otherwise. However, the intensification of geo-strategic and geo-economic competition between great powers and the occurrence of a global technological revolution promises a fundamental transformation in the nature and distribution of power, with radical innovation as an urgent priority for the world's military powers. Accordingly, this article first develops a radical innovation framework for emerging defense ecosystems based on a content analysis of 27 interviews with defense innovation experts. The drivers and sub-dimensions

of the framework are then prioritized with fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP), according to a survey answered by 67 experts. Culture (the importance of radical innovation, organizational culture, and collaboration capacity), governance (policy framework, institutional framework, and organizational structure), resources (infrastructure, human capital, and financial resources), and processes (knowledge management, project management, and open innovation) are the proposed drivers for radical innovation in emerging defense ecosystems. Also, innovation resources are identified as the most crucial driver, with human capital, financial resources, policy framework, and institutional structure as the most critical sub-dimensions, respectively.

**Keywords:** radical innovation; innovation ecosystem; defense industry; emerging context

**Citation:** Ghazinoory S., Mahdiani R., Fatemi M. (2025) How to Radically Innovate in Emerging Defense Ecosystems? *Foresight and STI Governance*, 19(3), pp. 49–63.  
<https://doi.org/10.17323/fstg.2025.26575>

**И**нновационная деятельность как главный драйвер развития экономики имеет широкий спектр применения — от незначительного усовершенствования продуктов до создания новых предприятий на базе технологических прорывов. Радикальные инновации (РИ) представляют собой разработку новых продуктов или услуг и создание на их основе крупных предприятий, новых отраслей и стоимости (Gaynor, 2002). РИ способствуют развитию территорий, изменению парадигм, формированию потенциала для радикальных преобразований и выступают критическим фактором роста, успеха и благосостояния бизнеса и стран (Norman, Verganti, 2014). Однако анализ профильной литературы показывает, что к тематике РИ в развивающихся странах обращаются редко, поскольку в них, как считается, такие инновации обычно не рождаются. Вместе с тем, хотя ускоренное развитие может начинаться с подражания лидерам, репликация существующих продуктов или технологий может принести плоды лишь в краткосрочной перспективе, а в дальнейшем потребует новых путей технологического развития (Malerba, Lee, 2021). Нескольким успешным фирмам в Индии, Южной Корее, Южной Африке и Мексике удалось значительно продвинуться и даже опередить лидеров с помощью амбидекстральных стратегий и инвестиций в создание РИ (Forbes, Wield, 2002).

Существующие аналитические модели создания РИ плохо подходят для анализа и объяснения соответствующих тенденций и процессов, поскольку недостаточно учитывают исторические, социальные, внешние и внутренние факторы и связи, влияющие на динамику рассматриваемых процессов (Viegas, Vomtempo, 2010). В ответ на это родились новые подходы к рассмотрению этого многогранного эволюционирующего феномена, в частности открытые инновации, инновационные и экосистемы как центры формирования общих ценностей (Gomes et al., 2016).

Оборонная сфера как передовая инновационная экосистема динамически отражает две трансформационные тенденции — обострение геостратегической и геэкономической конкуренции великих держав, прежде всего США и Китая, и технологическую революцию, которая сулит фундаментальное изменение самой природы военной мощи. Именно поэтому мировые лидеры делают ставку на прорывные инновации (Cheung, 2021). Быстрое развитие и конвергенция робототехники, информационных технологий и искусственного интеллекта будут и дальше способствовать радикальной трансформации глобальной сцены (Billing et al., 2021). Технологии обеспечивают армии оперативное преимущество при сокращении численности солдат, что кардинально меняет вооруженные силы (Dyson, 2020). Связь прогресса с военным развитием восходит к формированию первых армий: ранние конфликты обусловили целый ряд технологических скачков (Safdari Ranjbar, Fatemi, 2022). Однако начиная с 1970-х гг. исследова-

ния и разработки (ИиР) в оборонном секторе широко критиковались из-за высоких затрат, относительной неэффективности по сравнению с гражданскими ИиР и фокуса на инкрементальных инновациях (Bellais, 2013). Высокотехнологичные оборонные предприятия предпочитают совершенствовать технологии постепенно, чтобы усилить свои позиции на рынках вооружений, игнорируя РИ, угрожающие их технологическим портфелям или требующие дополнительных инвестиций. Подобный консервативный подход очевиден и со стороны потребителей: вооруженные силы предпочитают устоявшиеся решения и сопротивляются новым, которые могут потребовать корректировки их задач и организации деятельности (Bellais, 2009).

Формирующиеся оборонные экосистемы сталкиваются с глубокими и комплексными вызовами. Подобные национальные системы находятся на начальном этапе развития институциональной архитектуры, координации участников и согласования политики с характерной фрагментацией управления, неразвитой инфраструктурой и ограниченным опытом создания РИ<sup>1</sup>. Проблемы усугубляются глубоким переплетением оборонной сферы с политической повесткой: приоритизация военных инноваций часто отвлекает ресурсы от других важных сфер, таких как социальное обеспечение. Международные ограничения серьезно затрудняют доступ к внешним знаниям и навыкам: ведущие страны последовательно отказываются от передачи чувствительных технологий даже близким союзникам, что вынуждает развивающиеся государства полагаться преимущественно на собственный потенциал (Lee, Park, 2019). В ответ на это формирующиеся экосистемы традиционно следуют двум расходящимся стратегиям: принципу достаточности (разработка доступных технологий для ответа на региональные угрозы) и «золотой» стратегии достижения технологического уровня мировых держав путем реализации дорогостоящих инновационных инициатив (Cheung, 2014). Сохраняющееся доминирование традиционных сверхдержав говорит об ограниченном успехе последнего подхода и поднимает критически важные вопросы о барьерах, препятствующих созданию инноваций в догоняющих странах.

Оборонная экосистема формируется и в Иране. Военная промышленность страны была создана до революции 1979 г. в рамках военной доктрины НАТО путем импорта технологий и производственных линий из-за рубежа, прежде всего из Германии и США. Поскольку квалифицированные работы выполнялись преимущественно иностранными консультантами, возможности аккумуляции знаний и навыков оставались ограниченными. После революции многие иностранные специалисты покинули страну, а слабый приток инноваций был прерван началом ирано-иракской войны и вызванными ею санкциями. В результате отрасли пришлось полагаться на самообеспечение и внутренние ресурсы при почти полном отсутствии возможностей для техно-

<sup>1</sup> Уровень развития оборонных экосистем не всегда коррелирует с общим экономическим развитием страны. Например, Китай и Россия при статусе развивающихся экономик обладают относительно зрелыми военно-инновационными системами.

логического сотрудничества, и ИиР велись в основном методом проб и ошибок (Ghazinoory, Vaziri, 2020). Хотя в послевоенный период они возобновились в полном объеме, технологический разрыв с лидерами очевиден, особенно в области двигателей и сложных электронных систем (Mahdiani et al., 2022).

Экосистемы РИ остаются слабо изученными, особенно в контексте военной промышленности с ее уникальными особенностями. Поскольку инвестиционные ресурсы формирующихся оборонных экосистем обычно невелики, критически важной оказывается приоритизация направлений развития РИ. Задачи настоящей статьи — разработка концептуальной модели анализа создания РИ в формирующихся оборонных экосистемах и классификация факторов и измерений этой деятельности с помощью нечеткого аналитического иерархического процесса (Fuzzy Analytic Hierarchical Process, НАИП).

На рассмотрение вынесены вопросы о факторах и измерениях разработки РИ в формирующихся оборонных экосистемах и о том, какие из них представляют наибольшую важность. Для заполнения указанного пробела проанализированы процесс создания РИ, инновационные экосистемы и оборонные инновации. Описана качественно-количественная методология и представлена концептуальная структура для классификации факторов и измерений инновационной деятельности. Полученные результаты сопоставлены с данными предыдущих работ; в заключении сформулированы выводы в отношении политики и намечены возможные направления дальнейших исследований.

## Обзор литературы

### *Радикальные инновации*

Инновации классифицируют по различным дихотомиям, в частности, развивающие и разрушающие компетенции; модульные и архитектурные; угрожающие идентичности и способствующие ее сохранению (Ansari, Krop, 2019). Наиболее продуктивные из этих пар — административные и технические, продуктовые и процессные, а также радикальные и инкрементальные инновации (Costa, Monteiro, 2016).

