УДК 65.011 : 338

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ СЕТЕВЫХ НАУКОЕМКОМКИХ ПРОИЗВОДСТВ РОССИЙСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

© 2026 М.Ф. Сафаргалиев, Р.Х. Исмагилов

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева, г. Казань, Россия

Статья поступила в редакцию 30.03.2026

В статье разработаны методические аспекты организации сетевых наукоёмких производств российского машиностроения как целостной саморазвивающейся экосистемы для преодоления фрагментации и ускорения генерации инноваций. Систематизированы 8 ключевых атрибутивных признаков сетевых производств, включая использование ресурсов по требованию, кроссплатформенное взаимодействие, принцип «не возить воду» и встроенные механизмы саморазвития. Предложена модель сетевого подбора ресурсов, интегрирующая четыре специализированные платформы (исполнителей, технологий, оборудования, разработчиков) через цифровой алгоритм подбора под параметры продукции. На примере обработки металла доказана экономическая эффективность перехода от «логистики массы» к «логистике ценности». Выявлены синергетические эффекты кроссплатформенного взаимодействия. Сетевые наукоемкие производства – инструмент для построения гибких, устойчивых и инновационных производственных сетей. Она позволяет превратить географическую распределенность российской промышленности из недостатка в конкурентное преимущество, что критически важно для технологического рывка в условиях импортозамещения. Внедрение модели требует развития цифровой инфраструктуры и новых протоколов межплатформенной координации. Предложен интегральный индекс сетевой организации производства предусматривающий учет таких факторов как: коэффициент использования материала, длительность производственного цикла, доля годной продукции.

Ключевые слова: сеть, организация производства, авиастроение, логистика, платформы, инновации, технологии.

DOI: 10.37313/1990-5378-2026-28-2(2)-422-433
EDN: COVNUP

Благодарности: Работа выполнена за счет гранта, предоставленного Академией наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторских диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ (Соглашение №15/2025-ПД-КАИ от 22.12.2025).

ВВЕДЕНИЕ

Российский наукоемкий промышленный сектор представлен большим количеством наукоемких организаций. Задача обеспечения технологического лидерства России должна решаться как за счет высоких технологий в науке, так и за счет эффективных методов организации взаимодействия организаций наукоемкого сектора промышленности. В цифровой экономике развиваются сетевые формы организации взаимодействия участников рынков. Это позволяет говорить о сетевых формах как о современном инструменте активизации наукоемких производств для роста конкурентоспособности российской экономики. Сетевые наукоемкие производства не просто модный тренд организационных преобразований современных бизнес-структур, а закономерная эволюционная форма для ускоренной генерации прорывных инноваций. Практика показывает – сетевые наукоемкие производства обеспечивают ускоренную интеграцию ресурсов и компетенций отдельных компаний для решения технологических задач, которые отдельные компании решить не в состоянии. Переход к сетевым производствам – фактор технологического лидерства и конкурентоспособности российских компаний.

Российская промышленность функционирует в условиях беспрецедентного санкционного давления и ограниченного доступа к технологиям и капиталу. Несмотря сравнительно тяжелые экономические условия российский промышленный сектор устойчив и непрерывно развивается. Вместе с тем, важно отметить, что по темпам инновационного и кластерного развития российская эко-

Сафаргалиев Мансур Фуатович, кандидат экономических наук, заведующий кафедрой экономики и управления на предприятии. E-mail: mfsafragaliev@kai.ru

Исмагилов Руслан Хабирович, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и управления на предприятии. E-mail: mavr78@list.ru

номика продолжает отставать от ведущих экономик мира. Так, Россия в глобальном инновационном индексе (ГИИ, Global Innovation Index) в 2025 году заняла 60-е место [18]. Нужно признать, что традиционные модели управления малоэффективны для организации взаимодействия разрозненных наукоемких организаций — НИИ, университетов, промышленных предприятий, государства и инжиниринговых компаний. Сетевые наукоемкие производства – адекватный ответ на системный вызов, включающий механизмы преодоления фрагментации и создания синергии.

Разработка аспектов сетевых наукоемких производств предусматривает реализацию таких атрибутов, как самоорганизация, распределенное принятие решений и гибкие горизонтальные связи, что должно позволить производственным системам в сети обеспечивать повышенную устойчивость и адаптивность. Главная функция модели сетевой наукоемкой организации превращать неопределенность из угрозы в источник возможностей для поиска новых комбинаций знаний и ресурсов.