РИ предполагают коммерциализацию продуктов и технологий, существенно трансформирующих рынок и его игроков путем изменения как бизнес-модели, так и технологии, что ведет к кардинальной перестройке конкурентной среды отрасли (Sarkar et al., 2018). Они необходимы для роста компаний и экономики в целом, способствуя появлению новых ниш и интеграции или исчезновению старых. Тем самым РИ могут помочь мелким игрокам стать лидерами отрасли, если существующие флагманы становятся заложниками текущей технологической парадигмы (Bao et al., 2012). Хотя исследователи определяют их как стратегический фактор роста и модернизации бизнеса, эмпирические данные свидетельствуют, что организациям не всегда удается разработать адекватные этим вызовам стратегии (Hill, Rothaermel, 2003).

### *Инновационная экосистема*

Под экосистемой понимается сеть субъектов, производящих или эксплуатирующих продукты и услуги на базе общих ценностей (Autio, Thomas, 2014). Этот подход объединяет открытые инновации, стратегический менеджмент, организационные исследования, эволюционную экономику и промышленную экологию и получил распространение среди исследователей стратегии и политики (Rinkinen, Harmaakorpi, 2018). Наиболее влиятельные из множества определений инновационных экосистем — фокальные (центральные) экосистемы (Nambisan, Baron, 2013), открытые инновационные (Chesbrough, Bogers, 2014) и платформенные экосистемы (Gawer, Cusumano, 2014), а также инновационные экотопы (Ghazinoory et al., 2021). Хотя эти подходы свидетельствуют о гибкости концепции, они могут порождать противоречия и конфликты. Кроме того, не вполне четко определены различия между инновационной экосистемой, цепочкой поставок, сетью и бизнес-моделью, что затрудняет интеграцию знаний (Gomes et al., 2018). Наконец, важную роль в анализе инновационных экосистем играют культура, подсистемы и институты (Durst, Poutanen, 2013), поэтому в ходе формирования экосистемы РИ необходимо учитывать реальный контекст.

### *Инновации в оборонной промышленности*

Оборонные инновации отличаются от таких близких понятий, как военные и инновации в сфере национальной безопасности, тем, что предполагают разработку сложных дорогостоящих решений путем интеграции различных технологий и применения навыков широкого спектра (Barbaroux, 2019). По контрасту с военными инновациями, которые сфокусированы на наращивании потенциала вооруженных сил, оборонные охватывают также гражданскую сферу, в частности промышленность двойного назначения (Cheung, 2021). От гражданских их отделяют меньшая социальная отдача и высокая неопределенность. Кроме того, реализация соответствующих программ часто откладывается, затраты быстро растут, а ожидаемые результаты не всегда достигаются (Bellais, 2009). Вместе с тем, если коммерческие предприятия для выживания в конкурентной среде должны учитывать финансовую эффективность, дистрибуцию и логистику, исследования рынка, ценообразование и маркетинг, то при создании военных решений во главу угла ставятся техническая и операционная целесообразность (Safdari Ranjbar, Fatemi, 2022). Все это предопределяет специфику политики и моделей управления данной сферой.

### *Пробелы в исследованиях*

РИ играют ключевую роль в наращивании внутреннего потенциала формирующихся оборонных экосистем. Для стран, лишенных доступа к передовым военным технологиям из-за геополитической напряженности или эмбарго, создание РИ становится не просто императивом, а вопросом национальной безопасности.

Выходя за рамки инкрементального совершенствования и инвестируя в высокорисковое долгосрочное технологическое развитие, такие государства стремятся снизить зависимость, сократить дистанцию с другими и продемонстрировать свои возможности в области сдерживания (Bitzinger, 2014; Irfan et al., 2023). Асимметричные подходы к инновационной деятельности позволяют более слабым игрокам бросить вызов лидерам путем создания прорывных инноваций (Mehta, 2021). При этом переток результатов оборонных ИиР может стимулировать более широкую промышленную модернизацию (Safdari Ranjbar, Fatemi, 2022).

Хотя спрос на ИиР очевиден, процесс их создания в описанных условиях концептуализирован недостаточно. Значительная часть литературы посвящена передовым оборонным экосистемам США (Gholz, Sapolsky, 2021), России (Kashin, 2018) или стран НАТО (Efthymiopoulos, 2019; Fiott, 2017), где инновационная деятельность подкреплена зрелой промышленной базой, стабильными альянсами и масштабными системами закупок. Редкие исследования посвящены другим странам, например, Китаю (Yuan et al., 2016) и Южной Корее (Moon, Paek, 2010), но их авторы обычно описывают специфические траектории и не предлагают моделей, применимых к менее ресурсно-обеспеченным контекстам. Кроме того, существующие исследования, как правило, сосредоточены на сугубо описательном картировании или подготовке политических рекомендаций. При этом игнорируются аналитические противоречия, возникающие при попытке интегрировать динамику радикальной инновационной деятельности в политически централизованную ресурсодефицитную оборонную сферу.

Настоящая статья восполняет обозначенный исследовательский пробел за счет сведения воедино трех линий концептуализации: инновационной экосистемы, ИиР и формирующихся оборонных экосистем (рис. 1). В их основании лежат принципиально разные исходные

допущения. Инновационные экосистемы предполагают распределенное взаимодействие, эволюционирующие сети и совместное создание стоимости разнородными субъектами. ИиР требуют долгосрочных ИиР, институциональной гибкости и готовности к неудачам, что выводит на первый план поглощающую способность, междисциплинарную интеграцию и циклы обучения. Формирующиеся оборонные экосистемы, напротив, обычно ориентированы на выполнение конкретных задач, контролируются государством, замкнуты на себе и управляются формальной иерархией, нормами секретности и жестким бюджетом. Несоответствие этих направлений носит не случайный, а структурный характер, поскольку они находятся в состоянии напряжения, а не синергии. Подобный контраст показывает, что многие условия, считающиеся необходимыми для создания ИиР, в формирующихся оборонных экосистемах не только отсутствуют, но напрямую блокируются их институциональной логикой.

Напряжение между этими тремя направлениями составляет суть проблемы. Во-первых, существует фундаментальное противоречие между открытостью, необходимой для поисковых инновационных исследований, и закрытой природой оборонной промышленности. Потоки знаний, питающие инновационные экосистемы — через обратную связь от пользователей, межотраслевое сотрудничество и обмена между наукой и промышленностью, — часто затруднены применяемой классификацией, фрагментацией и соображениями национальной безопасности. Во-вторых, успех создания ИиР зависит от способности преодолевать неопределенность и находить новые решения, однако оборонные институты часто придерживаются стратегии безрисковых закупок для обеспечения бесперебойной работы. В результате они по определению предпочитают инкрементальные инновации технологическим прорывам. В-третьих, если инновационные экосистемы основаны на децентрализованной инициативе и горизонтальной координации, формирующиеся оборонные экосистемы, как правило, опираются на вертикальную субординацию, ограничивающую самостоятельность подразделений. В таких системах предприниматели не имеют ни институциональной легитимности, ни ресурсной автономии, что снижает потенциал создания инноваций снизу вверх.

Эти противоречия ставят под сомнение релевантность традиционных инновационных моделей описанным параметрам. Указанные ограничения отражают не просто технические узкие места или недостаток потенциала, устранимые с помощью целенаправленной политики, но более глубокие расхождения между логиками инновационной деятельности и управления. Попытки применить к этим экосистемам стандартные инновационные структуры без учета отмеченных противоречий могут привести к недооценке механизмов фильтрации, замедления или перенаправления инновационной деятельности. Вопрос заключается не в том, как воспроизвести ИиР-системы в идеальных условиях, а в том, как понять частичные, ограниченные и адаптивные формы инноваций в структурно противоречивых средах.

Рис. 1. Теоретическая структура



Подобное понимание требует подхода, основанного не на предположении о гладком функционировании, а на изучении точек трения между конкурирующими институциональными логиками. Поэтому мы рассматриваем формирующиеся оборонные экосистемы не как урезанные версии сложных систем, а как аналитически обособленные области, где инновации создаются в условиях напряженности. Структурные противоречия рассматриваются как центральный элемент анализа, позволяющий понять, в каких обстоятельствах создание РИ делается возможным, становится маловероятным или перенаправляется, и предложить основу для теоретического осмысления инновационной деятельности в ситуации ограничений.

## Методология исследования

Данные для разработки модели создания РИ в формирующихся оборонных экосистемах были собраны в ходе качественного исследования с помощью интервью. Выборка включала три группы экспертов: 1) руководители высшего звена, ответственные за разработку политики в сфере оборонных инноваций; 2) менеджеры и исследователи из организаций, занимающихся созданием оборонных РИ (например, Организация оборонных инноваций и исследований); 3) специалисты по оборонным ИиР с опытом участия в проектах по разработке сложных технологий (спутники, управляемые ракеты, новые материалы, радиолокационные системы и БПЛА). Поскольку знания и опыт респондентов были важнее их количества, использовались методы экспертного отбора и снежного кома. Первые интервью были проведены с группой вручную отобранных экспертов, которые предлагали других кандидатов. Для отбора использовались пять критериев: 1) респондент должен выполнять критическую роль в разработке РИ, 2) обладать достойной репутацией среди других коллег, 3) иметь теоретическое понимание данной темы, 4) состав экспертов должен быть разнообразным и 5) готовность респондентов к участию в интервью. Чтобы обеспечить теоретическое насыщение, в выборку были включены 27 экспертов: 9 политиков, 11 менеджеров и исследователей и 7 специалистов по ИиР.

В начале интервью респондентам разъяснили концепции РИ и инновационных экосистем, поскольку некоторые из них имели инженерное образование и не владели соответствующей терминологией. Затем обсуждались участники, роли, стратегии и культура экосистем оборонных инноваций на протяжении всего их жизненного цикла. Главное внимание уделялось уникальным характеристикам и предпосылкам создания РИ для получения исчерпывающих ответов на поставленные исследовательские вопросы. В дополнение к структурированной части интервью респондентов просили в свободной форме рассказать о своем опыте и взглядах. Ключевыми темами были различия между системами и экосистемами, институциональные и культурные характеристики, способствующие появлению РИ, мотивация заинтересованных сторон и необходимые реформы управления инновационной деятельностью в оборонном секторе, различия между

радикальными и инкрементальными инновационными стратегиями.

Респонденты приводили конкретные примеры РИ, рассказывали о своем восприятии барьеров и стимулов для их создания, а также о форматах сотрудничества в данной сфере. Они также обозначили возможные пути развития национальных инновационных систем для более эффективной поддержки создания прорывных оборонных технологий. Интервью были записаны и впоследствии расшифрованы для импорта в программу MAXQDA. Анализ выполнялся в три этапа: начальное кодирование (данные разбивались на блоки), осевое кодирование (выявление связей между кодами) и выборочное кодирование (из проанализированных кодов выбиралась центральная категория, отражающая суть изучаемого вопроса). Результаты валидировались в формате обсуждения в фокус-группе, внешней экспертизы и повторного выборочного кодирования данных через MAXQDA.

Выявленные в ходе интервью факторы и измерения создания РИ в оборонной промышленности были приоритизированы с помощью НАИП. Хотя алгоритм АИП широко применяется в математической оптимизации и исследовании операций (Liu et al., 2020), нечувствительность точных чисел к особенностям человеческого мышления привела к созданию его нечеткой модификации (Coffey, Claudio, 2021). В отличие от нечеткого сетевого анализа НАИП выполняется путем попарного сравнения элементов с использованием лингвистических терминов, что упрощает принятие решений в условиях неопределенности и повышает интерпретируемость. По контрасту с методом TOPSIS (ранжирование по близости к идеальному решению) НАИП позволяет включать в иерархию измерения разного порядка и более гибко приоритизировать как их, так и факторы (Junior et al., 2014). В сравнении с VIKOR (многокритериальное компромиссное ранжирование) структуры на базе НАИП обеспечивают более системную оценку критериев и альтернатив в условиях неоднозначности, что повышает качество принимаемых решений. Наконец, относительно PROMETHEE (организация ранжирования для обогащенной оценки) логическая интеграция НАИП предлагает более надежную и прозрачную методологию расчета весов и приоритизации в неопределенном контексте (Macharis, 2004).

Релевантность НАИП обусловлена также тем, что нечеткость позволяет учитывать качественные ответы экспертов, организовать трехуровневую иерархическую структуру и анализировать небольшую иерархию (всего 4 фактора и 12 измерений) с достаточной гибкостью и прозрачностью. Для сравнения выявленных факторов и измерений разработанная на базе НАИП анкета была в электронном виде направлена 67 экспертам из числа участников различных инновационных проектов в оборонной промышленности, включая представителей национальной элиты, активно вовлеченных в экосистему оборонных инноваций.

Среди 67 опрошенных 44 представляли инженерно-технические дисциплины, 18 — гуманитарные и социальные науки, 3 — медицину, 1 — фундаментальные

науки и еще 1 — другое направление. По уровню квалификации в выборку вошли 2 бакалавра, 37 магистров, 8 аспирантов и 20 докторов (PhD), что обеспечило необходимую экспертизу для парных сравнений в условиях неопределенности. В соответствии с методикой НАИП респондентам предложили попарно сравнить 4 основных фактора и 12 измерений; данные были обработаны после проверки согласованности ответов (индекс  $< 0,1$ ). Исходная матрица сформирована по методике (Chang, 1996) на основе нечетких треугольных чисел (Samouei et al., 2016) и геометрического среднего результатов каждого сравнения, после чего вычислены окончательные приоритеты элементов матрицы.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \odot \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (1)$$

Затем с помощью уравнения 2 рассчитаны относительные значения факторов и измерений, где  $l$ ,  $m$  и  $u$  — минимальное, среднее и максимальное значения нечетких треугольников соответственно.

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1 & \text{if } m_2 \geq m_1 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{if } m_2 < m_1 \end{cases} \quad (2)$$

Наконец, с помощью уравнения 3 определены вес и относительная важность каждого фактора и измерения.

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = \min V(M \geq M_i), i = 1, \dots, k. \quad (3)$$

## Модель создания радикальных инноваций для оборонной экосистемы

После присвоения и классификации первичных кодов по результатам 27 интервью были выявлены 12 измерений и 4 основных фактора: (1) формирование культуры РИ, (2) организация управления созданием РИ, (3) ресурсы для создания РИ и (4) разработка процессов создания РИ.

### Формирование культуры РИ

Культурная трансформация признается ключевым фактором появления РИ. Она подразумевает не только изменение поведения, но и отказ от устаревших представлений о создании, внедрении и принятии инноваций. Формирование культуры РИ включает следующие измерения: стимулирование РИ, формирование организационной культуры и культуры сотрудничества.

**Стимулирование РИ.** Организациям свойственно замыкаться в привычных парадигмах, доступных возможностях и направлениях инвестиций, что препятствует созданию РИ. Способствовать этому в оборонном секторе будут развитие готовности идти на риск, поддержка инновационной деятельности, даже с весьма туманными перспективами, и альтернативного дискурса инноваций. Постоянной проблемой выступает институциональная неопределенность в вопросе о том, что следует считать РИ, которая выражается в ошибоч-

ном причислении к ним инкрементальных инноваций и к размыванию фокуса организации. Разработка формальных систем классификации и критериев типологии инноваций позволит упорядочить стратегию и сконцентрировать ресурсы. Для обеспечения легитимности РИ следует изменить их восприятие с исключительного явления на постоянный и необходимый стратегический процесс, обеспечивающий национальную безопасность за счет опережающего наращивания потенциала.

**Формирование организационной культуры.** Для создания РИ в оборонных экосистемах недостаточно технологических прорывов — необходима гибкая организационная культура, стимулирующая обучение, познание и терпимость к неудачам. Слишком жесткая культура подавляет инициативу и препятствует созданию новых видов ценности, не сводимых к экономической выгоде. Инновационная деятельность требует культивирования индивидуализма, поддержки руководства и взаимопонимания заинтересованных сторон, чтобы снизить несогласованность и создать импульс креативности. Организационные механизмы обучения — оценка результатов, структурированное осмысление — позволяют использовать как прорывы, так и неудачи для укрепления институционального потенциала.

В культуре многих оборонных организаций процедурный формализм господствует над гибким экспериментированием. Чтобы изменить эту ситуацию, необходимы не только усилия руководства, но и символические формы, например поощрения за проекты, которые не завершились успехом, но принесли полезный опыт. Создание внутренних нарративов, переосмысляющих неудачи как уроки, а не ошибки, позволит постепенно преодолеть неприятие риска.