По замыслу авторов данной статьи сетевые наукоемкие производства должны позволить переходить от стратегических целей конкретных компаний и конкретными механизмами их реализации. Сетевые наукоемкие производства должны стать работающим инструментом развития инновационных территориальных кластеров и экосистем, что критически важно для импортозамещения и технологического рывка.

Вопросы теоретико-практического противопоставления сетевой экономики и традиционным иерархическим структурам в современной цифровой экономике с недавних пор стали предметом пристального изучения российских и зарубежных ученых. Так, Андросова С. И. предложила оригинальный механизм организации производства наукоемкой промышленной продукции на базе прикладных научных организаций [1]. Коллектив авторов в составе И. Б. Жуков, В. А. Кипяткова, Ю. Р. Темираев разработали и обосновали эффективные сетевые модели распространения инноваций [2]. Л. Ю. Титов предложил авторскую классификацию инноваций и на основе данной классификации сформировал сетевую модель инновационной деятельности предприятия [3]. Карлик А. Е. раскрыл организационно-управленческие инновации в обеспечении информационно-сетевой экономики [5]. Сетевые отношения как организационную инновацию и основу экономической и социальной безопасности рассмотрены в научных исследованиях С. А. Баркова [6]. Пользовательские инновации и виртуальные сетевые структуры - драйверы экономического развития страны подробно изучены В. В. Сенченко [7]. Алешина О. Г. раскрыла особенности неоиндустриальных экосистем инвестирования инноваций сетевого типа [8]. Сетевые платформы как инструмент открытых инноваций рассматривались в исследованиях Т. А. Голубева [10]. Алетдинова А. А. посвятила научную статью задачам раскрытия научных основ управления взаимодействием стейкхолдеров в сфере инноваций в условиях сетевой экономики [11]. О. В. Беспалова и И. В. Рощупкина описали особенности управления производством в условиях динамично развивающейся сетевой экономики [12].

На макроуровне обоснование расчетного индекса сетевой готовности как индикатора развития сетевой экономики региона провел К. А. Семячков [13]. А. А. Паначев и З.А. Гаренских рассмотрели такое явление как сетевой эффект в сетевых организационных структурах, что позволило формализовать данный инструмент для оценки эффективности сетевого взаимодействия [14]. Сетевой принцип организации промышленного производства в экономике знаний описала Ю. В. Рагулина [15]. Лютов, П. Н. систематизировал особенности производства и концентрации капитала в сетевой экономике [16]. А. Н. Петров, А. Э. Сулейманкадиева, Л. В. Хорева и другие ученные творческого коллектива характеризовали научные основы стратегического управления сетевыми структурами: новый подход к оценке совместимости партнеров в сетевых альянсах [17].

Представители китайской народной республики также активно прорабатывают задачи сетевизации экономических отношений и сетевого управления промышленными системами. Сыюй М. провел обширное исследование сетевой структуры совместных инноваций промышленность-университет-научные исследования в регионе Пекин-Тяньцзинь-Хэбэй [9]. Сунь Чуньсин разработал модель сетевой цифровой платформы управления инновациями и инновационными проектами в сфере сервисов интеллектуальных цепочек поставок [4].

Несмотря на значительную исследовательскую активность в области сетевой экономики и сетевых форм организации хозяйственной деятельности, в настоящее время не сложилось единого понимания содержания сетевых наукоемких производств. Так, до сих пор не решены вопросы обеспечения эффективного функционирования встроенных механизмов саморазвития и самоорганизации.

В связи с этим, целью статьи являлось теоретическое обоснование и разработка авторской модели сетевой наукоемкой организации, раскрывающей атрибутивные признаки и механизмы функционирования таких структур как целостных саморазвивающихся систем в условиях цифровой трансформации экономики.

Задачи статьи:

1. Выявить и систематизировать атрибутивные признаки сетевых наукоемких организаций, отличающие их от традиционных форм интеграции.

2. Концепция «логистики ценности» как альтернатива традиционной «логистике массы» в наукоемком производстве

3. Раскрыть модель кроссплатформенного взаимодействия в сетевых наукоемких организациях.

4. Количественная оценка эффектов кроссплатформенной интеграции для ключевых показателей производства

5. Адаптация сетевой модели к условиям гражданского авиастроения и оборонно-промышленного комплекса России.