**Формирование культуры сотрудничества.** Межфункциональный обмен знаниями критически важен для оборонных экосистем, находящихся на стыке ИИ, роботехники и материаловедения. Междисциплинарные команды преодолевают замкнутость отдельных подразделений, обеспечивают взаимодействие в реальном времени и ускоряют создание инноваций. Коллаборативные платформы и гибкие методы планирования углубляют интеграцию, особенно при достаточной автономности участников. Для удержания талантливых специалистов необходимы признание их вклада и закрепление долгосрочных экономических прав через индивидуальные (прежде всего нематериальные) формы стимулирования.

Налаживанию кооперации часто препятствуют межведомственное недоверие и строгие рамки секретности. Преодолеть эти барьеры без ущерба для операционной безопасности позволят упрощенные процедуры доверительного взаимодействия и модульные соглашения об обмене информацией. Отсутствие общих цифровых сред делает практически невозможным оперативное решение межорганизационных проблем. Развертывание защищенных платформ может оптимизировать сотрудничество при сохранении необходимой конфиденциальности. Создание альянсов в виде временных рабочих групп из сотрудников организации и внешних

партнеров также ускорит выполнение рискованных экспериментов в условиях ограниченного времени.

### **Управление созданием РИ**

Драйвером и барьером на пути создания РИ выступает механизм управления этим процессом. Современным моделям принятия решений часто недостает динамизма, необходимого для высокорисковой инновационной деятельности. Под управлением РИ понимается разработка политического механизма, институциональной модели и организационной структуры.

*Разработка политического механизма.* РИ нередко создаются благодаря Форсайт-исследованиям и дорожным картам. Руководителям следует ставить конкретные, но адаптируемые цели, направленные на получение долгосрочных преимуществ. Хотя в силу неизбежной неопределенности такие директивы не могут быть кристально четкими, чрезмерная размытость также препятствует прогрессу. Более структурированный подход к долгосрочной интеграции политики предполагает включение РИ в доктрины национальной безопасности и проведение ежегодных межотраслевых Форсайт-сессий. Подобные мероприятия могут стать формальными площадками для отражения в стратегических документах новой технологической и геополитической динамики.

Кроме того, следует институционализировать периодическое перераспределение средств из низкоэффективных проектов в новые перспективные направления на базе строгих критериев новизны, уровня риска и экологичности. Регулярный аудит политики поможет обеспечить соответствие инновационной деятельности меняющимся потребностям.

*Разработка институциональной модели.* Институциональный контекст должен благоприятствовать появлению РИ. Следует пересмотреть подходы к взаимодействию заинтересованных сторон для стимулирования открытой инновационной деятельности в оборонной экосистеме. Соглашения высшего уровня между профильными организациями помогут в принятии решений и обеспечат оптимальные условия создания РИ. Отсутствие координации между исследовательскими и закупочными подразделениями и регулирующими органами порождает последовательные инновационные циклы вместо параллельных. Подобная рассинхронизация замедляет всю экосистему.

Создание трехсекторального координационного совета с законодательным статусом поможет синхронизировать механизмы регулирования, закупочную практику и исследовательские траектории. Программы межведомственной ротации руководителей будут способствовать поддержанию общих ментальных моделей и неформальных каналов коммуникаций. Политические инициативы часто воспринимаются как разрушительный фактор, подрывающий согласованность инновационных стратегий. Иными словами, институциональная структура должна защищать ключевые элементы

инновационной деятельности от внешних воздействий, обеспечивая при этом координацию деятельности различных субъектов.

*Разработка организационной структуры.* Свойственные оборонному сектору жесткие процедуры подавляют творчество. Плоские структуры способствуют вовлечению сотрудников и упрощают принятие решений. Создание РИ требует пересмотра критериев назначения менеджеров, устранения излишних ограничений и развития централизованных институтов с четкой миссией.

### **Ресурсы для создания РИ**

Нехватка ресурсов служит одновременно структурным и индивидуальным вызовом для организаций. Недореализованные возможности и фрагментация стратегических инвестиций зачастую превосходят по значимости объективную ресурсную недостаточность. Развитие инфраструктуры и человеческого капитала, а также привлечение финансирования составляют базу для создания РИ.

*Развитие инфраструктуры.* Инфраструктура для создания РИ, включая лаборатории пользовательского прототипирования и испытательные среды, критически важна для адаптации технологий к реальным боевым условиям. Сеть интегрированных лабораторий, национальных исследовательских центров и фаблабов<sup>2</sup> обеспечит быстрое тестирование и адаптацию продукции. Обособленные структуры, функционирующие изолированно, порождают дублирование задач и функционала. Централизованная дорожная карта развития инфраструктуры с четким описанием полномочий различных организаций и базами данных о доступности оборудования в реальном времени значительно оптимизирует эксплуатацию имеющихся мощностей.

Инновационную инфраструктуру следует интегрировать со средами моделирования для сценарного тестирования, особенно в случае технологий двойного назначения. Отсутствие таких возможностей часто приводит к преждевременному масштабированию продукции или к ее несоответствию оперативной обстановке «на земле». Внедрение специальных индикаторов использования инфраструктуры, а не только результатов проектов может повысить подотчетность и обеспечить стратегическое обновление активов.

*Развитие человеческого капитала.* Человеческий капитал играет решающую роль в создании РИ. Идеи воплощают в жизнь технологические таланты и харизматичные лидеры. Сохранение преемственности и внедрение механизмов передачи знаний внутри организации могут предотвратить критическую потерю потенциала. Создание лидероцентричных команд, подкрепленных индивидуальными стимулами, усилит мотивацию и повысит производительность.

Избыточное доверие к формальным дипломам и традиционным моделям карьерного роста препятствует развитию разностороннего инновационного потен-

<sup>2</sup> От англ. *fabrication laboratories* — производственные лаборатории.

циала. Диверсифицировать кадровый резерв позволит признание неформальных траекторий обучения — собственных технологических портфелей или результатов участия в хакатонах. Экосистема выиграет от межпоколенческих программ наставничества, где опытные специалисты будут работать с начинающими в рамках экспериментальных проектов. Это создаст непрерывные циклы передачи некодифицированных знаний и обучения личным примером. Формализация горизонтальной мобильности в инновационных подразделениях может предотвратить фрагментацию опыта и распределить лучших специалистов по приоритетным областям.

Дифференцированные карьерные треки для инноваторов должны поощрять изобретательство, проектную амбидекстрию и межфункциональное лидерство, позволяя персоналу реализоваться в ИиР, политической и практической деятельности. Подобная гибкость лучше отвечает задачам создания РИ и помогает организациям аккумулировать инновационный опыт. Внедрение «двойной лестницы» карьерного роста с равным вознаграждением управленческих и технологических достижений обеспечит сохранение талантливых специалистов.

*Привлечение финансовых ресурсов.* Денежные ограничения остаются главным препятствием для создания РИ. Устойчивость в данной области обеспечат стабильные и независимые источники инвестиций и диверсифицированный научно-исследовательский потенциал. Важно различать базовое финансирование инфраструктуры и поддержку конкретных проектов. Последняя должна допускать отрицательные результаты и предусматривать гибкие механизмы перераспределения ресурсов.

Финансовые инструменты, такие как гранты с подвижными сроками подачи заявок и премии за достижение контрольных точек, могут повысить гибкость и стимулировать постоянное обучение в ходе реализации проектов. Следует изменить системы учета и оценки результатов инновационной деятельности, отказавшись от отслеживания конкретных результатов в пользу показателей получения новых знаний, оценки адаптивности, синергии научно-исследовательского портфеля и стимулирующего эффекта поисковых исследований. Это переориентирует мотивацию на долгосрочное развитие экосистемы. Формирование экосистемного фонда, объединяющего ресурсы на ИиР оборонного и двойного назначения, поможет устранить дублирование и реализовывать более рискованные проекты.

### **Разработка процессов создания РИ**

Процессы — не просто операционные инструменты, а соединительная ткань для идей. Несовершенство процессов выступает одновременно источником и результатом институциональной жесткости. Создание РИ включает в себя следующие измерения: управление знаниями, управление проектами и открытые инновации.

*Управление знаниями.* Успех создания РИ зависит от динамических экосистем знаний. Помимо технической документации, устойчивые исследования поддерживает интеграция неформальных и кодифицированных зна-

ний. Чтобы ее достичь, оборонным организациям необходимы структурированные репозитории знаний, системы генерации идей и тематические учебные центры.

Непоследовательная кодификация в различных подразделениях затрудняет поиск нужной информации. Разработка единой онтологии — классификации инновационных знаний с помощью унифицированных таксономий — упростит доступ к данным и ускорит их применение. Параллельно следует институционализировать стимулы для документирования и упорядочения знаний в реальном времени, чтобы они не инкапсулировались в отдельных проектах. Усовершенствовать документацию поможет соединение кодификации с показателями эффективности. Формирование сообществ практиков — как внутри-, так и межорганизационных — будет способствовать оперативному решению проблем и поможет преодолеть изоляцию новых областей знаний.

*Управление проектами.* Проекты создания РИ должны учитывать как рыночную, так и технологическую неопределенность. Системы оценки по достижении определенных этапов, в отличие от заточенных на конечный результат традиционных моделей, позволяют более реалистично отслеживать эффективность. Для руководства проектами прорывных исследований необходимы менеджеры, обладающие как научной, так и производственной квалификацией и опытом.

Экосистемам нужны стандартизированные шаблоны для гибкого масштабирования проектов. Запуск новых инициатив будет способствовать созданию репозитория документации, реестров рисков и базовых логических моделей, ранее применявшихся в аналогичных инициативах. Наличие проектных историков — специалистов, ответственных за документирование хода реализации и результатов, облегчит подготовку персонала и создание контекста для ретроспективной оценки. Современные инструменты сценарного планирования и ретроспективный анализ могут оказаться полезными для совершенствования стратегий и позволят избежать повторения прошлых ошибок.

*Открытие инноваций.* Несмотря на жесткие требования безопасности, избирательная открытость может помочь в создании оборонных инноваций. Сотрудничество с научными учреждениями, стартапами и специализированными сообществами расширяет пространство для поиска решений. Разработка базовых правил открытости — направления, временные рамки, форматы сотрудничества с внешними партнерами — устранил неопределенность и будет способствовать налаживанию взаимодействия.

Публичные инициативы по созданию инноваций в несекретных областях могут привести к созданию оригинальных подходов и продемонстрируют открытость оборонной экосистемы внешним идеям. Наконец, разработка закрытой версии системы уровней готовности технологий (technology readiness level, TRL) позволит оборонным организациям информировать различных участников о зрелости тех или иных инноваций, не нарушая требований безопасности. Буферные структуры, например акселераторы оборонной промышленности,

могут осуществлять посредничество с внешними партнерами.

Эффективность и актуальность создания РИ в оборонной экосистеме сдерживается рядом устойчивых барьеров, обусловленных глубоко укоренившейся структурной жесткостью, которая подрывает стратегический вектор инновационной политики (табл. 1). В культурном плане организационное поведение по-прежнему определяется бюрократической инерцией и приоритетом стабильности перед переменами. Этот изначальный консерватизм ведет к сохранению устаревших платформ и устоявшихся технологических траекторий, что выражается в безоговорочном предпочтении инкрементального совершенствования рискованным исследованиям. Неприятие риска на институциональном и индивидуальном уровнях еще более усложняет переход к траекториям радикального развития. Неудачи воспринимаются как репутационный урон, а не значимые механизмы обратной связи, что блокирует циклы обучения через экспериментирование, требуемое для успешного создания инноваций.

Наибольшую угрозу представляет отсутствие общего дискурса между инноваторами и оперативными подразделениями. Инженеры, ученые и офицеры действуют автономно, руководствуясь собственными концептуальными представлениями, что приводит к сбоям в коммуникации, рассогласованию приоритетов и снижению способности к освоению новых технологий.

На уровне управления отсутствие смелой, ориентированной на будущее стратегии выражается во

**Табл. 1. Барьеры РИ в формирующихся оборонных экосистемах**

Измерение	Факторы
Культура	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Бюрократическая культура организаций</li> <li>• Тенденция оборонной промышленности к эксплуатации старых технологий</li> <li>• Предпочтение инкрементальных инноваций</li> <li>• Неприятие риска, неготовность к неудачам</li> <li>• Отсутствие общего языка у инноваторов и пользователей</li> </ul>
Управление	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отсутствие смелых картин будущего и дорожных карт</li> <li>• Отсутствие приоритетов на базе оборонных нужд</li> <li>• Отсутствие поддержки на макроуровне</li> <li>• Отсутствие независимости и самостоятельности групп ИиР</li> <li>• Чрезмерный фокус на секретности</li> </ul>
Ресурсы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отсутствие лабораторной инфраструктуры</li> <li>• Конфликт между моделями долгосрочной занятости и динамикой генерации знаний</li> <li>• Недостаточная компетентность персонала в сфере РИ</li> <li>• Отсутствие мотивации к созданию РИ</li> <li>• Зависимость от ограниченных государственных ресурсов</li> </ul>
Процессы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Закрытый подход к инновациям</li> <li>• Отсутствие четкого разграничения академических и технических знаний</li> <li>• Недостаток документированных научных ресурсов для передовых исследований</li> <li>• Отсутствие критической массы знаний</li> <li>• Игнорирование междисциплинарных знаний</li> </ul>

Источник: составлено авторами.

фрагментированной политике и непоследовательной поддержке руководства. Подходы к созданию инноваций редко учитывают потребности участников боевых действий или более общие задачи трансформации оборонной сферы, что ведет к реализации инициатив частного характера с низким кумулятивным эффектом. Системную неопределенность усугубляет отсутствие консенсуса на макроуровне: ключевые заинтересованные стороны нередко имеют противоречивые приоритеты. Институциональные механизмы часто дополнительно усиливают рассогласованное поведение, а чрезмерная централизация и процедурная жесткость снижают самостоятельность исследовательских команд. Примат секретности, оправданный в контексте обороны, затрудняет координацию, ограничивает межведомственное сотрудничество и открытость внешним источникам знаний.

Нехватка ресурсов еще сильнее ограничивает инновационный потенциал. Инфраструктура для сложных экспериментов, особенно лаборатории прототипирования и системы моделирования, остается разрозненной и устаревшей. Долгосрочная занятость культивирует лояльность и преемственность, но не способствует гибкости и обновлению опыта, что затрудняет привлечение и сохранение персонала, способного работать в передовых технических областях. Многим организациям недостает междисциплинарного мышления и адаптивности, необходимых для управления созданием РИ. Мотивацию подрывает отсутствие конкурентных стимулов, динамичных карьерных траекторий и реальной возможности на что-либо повлиять. В финансовом плане экосистема по-прежнему чрезмерно зависит от краткосрочных государственных вливаний с минимальным участием коммерческих или гибридных источников капитала, что сдерживает готовность идти на риск и устойчивые инвестиции в радикальные долгосрочные инициативы.

Наконец, процедурные провалы свидетельствуют о проблемах с созданием, реализацией и оценкой инновационных процессов. Замкнутые инновации по-прежнему преобладают, сужая приток идей и контакты с наукой, стартапами и разработчиками технологий двойного назначения. Граница между теоретическими исследованиями и практическим воплощением технологий остается нечеткой, что ведет к противоречивым результатам и упущенным возможностям. Систематизация и документирование развиты слабо, что снижает эффективность организационного обучения и перетока знаний между проектами. В системе отсутствуют механизмы накопления критической массы знаний в ключевых областях, особенно быстроразвивающихся и междисциплинарных, военное значение которых растет, хотя они еще и не достигли определенного уровня институционализации. Эти структурные и операционные сбои демонстрируют уязвимость текущего состояния среды и потребность в целенаправленной работе по ликвидации узких мест, корректировке приоритетов и высвобождению скрытого инновационного потенциала.

**Табл. 2. Иерархическая структура**

Измерение	Компоненты
Культура	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Культура сотрудничества</li> <li>• Важность радикальных инноваций</li> <li>• Организационная культура</li> </ul>
Управление	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Политическая структура</li> <li>• Институциональная структура</li> <li>• Организационная структура</li> </ul>
Ресурсы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Человеческий капитал</li> <li>• Финансовые ресурсы</li> <li>• Инфраструктура</li> </ul>
Процессы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Управление знаниями</li> <li>• Открытые инновации</li> <li>• Управление проектами</li> </ul>

*Источник: составлено авторами.*

**Приоритизация факторов и измерений**

В соответствии с теоретической моделью, полученной по итогам качественного анализа, иерархическая структура приобрела два уровня, позволяющих приоритизировать факторы и измерения создания РИ с помощью НАИП (табл. 2).