Сетевые наукоемкие производства, по мнению авторов, в направлении повышения самоорганизации. В связи с этим разработка научного обеспечения сетевой организации наукоемкого производства для российского машиностроения будет способствовать укреплению технологического суверенитета.

АНАЛИЗ ТРАДИЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ НАУКОЕМКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Среди традиционных моделей функционирования российских наукоемких организаций следует отнести следующие: классическая иерархическая (линейно-функциональная); матричная; кластерная (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительная характеристика моделей наукоемких производств

Критерий	Модели функционирования наукоемких производств		
	Классическая иерархическая	Матричная	Кластерная
Организационная структура	Жесткая вертикальная иерархия, функциональное разделение	Двойное подчинение: функциональное и проектное	Географически локализованная сеть взаимосвязанных организаций
Ключевой принцип управления	Централизованное принятие решений, командный контроль	Совмещение функциональной и проектной координации	Синергия через географическую близость и специализацию
Источник инноваций	Внутренние НИОКР-подразделения	Внутренние междисциплинарные команды	Взаимодействие участников кластера: предприятия, вузы, НИИ, инфраструктура
Скорость инноваций	Низкая (долгие согласования, бюрократия)	Средняя (лучше, чем в иерархии, но есть сложности координации)	Высокая (облегченный обмен знаниями за счет близости)
Гибкость и адаптивность	Низкая (сопротивление изменениям)	Средняя (гибче иерархии, но в рамках организации)	Средняя (зависит от развитости связей в кластере)
Эффективность для прорывных инноваций	Низкая (ориентирована на улучшение существующего)	Средняя (подходит для сложных проектов внутри организации)	Средняя (возможность кросс-отраслевых комбинаций)
Связи между участниками	Формальные, вертикальные, внутриорганизационные	Формальные и проектные, преимущественно внутриорганизационные	Формальные и неформальные, основанные на географической близости и доверии
Управление знаниями	Централизованное, закрытое	В рамках проектов и функциональных отделов	Распространение знаний через "утечку" (spillovers) и мобильность кадров
Реакция на внешние изменения (санкции, кризисы)	Низкая (ригидная структура)	Средняя (зависит от гибкости проектного управления)	Средняя (зависит от диверсификации кластера и внешних связей)
Роль государства	Часто прямое управление или заказчик	Косвенное (регулирование, госзаказ)	Создание инфраструктуры, стимулирование через особые экономические зоны, госпрограммы

В классических иерархических моделях, как правило, используется жесткая вертикаль власти с разделением на отделы (НИОКР, производство, снабжение), осуществляется централизованное принятие решений. Данная модель характерна для большинства российских государственных корпораций и оборонных предприятий. В современных условиях модель малоэффективная для обеспечения активного взаимодействия разрозненных участников (научные учреждения, вузы, предприятия и др.), отличающихся высокой неопределенностью и сложностью внедрения инноваций.

Матричная модель предусматривает объединение функциональной и проектной структур. Подразделения подчиняются как своему вышестоящему в иерархической структуре подразделению, так и руководителям проектов организации. Даная модель хорошо зарекомендовала себя в крупных научно-производственных структурах (например, в авиа- или ракетостроении), так как обеспечивает управление сложными проектами, требующими координации разных подразделений. Модель ведет к росту гибкости внутри компании. Однако, данная модель не решает проблемы интеграции с партнерами (университетами, инжиниринговыми компаниями).

Кластерная модель предусматривает географическую концентрацию взаимосвязанных предприятий, научных и образовательных организаций в рамках определенной технологической цепочки или отрасли.

В России данная модель имеет государственную поддержку. Активно создаются инновационные территориальные кластеры, территории опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР). Примеры кластеров – аэрокосмические, фармацевтические, IT-кластеры.

Кластеры зачастую остаются формальными интеграционными структурами без синергии и механизмов развития, характерных для сетевой организации.

Переход к сетевым структурам направлен на преодоление системных ограничений предшествующих моделей, превращая сеть наукоемких организаций в распределённую самоорганизующуюся цифровую экосистему.

АТРИБУТИВНЫЕ ПРИЗНАКИ СОВРЕМЕННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ СЕТЕВЫХ НАУКОЕМКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Разработка методических аспектов функционирования сетевых наукоемких производств предусматривает выявление и систематизацию ключевых атрибутивных свойств данного типа производств с четом развития цифровых технологий и, как следствие, растущих тенденций к сетевизации производственно-хозяйственной деятельности предприятий промышленного сектора российской экономики.