В качестве примера ранжированы ресурсы для создания РИ. Матрица попарных сравнений ресурсов, учитывающая нечеткие значения на базе геометрических средних экспертных оценок, представлена в табл. 3.

Нечеткие значения ячеек матрицы рассчитаны следующим образом.

$$S_I = (2.48, 2.67, 2.88) \odot \left( \frac{1}{9.91}, \frac{1}{9.11}, \frac{1}{8.40} \right) = (0.25, 0.29, 0.34)$$

$$S_{HC} = (3.00, 3.27, 3.58) \odot \left( \frac{1}{9.91}, \frac{1}{9.11}, \frac{1}{8.40} \right) = (0.30, 0.36, 0.43)$$

$$S_{FR} = (2.92, 3.17, 3.45) \odot \left( \frac{1}{9.91}, \frac{1}{9.11}, \frac{1}{8.40} \right) = (0.29, 0.35, 0.41)$$

Далее рассчитаны относительные значения измерений.

$$V(M_I \geq M_{HC}) = \frac{0.30 - 0.34}{(0.29 - 0.34) - (0.36 - 0.30)} = 0.38$$

$$V(M_I \geq M_{FR}) = \frac{0.29 - 0.34}{(0.29 - 0.34) - (0.35 - 0.29)} = 0.46$$

$$V(M_{HC} \geq M_I) = 1; V(M_{HC} \geq M_{FR}) = 1; V(M_{FR} \geq M_I) = 1$$

$$V(M_{FR} \geq M_{HC}) = \frac{0.30 - 0.41}{(0.35 - 0.41) - (0.36 - 0.30)} = 0.91$$

**Табл. 3. Нечеткая матрица попарных сравнений ресурсов РИ**

	Инфра-структура (I)	Человеческий капитал (HC)	Финансовые ресурсы (FR)
Инфра-структура (I)	(1, 1, 1)	(0.8, 0.9, 1.02)	(0.68, 0.76, 0.86)
Человеческий капитал (HC)	(0.98, 1.11, 1.25)	(1, 1, 1)	(1.02, 1.17, 1.33)
Финансовые ресурсы (FR)	(1.17, 1.31, 1.47)	(0.68, 0.76, 0.86)	(1, 1, 1)

*Источник: составлено авторами.*

Минимальный порядок величины каждого измерения оценивался как его вес, который затем нормализовывался (табл. 4). В результате наиболее важными для РИ оказались человеческий капитал и финансовые ресурсы. Другие измерения ресурсного фактора были приоритизированы аналогичным образом (табл. 5).

**Обсуждение**

Подход, основанный на инновационных системах, способствовал достижению стратегических задач в оборонной промышленности. Однако сложность, неопределенность и системная взаимозависимость, характерные для создания РИ, требуют укрепления экосистемного видения, особенно в условиях геополитического давления и ресурсных ограничений (Khotbesara et al., 2023). В качестве ответа на этот вызов представлена модель формирования РИ в оборонном секторе Ирана, охватывающая 4 приоритетных фактора и 12 ключевых измерений (рис. 2, табл. 6).

Комплексный экосистемный подход предполагает анализ источников РИ, организационной культуры, процессов и управления в совокупности. Базовыми характеристиками модели выступают стимулирование фундаментальных исследований, долгосрочное видение и устойчивость к неудачам. Специфические для оборонной промышленности рекомендации состоят в ослаблении чрезмерного идеологического давления и стимулировании коммерческого применения военных технологий. Другим примером связи инновационного потенциала с особенностями развивающихся экономик служит проблема утечки квалифицированных специалистов.

Полученные результаты частично подтверждают выводы других исследований инновационных экосистем, но и расходятся с ними. Хотя многие концептуальные основы, в частности роль руководства, открытость и сетевое взаимодействие, носят универсальный характер, интересы обороны накладывают структурные ограничения и задают особые приоритеты. Так, если в теории экосистем ключевую роль играют гибкость и горизонтальная координация, то военные инновации часто рождаются в условиях жесткой иерархии. Вместо слепого копирования коммерческих шаблонов предложенная модель предусматривает адаптацию, например создание частично автономных исследовательских групп или использование институциональных конфигураций типа «двойной лестницы».

Хорошей отправной точкой для сравнения служит организационная динамика. Благодаря снижению бюрократической инерции компактные и гибкие институциональные формы способствуют креативности как в оборонной, так и в других отраслях (Diederiks, Hoonhout, 2007). Однако попытки трансформировать архитектуру или рабочие процессы в военной сфере встречают особенно яростное сопротивление в силу строгих протоколов безопасности, глубоко укоренившихся административных норм и критической важности выполняемых задач. Соответственно, любые перемены требуют особой осторожности и фундаментального изменения менталитета (Bao et al., 2012).

Табл. 4. Веса измерений ресурсного фактора

	I	НС	FR	Вес	Нормализованный вес
Инфраструктура (I)	–	0.38	0.46	0.38	0.16
Человеческий капитал (НС)	1	–	1	1	0.44
Финансовые ресурсы (FR)	1	0.91	–	0.91	0.40

Источник: составлено авторами.

Табл. 5. Приоритетность факторов и измерений РИ в оборонной промышленности

Факторы (вес)	Измерения	Относительный вес измерения	Вес измерения	Ранг
Культура (0.05)	Важность РИ	0.3	0.001	11
	Организационная культура	0.2	0.001	12
	Культура сотрудничества	0.49	0.002	10
Управление (0.23)	Политическая структура	0.48	0.110	3
	Институциональная структура	0.41	0.094	4
	Организационная структура	0.11	0.025	9
Ресурсы (0.49)	Инфраструктура	0.16	0.078	6
	Человеческий капитал	0.44	0.216	1
	Финансовые ресурсы	0.4	0.196	2
Процессы (0.23)	Управление знаниями	0.38	0.087	5
	Управление проектами	0.29	0.067	8
	Открытые инновации	0.34	0.078	7

Источник: составлено авторами.

Табл. 6. Компоненты модели РИ в формирующихся оборонных экосистемах и их веса

Измерения	Компоненты (значения весов)
Культура	<ul style="list-style-type: none"> <li>Культура сотрудничества (0.02)</li> <li>Важность РИ (0.01)</li> <li>Организационная культура (0.01)</li> </ul>
Управление	<ul style="list-style-type: none"> <li>Политическая структура (0.110)</li> <li>Институциональная структура (0.094)</li> <li>Организационная структура (0.025)</li> </ul>
Ресурсы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Человеческий капитал (0.216)</li> <li>Финансовые ресурсы (0.196)</li> <li>Инфраструктура (0.078)</li> </ul>
Процессы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Управление знаниями (0.087)</li> <li>Открытые инновации (0.078)</li> <li>Управление проектами (0.067)</li> </ul>

Источник: составлено авторами.

Рис. 2. Циклическая схема модели создания радикальных инноваций в формирующихся оборонных экосистемах



Ключевую роль в создании РИ играет также амбидекстрия руководителей, обеспечивающая готовность идти на риск и сочетание неуклонного исполнения процедур с адаптивной маневренностью. Именно лидеры поддерживают баланс между дисциплиной и адаптивностью, поскольку оптимальное делегирование позволяет принимать быстрые, но обоснованные решения. Первые лица должны следить за соблюдением интересов заинтересованных сторон и членов команды и за счет амбидекстрии обеспечивать генерацию свежих идей и реализацию утвержденных планов (Alexander, van Knippenberg, 2014). Инновационный руководитель должен обладать мягкими навыками для взаимодействия с персоналом и жесткими — для управления сложными технологическими процессами (Robbins, O’Gorman, 2015). Созданию РИ способствует также терпимость руководства к ошибкам, стимулирующая самоотдачу в команде (Mallén-Broch, Domínguez-Escrig, 2021).

Такая амбивалентность возникает из-за того, что открытые инновации в сфере РИ увеличивают риск имитации. Поэтому управление знаниями формально напоминает обычные инновационные экосистемы, но на деле работает иначе. В общем случае открытые инновации повышают поглощающую способность и стимулируют потоки знаний. Однако в оборонной промышленности цена утечки информации неизмеримо выше. Хотя в краткосрочной перспективе компании получают выгоду от стратегий открытых инноваций благодаря использованию технологий, быстрой адаптации и разнообразным источникам, вдолгую они рискуют потерять конкурентные позиции.

Для защиты технологий и ноу-хау необходимо патентование (Holgersson, Granstrand, 2017). Более того, если в обычных экосистемах открытость стимулируется на всех этапах в военной сфере ее необходимо дозировать. Учитывая неопределенность целей, сложность оценки и конфликты в ходе сотрудничества, генерация идей, наряду с технической и коммерческой экспертизой, лучше

вписываются в закрытую инновационную архитектуру. В военных экосистемах избирательная открытость проявляется лишь на этапе интеграции или внедрения, когда риск утечки меньше, а нормативная четкость выше. Избирательная интеграция внешних знаний в регулируемых условиях становится возможной только на более поздних стадиях (Domínguez-Escrig, 2018).

Сетевые структуры и роли участников экосистемы также имеют разнонаправленные векторы развития. В литературе по инновационным экосистемам в целом предпочтение отдается распределенной координации и взаимному обучению, тогда как в оборонных экосистемах главную роль играет централизованное руководство. Сотрудничество вокруг создания РИ порождает ряд дилемм: формализация против гибкости, долгосрочная приверженность против дорогостоящего выхода из проекта, совместное производство инноваций против сохранения знаний (Sadovnikova et al., 2016). Структурированные сети, функционирующие на базе формальных правил и общих целей, в большей степени способствуют появлению РИ, чем слабо управляемые двусторонние партнерства. Это в первую очередь относится к военным экосистемам, где доверие часто формализовано в ущерб интеллектуальной открытости (Czakon et al., 2020).

Помимо организационных и управленческих структур, уровень участия пользователей также варьирует между разными экосистемами. В оборонном секторе встречное давление со стороны конечных потребителей инноваций вызвано сложностью и дороговизной внедрения и дополнительно усиливается неприятием риска, инерцией практики и психологическим сопротивлением (Lettl, 2007). В результате инновации создаются преимущественно профессиональными командами при минимальном участии пользователей (Robbins, O’Gorman, 2015), хотя привлечение избранных клиентов с междисциплинарным опытом может способствовать организационному обучению (Scaringella et al., 2017). Это показывает, что многие принципы функционирования экосистем остаются актуальными и в оборонной промышленности, но требуют учета отраслевой логики.

Оборонные экосистемы РИ следует рассматривать как адаптивные полуоткрытые системы со стратегическими ограничениями. Хотя общие теории экосистем предлагают ценные отправные точки, в ходе их применения целесообразно принимать в расчет специфику военной сферы, ее структурную жесткость и императивы национальной безопасности. Например, концепция лидеров инноваций в данном контексте в меньшей степени касается предпринимательской свободы, а в большей — способности преодолевать политические и бюрократические барьеры ради достижения цели. Аналогично, адаптивность в военных экосистемах не сводится к институциональной гибкости и предполагает стратегическое управление неопределенностью,

т. е. обеспечение долгосрочной преемственности и способность справляться с вызовами и шоками.

Изложенные теоретические выводы имеют прямые практические следствия. Фундаментальные исследования составляют основу технологических прорывов, но осложняются проблемами оценки результатов, задержками и административным вмешательством. Политические структуры должны препятствовать пустому прожектерству и обеспечивать долгосрочное видение. Следует поддерживать разработку оборонных инноваций с коммерческим потенциалом через механизмы двойного назначения, которые обеспечивают защиту интеллектуальной собственности и стимулируют их распространение. Детально проработанные протоколы открытых инноваций могут способствовать сотрудничеству без ущерба для конфиденциальности.

Приток талантливых кадров в оборонный сектор ограничивают жесткие кадровые модели. В ходе их реформирования следует стимулировать межфункциональную мобильность и подбор персонала, ориентированного на инновационную деятельность и культурное обновление. Из четырех основных факторов формирования РИ важнейшим оказались ресурсы, прежде всего человеческие и финансовые. Управление на макроуровне и политическая структура влияют на результаты радикальной инновационной активности сильнее, чем организационная специфика. Это подчеркивает значимость структурных факторов в сравнении с тактическими. Серьезный изъян культуры развития оборонных инноваций состоит в нехватке системного мышления, что выражается во фрагментации управления, изолированной работе специалистов и неразвитости циклов обратной связи.

Ряд аспектов настоящего исследования позволяют наметить направления дальнейшей работы. Заслуживает внимания сравнительная динамика создания РИ и инкрементальных инноваций в оборонной промышленности для уточнения контекстных стратегий. Анализ конкретных ситуаций в военных и гражданских экосистемах мог бы показать, насколько универсально применимы ключевые результаты исследования. Дальнейшее изучение стратегий догоняющего развития в оборонном секторе и научной дипломатии повысило бы релевантность политического регулирования. С методологической точки зрения альтернативы НАИП, такие как нечеткий сетевой анализ или комбинированные модели VIKOR, могли бы повысить реалистичность сценариев и обеспечить учет различных взаимосвязей. Сравнительное тестирование с использованием нечеткой методики TOPSIS также могло бы оказаться полезным для эмпирической валидации в разных контекстах.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта финансовых интересов или личных отношений, которые могли бы повлиять на результаты представленного в настоящей статье исследования.*