Авторами выделены некоторые ключевые атрибутивные свойства сетевых наукоемких производств по мнению авторов выступают следующие: использование ресурсов внешней среды по требованию; гибкость и открытость к взаимодействию; принцип «многие ко многим» и кроссплатформенность; минимизация логистических издержек («не возить воду»); координация в распределённом цикле; специализация на передовых технологиях; встроенные механизмы саморазвития участников; динамическое регулирование состава сети (табл. 2).

Раскроем подробнее атрибутивные признаки сетевых наукоемких производств:

1. Одно из главных свойств – использование ресурсов внешней среды по мере необходимости этих ресурсов. Ключевой особенностью взаимодействия сетевых наукоемких производств с внешней средой являются минимальные (непостоянные) или нулевые затраты на содержание непрофильных активов и реализацию отдельных функций.

2. Сетевая структура, как правило, способна и готова взаимодействовать с различными субъектами рынка как с малым бизнесом (в том числе, индивидуальные предприниматели, физические лица по договорам гражданско-правового характера, самозанятые), так и с крупными предприятиями, оперативно устанавливая с ними временные связи и реализуя проекты на взаимовыгодных условиях. Характерной чертой сетевых наукоемких производств является гибкость. Сотрудничество возможно с партнерами даже при наличии у них минимальной оснащенности – станок, транспорт, техника и др.

3. По мнению авторов функционирование сетевых наукоемких производств должно предусматривать организацию взаимодействия участников по принципу «многие со многими». При этом роль сетевых наукоемких производств сводится не только к частным взаимодействиям, но и к взаимодействию между платформами – кроссплатформенное взаимодействие широко– и узкоспециализированных платформ. Это позволяет говорить о платформенных инновациях в организации наукоемкого производства. Платформенные инновации – не просто цифровые технологии, а новая сборка всего процесса создания ценности, в том числе: через автоматическую интеграцию сервисов из разных платформ под конкретный инновационный проект; развитие моделей управления, где ценность возникает на стыке платформ; создание цифровых двойников производственных цепочек, охватывающих несколько платформ.

Таблица 2. Атрибутивные признаки сетевых наукоемких производств

№ п/п	Атрибутивный признак	Сущность признака	Практическая реализация / Пример
1	Использование ресурсов внешней среды по требованию	Организация привлекает внешние ресурсы только в момент необходимости, минимизируя затраты на содержание непрофильных активов и выполнение вспомогательных функций	Заказ вычислительных мощностей для моделирования только на время проекта, аренда спецоборудования вместо покупки
2	Гибкость и открытость к взаимодействию	Способность быстро устанавливать временные связи с субъектами любого масштаба — от самозанятых до крупных предприятий — даже при минимальной их оснащённости	Включение в сеть фрилансера с ЧПУ-станком в гараже для выполнения конкретной операции наряду с крупным НИИ
3	Принцип «многие ко многим» и кроссплатформенность	Взаимодействие организуется не только между участниками, но и между разными платформами (широкими и узкоспециализированными), что создаёт основу для платформенных инноваций	Интеграция отраслевой платформы авиастроения с платформой суперкомпьютерных расчётов и платформой испытательных лабораторий для одного проекта
4	Минимизация логистических издержек («не возить воду»)	Снижение или полный отказ от нерациональных перевозок за счёт локализации обработки у источника сырья и использования аддитивных технологий	Заказ нарезки проката у поставщика металла, чтобы не везти отходы; 3D-печать детали из порошка на месте, близком к потребителю
5	Координация в распределённом цикле	Умение участников синхронизировать свои действия в рамках сетевого производства, обеспечивая непрерывность, сроки и стандарты качества	Использование цифровых двойников и систем управления цепочками поставок для синхронизации этапов между разными исполнителями
6	Специализация на передовых технологиях	Участник владеет одной или несколькими высокотехнологичными компетенциями (ЧПУ, аддитивные технологии, композиты), что делает его ценным элементом сети	Малое предприятие специализируется только на лазерной резке сверхтвёрдых сплавов и включается в проекты, где требуется именно эта операция
7	Встроенные механизмы саморазвития участников	Наличие в структуре СНО инструментов, стимулирующих профессиональный и технологический рост участников (рейтинги, доступ к знаниям, совместные проекты)	Система, где активные участники получают доступ к более сложным и высокомаржинальным заказам, образовательным программам и совместным R&D
8	Динамическое регулирование состава сети	Наличие цифровых протоколов для ослабления взаимодействия с участниками, которые отстают по темпам развития, чтобы поддерживать общую динамику сети	Автоматическое понижение рейтинга и приоритета в распределении заказов для участников, не обновляющих оборудование или не повышающих квалификацию

4. Важным преимуществом сетевых наукоемких производств является в настоящее время возможность полностью отказаться или значительно снизить логистические издержки. Однако, на большинстве предприятий в особенности оборонного комплекса в настоящее происходит по-другому. Например, при изготовлении металлических деталей сборочных единиц, как правило, завод осуществляет сложнейшую процедуру поставки металла в виде стандартизированных брикетов (паковки), проката или в другом виде. После состоявшейся поставки происходит обработка металла с использованием высокопроизводительного оборудования. В большинстве случаев коэффициент использования материала при этом не более 50%. Стружка утилизируется. Утилизация происходит в случае правильного раздельного сбора металла без мусора и других примесей. Утилизация стружки

также требует вывоза и вновь затраты на перевозку. Сетевая организация производственно-хозяйственной деятельности позволяет обеспечить реализацию принципа Генри Форда «не возить воду». Это может быть достигнуто за счет цифрового поиска непосредственных исполнителей по изготовлению деталей сборочных единиц в непосредственной географической близости от поставщиков сырья и материалов. Возможность исключить негабаритные перевозки при доставке, например, металлического проката предлагается искать услуги по нарезке исходного проката под требуемые размеры заготовок непосредственно у поставщика. Еще одно решение – переход на аддитивные технологии – перевозка готового изделия, которое пока не приняло нужную форму. При этом масса перевозимого порошка соответствует массе готового изделия.

5. Платформенные принципы организации производственно-хозяйственной и инновационной деятельности предусматривают умение участников сети наряду с выполнением собственных узких задач, способность координировать деятельность в распределенном производственном цикле, в том числе: синхронизация этапов обработки деталей, эффективная передача полуфабрикатов и информации другим участникам сети, обеспечение стандартов качества и производство в заданные сроки – адаптация к изменениям в производственной цепочке. Без указанных свойств даже квалифицированный исполнитель станет «узким местом» и будет нарушать непрерывность производственного цикла.

6. Участники сетевого производства должны располагать компетенциями и инновационными технологиями (например, точной механической обработкой с ЧПУ, аддитивными методами, композитными технологиями, лазерной резкой, электроэрозионными станками и др.), позволяющими выполнять сложные производственные задачи с повышенными требованиями к точности и качеству. При этом не обязательно иметь насыщенный парк оборудования или огромные площади. Участник может специализироваться на определённой технологии, которая может быть востребована в сети другими участниками в конкретный момент времени.

7. Сетевые наукоемкие производства должна обладать инструментами, которые развивает рост компетенций участников. Например, системы рейтингов и грейдов, доступ к базам знаний, трансфер лучших практик, совместные проекты, а также денежные стимулы (приоритеты в распределении заказов). В современном представлении сетевое наукоемкое производство — среда, где участие ведёт к профессиональному и технологическому развитию, повышению конкурентоспособности и доходам.

8. Непрерывный рост динамики и инновационности сети может обеспечиваться за счет цифровых протоколов регулирования сотрудничества с теми, кто тормозит общие процессы. Данные механизмы включают прогрессивного понижения рейтинга, уменьшение квот на участие в заказах и проектах, временное отключение от сети или перевод в категорию «резерв». Эти меры не карательные. Это инструмент регулирования темпа развития.

Так, предлагается следующее толкование дефиниции «сетевые наукоемкие производства» — это распределённые, самоорганизующиеся экосистемы, которые: используют внешние ресурсы, минимизируя затраты на непрофильные активы; обладают высокой гибкостью; функционируют по принципу «многие со многими»; минимизируют логистические издержки по принципу «не возить воду»; обеспечивают эффективную координацию в распределённом цикле, где каждый участник способен синхронизировать свои действия с другими; поддерживают динамику развития через цифровые протоколы, регулирующие взаимодействие с отстающими участниками.