## Библиография

- Alexander L., Van Knippenberg D. (2014) Teams in pursuit of radical innovation: A goal orientation perspective. *Academy of Management Review*, 39(4), 423–438. <https://www.jstor.org/stable/43699258>
- Ansari S.S., Krop P. (2019) Incumbent performance in the face of a radical innovation: Towards a framework for incumbent challenger dynamics. *Research Policy*, 41(8), 135–1374. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.03.024>
- Autio E., Thomas L.D.W. (2014) Innovation ecosystems: Implications for innovation management. In: *Oxford Handbook of Innovation Management* (eds. M. Dodgson, D.M. Gann, N. Phillips), Oxford (UK): Oxford University Press, pp. 204–228.
- Bao Y., Liao S., Liao J., Zhang Y., Deng C., Guo Z. (2019) A Study of the Mechanism of the Congruence of Leader – Follower Power Distance Orientation on Employees' Task Performance. *Frontiers in Psychology*, 10, 615. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00615>
- Barbaroux P. (2019) (ed.) *Disruptive Technology and Defence Innovation Ecosystems*, New York: Wiley.
- Bellais R. (2009) Defense innovation at any (out of control) cost? The stalemate of today's R&D policy, and an alternative model. *Economics of Peace and Security Journal*, 4(1), 6–13. <https://doi.org/10.15355/epsj.4.1.6>
- Bellais R. (2013) Technology and the defense industry: Real threats, bad habits, or new (market) opportunities? *Journal of Innovation Economics*, 12(2), 59–78. <http://dx.doi.org/10.3917/jie.012.0059>
- Billing D.C., Fordy G.R., Friedl K.E., Hasselström H. (2021) The implications of emerging technology on military human performance research priorities. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(10), 947–953. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.10.007>
- Bitzinger R. (2014) *Towards a Brave New Arms Industry?* (1st ed.), New York: Routledge.
- Chang D.Y. (1996) Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649–655. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00300-2](https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00300-2)
- Chesbrough H., Bogers M. (2014) Explicating Open Innovation: Clarifying an Emerging Paradigm for Understanding Innovation. In: *Oxford Handbook of Innovation Management* (eds. M. Dodgson, D.M. Gann, N. Phillips), Oxford (UK): Oxford University Press, pp. 3–28.
- Cheung T.M. (2014) *The Current State of Defense Innovation in China and Future Prospects* (IGCC Defense Innovation Brief No. 1), San Diego, CA: University of California Institute on Global Conflict and Cooperation.
- Cheung T.M. (2021) A conceptual framework of defence innovation. *Journal of Strategic Studies*, 44(6), 775–801. <https://doi.org/10.1080/01402390.2021.1939689>
- Coffey L., Claudio D. (2021) In defense of group fuzzy AHP: A comparison of group fuzzy AHP and group AHP with confidence intervals. *Expert Systems with Applications*, 178, 114970. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.114970>
- Costa V., Monteiro S. (2016) Key Knowledge Management Processes for Innovation: A Systematic Literature Review. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 46, 386–410. <https://doi.org/10.1108/VJKMS-02-2015-0017>
- Czakon W., Niemand T., Gast J., Kraus S., Frühstück L. (2020) Designing coepitition for radical innovation: An experimental study of managers' preferences for developing self-driving electric cars. *Technological Forecasting and Social Change*, 155, 119992. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119992>
- Diederiks E.M., Hoonhout H.J.C. (2007) Radical innovation and end-user involvement: The Ambilight case. *Knowledge, Technology & Policy*, 20(1), 31–38. <http://dx.doi.org/10.1007/s12130-007-9002-z>
- Domínguez-Escrig E., Broch F.F.M., Lapiedra R., Chiva R. (2018) Promoting radical innovation through end-user computing satisfaction. *Industrial Management & Data Systems*, 118(8), 1629–1646. <https://doi.org/10.1108/IMDS-06-2017-0256>
- Durst S., Poutanen P. (2013) *Success factors of innovation ecosystems-Initial insights from a literature review*. Paper presented at the 2013 CO-CREATE Conference: The Boundary-Crossing Conference on Co-Design in Innovation, March 2013, Helsinki.
- Dyson T. (2020) A revolution in military learning? Cross-functional teams and knowledge transformation by lessons-learned processes. *European Security*, 29(4), 483–505. <https://doi.org/10.1080/09662839.2020.1795835>
- Efthymiopoulos M.P. (2019) A cyber-security framework for development, defense and innovation at NATO. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 8(12). <https://doi.org/10.1186/s13731-019-0105-z>
- Fiott D. (2017) A revolution too far? US defence innovation, Europe and NATO's military-technological gap. *Journal of Strategic Studies*, 40(3), 417–437. <https://doi.org/10.1080/01402390.2016.1176565>
- Forbes N., Wield D. (2002) *From followers to leaders: Managing technology and innovation in newly industrializing countries*, New York: Routledge.
- Gawer A., Cusumano M.A. (2014) Industry platforms and ecosystem innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 31(3), 417–433. <https://doi.org/10.1111/jpim.12105>
- Gaynor G.H. (2002) *Innovation by design: What it takes to keep your company on the cutting edge*, New York: Wiley.
- Ghazinoory S., Vaziri J. (2020) Sociotechnical transitions in developing world: Explaining the Pathway of Iran's Defence Industry. *Defense & Strategy / Obrana a strategije*, 20(2), 79–100. <http://dx.doi.org/10.3849/1802-7199.20.2020.02.079-100>
- Ghazinoory S., Phillips F., Afshari-Mofrad M., Bigdelou N. (2021) Innovation lives in ecotones, not ecosystems. *Journal of Business Research*, 135, 572–580. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.06.067>
- Gholz E., Sapolsky H.M. (2021) The defense innovation machine: Why the US will remain on the cutting edge. *Journal of Strategic Studies*, 44(6), 854–872. <https://doi.org/10.1080/01402390.2021.1917392>
- Gomes E., Barnes B.R., Mahmood T. (2016) A 22 year review of strategic alliance research in the leading management journals. *International Business Review*, 25(1, Part A), 15–27. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2014.03.005>
- Gomes L., Facin A., Salerno M., Ikenami R. (2018) Unpacking the innovation ecosystem construct: Evolution, gaps and trends. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 30–48. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.11.009>
- Hill C.W.L., Rothaermel F.T. (2003) The performance of incumbent firms in the face of radical technological innovation. *Academy of Management Review*, 28(2), 257–274. <http://dx.doi.org/10.5465/AMR.2003.9416161>

- Holgersson M., Granstrand O. (2017) Patenting motives, technology strategies, and open innovation. *Management Decision*, 55(6), 1265–1284. <https://doi.org/10.1108/MD-04-2016-0233>
- Irfan M., Rahman S., Azis N.Y., Widiyanto S. (2023) Self-reliant in defense industries: Case study Indonesia. *Cogent Business & Management*, 10(3), 2262715. <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2262715>
- Junior F.R.L., Osiro L., Carpinetti L.C.R. (2014) A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. *Applied Soft Computing*, 21, 194–209. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2014.03.014>
- Kashin V. (2018) Russian Defense Innovation in the 2010s. *Journal of Strategic Studies*, 44(6), 901–921. <https://doi.org/10.1080/01402390.2021.1974172>
- Khotbehsara R.M., Ghazinoory S., Radfar R. (2023) Radical Innovations Ecosystem A Grounded Theory Analysis for Defense Industries. *Organizational Resources Management Research*, 12(4), 185–217 (in Persian).
- Lee J.G., Park M.J. (2019) Rethinking the national defense R&D innovation system for latecomer: Defense R&D governance matrix. *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.05.012>
- Lettl C. (2007) User involvement competence for radical innovation. *Journal of Engineering and Technology Management*, 24(1–2), 53–75. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2007.01.004>
- Liu Y., Eckert C.M., Earl C. (2020) A review of fuzzy AHP methods for decision-making with subjective judgements. *Expert Systems with Applications*, 161, 113738. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113738>
- Macharis C., Springael J., De Brucker K., Verbeke A. (2004) PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis. Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP. *European Journal of Operational Research*, 153(2), 307–317. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00153-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00153-X)
- Malerba F., Lee K. (2021) An evolutionary perspective on economic catch-up by latecomers. *Industrial and Corporate Change*, 30(4), 986–1010. <https://doi.org/10.1093/icc/dtab008>
- Mallén-Broch F.F., Domínguez-Escrig E. (2021) When leaders forgive: Encouraging radical innovation in more altruistic organizations. *Baltic Journal of Management*, 16(5), 712–728. <https://doi.org/10.1108/BJM-02-2021-0068>
- Mehta R.N. (2021) Extended deterrence and assurance in an emerging technology environment. In: *Emerging Technologies and International Stability* (eds. T.S. Sechser, N. Narang, C. Talmadge), New York: Routledge, pp. 85–110.
- Moon C., Paek J. (2010) *Defence Innovation and Industrialization in South Korea* (SITC Policy Brief No.14, September 2010), Seoul: SITC.
- Nambisan S., Baron R.A. (2013) Entrepreneurship in Innovation Ecosystems: Entrepreneurs' Self-Regulatory Processes and Their Implications for New Venture Success. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 37(5), 1071–1097. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6520.2012.00519.x>
- Norman D.A., Verganti R. (2014) Incremental and Radical Innovation: Design Research vs. Technology and Meaning Change Unavailable. *Design Issues*, 30(1), 78–96. [https://doi.org/10.1162/DESI\\_a\\_00250](https://doi.org/10.1162/DESI_a_00250)
- Rinkinen S., Harmaakorpi V. (2018) The business ecosystem concept in innovation policy context: Building a conceptual framework. *Innovation*, 31(3), 333–349. <https://doi.org/10.1080/13511610.2017.1300089>
- Robbins P., O'Gorman C. (2015) Innovating the innovation process: An organisational experiment in global pharma pursuing radical innovation. *R&D Management*, 45(1), 76–93. <https://doi.org/10.1111/radm.12054>
- Sadovnikova A., Pujari A., Mikhailitchenko A. (2016) Radical innovation in strategic partnerships: A framework for analysis. *Journal of Business Research*, 69(5), 1829–1833. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.10.064>
- Safdari Ranjbar M., Fatemi M. (2022) Toward a balanced framework for innovation assessment in public and mission-oriented organizations: Evidence from defense industries. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 38(1), 536–561. <https://doi.org/10.1080/13511610.2022.2134983>
- Samouei P., Fattahi P., Ashayeri J., Ghazinoory S. (2016) Bottleneck easing-based assignment of work and product mixture determination: Fuzzy assembly line balancing approach. *Applied Mathematical Modelling*, 40(7–8), 4323–4340. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2015.11.011>
- Sarkar S., Osiyevskyy O., Clegg S.R. (2018) Incumbent capability enhancement in response to radical innovations. *European Management Journal*, 36(3), 353–365. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2017.05.006>
- Scaringella L., Miles R.E., Truong Y. (2017) Customers involvement and firm absorptive capacity in radical innovation: The case of technological spin-offs. *Technological Forecasting and Social Change*, 120, 144–162. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.01.005>
- Uachotikoon H., Utsahajit W. (2019) Antecedent Factors Affecting Innovation, Radical Innovation and Incremental Innovation. *Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences)*, 12(3), 11–32.
- Yuan C., Liu S., Yang Y., Shen Y. (2016) On the contribution of defense innovation to China's economic growth. *Defence and Peace Economics*, 27(6), 820–837. <https://doi.org/10.1080/10242694.2014.901644>