МОДЕЛЬ СЕТЕВОГО ПОДБОРА ТЕХНОЛОГИЙ, ОБОРУДОВАНИЯ И ИСПОЛНИТЕЛЕЙ В СЕТЕВЫХ НАУКОЕМКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

В представлении авторов важной составляющей сетевых наукоемких производств является сетевой подбор технологий, оборудования и исполнителей.

В системе организации производства любого предприятия, осуществляющего производство широкой номенклатуры продукции (сложно, наукоемкой, ресурсоемкой, простой, а также комбинаций) важными производственными параметрами, по мнению авторов являются следующие: время поиска исполнителей; время подбора технологии; время закупки оборудования; координация разработчиков; общее время цикла; коэффициент использования ресурсов; индекс инновационности; стоимость координации. Сетевая схема производства организации производства позволяет улучшать все вышеперечисленные параметры при условии рациональной организации заказчиков и исполнителей с использованием цифровых инструментов и сетевых технологий (табл. 3).

Модель сетевого подбора технологий, оборудования и исполнителей сетевого наукоемкого производства предусматривает кроссплатформенность и цифровой подбор комбинаций ресурсов под параметры продукции (рис. 1).

Таблица 3. Сравнение традиционной и сетевой схем организации исполнения заказов на изготовление деталей сборочных единиц

Показатель	Ед. изм.	Традиционная схема производства	Сетевая схема производства	Эффект
Время поиска исполнителей Тпоиск	дней	14-21	0.5-1	до 95%
Время подбора технологии Ттех	дней	7-10	0.1-0.3	до 97%
Время закупки оборудования Тобор	дней	30-60	1-2	до 96%
Координация разработчиков Тразр	дней	10-15	0.5-1	до 93%
Общее время цикла Тцикла	дней	90-120	30-40	до 60%
Коэффициент использования ресурсов Кисп	%	45-60	85-95	до 40%
Индекс инновационности Iинн	0-1	0.3-0.5	0.7-0.9	до 100%
Стоимость координации Скоорд	% от бюджета	15-20	3-5	до75%

ПРЕИМУЩЕСТВА СЕТЕВОГО НАУКОЕМКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рассмотрим на условном примере (ввиду невозможности открытого опубликования данных оборонных предприятий) сравнение параметров транспортировки металла при традиционной и сетевой схемах производства (табл. 4).

Таблица 4 .Исходные данные для сравнения параметров транспортировки металла при традиционной и сетевой схемах производства (условный пример)

Показатели	Традиционная схема производства	Сетевая схема производства
Масса исходного сырья	100 кг	10 кг (точное количество)
Масса готовой детали	10 кг	10 кг
Коэффициент использования материала (КИМ)	10%	≈100% (аддитивные технологии) или 90% (точная нарезка)
Расстояние перевозки сырья	500 км	0 км (обработка у поставщика)
Расстояние перевозки готовой детали	0 км	500 км
Отходы производства	90 кг (стружка)	0 кг (отходы остаются у поставщика)

Традиционная в традиционном производстве построена на транспортировке физической массы материалов от поставщика сырья через переработку к месту сборки и далее — отходов к месту утилизации (рис. 2). Это линейный, последовательный поток грузов, где каждый этап сопровождается перемещением больших объемов. Такая транспортировка не всегда рациональна. Это затратная, ресурсоемкая и экологически нерациональная система, где деньги и ресурсы тратятся на перемещение проблемы (отходов и излишков), а не на создание ценности. Её эффективность упирается в масштаб и дешевизну транспортировки, что в условиях роста тарифов, санкций и требований к углеродному следу становится критическим недостатком.

Сетевая модель предлагает переход от этой парадигмы к «логистике ценности». Это новая парадигма организации материальных потоков, при которой перемещается не физическая масса сырья, а максимально готовый продукт или критически важные компоненты (рис. 3). Задача снижения перемещений того, что не является конечной ценностью для покупателя решается за счет цифровой координации и локализации обработки у источника сырья. Это переход от управления грузами к управлению потоками данных, компетенций и конечной полезности. Она превращает логистику из центра затрат в инструмент создания конкурентного преимущества, основанного на скорости, эффективности и адаптивности.

Формула интегрального индекса сетевой организации производства предусматривает учет таких факторов как: коэффициент использования материала, длительность производственного цикла, доля годной продукции.

$$Э_{соп} = \left(\frac{К_{исп}^{сеть}}{К_{исп}^{трад}}\right) * \left(\frac{Т_{исп}^{трад}}{Т_{исп}^{сеть}}\right) * \left(\frac{Q^{сеть}}{Q^{трад}}\right), \quad (1)$$

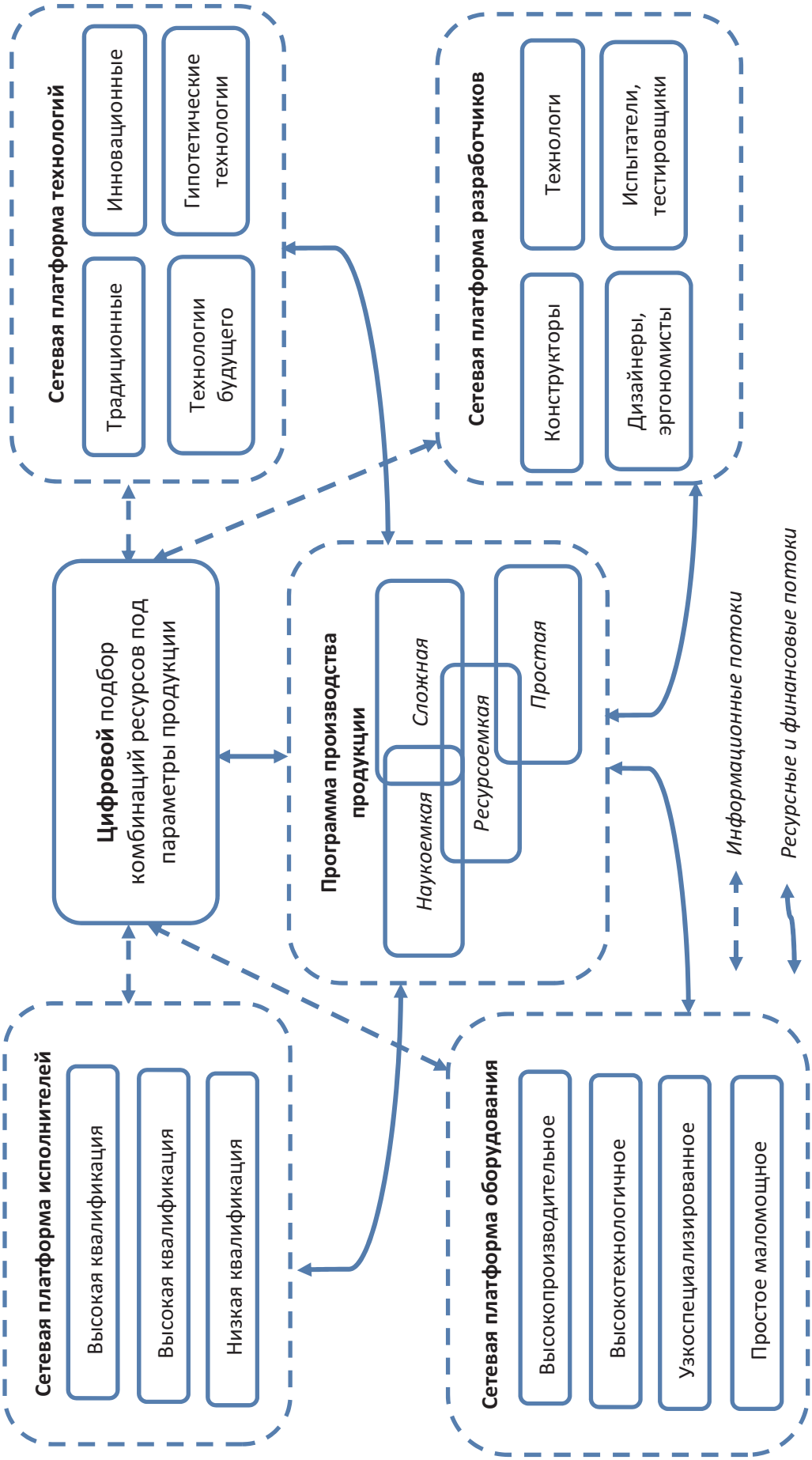

Рис. 1 – Концептуальная схема сетевого подбора технологий, оборудования и исполнителей в сетевом наукоемком производстве

Рис. 2. Логистика в традиционном производстве

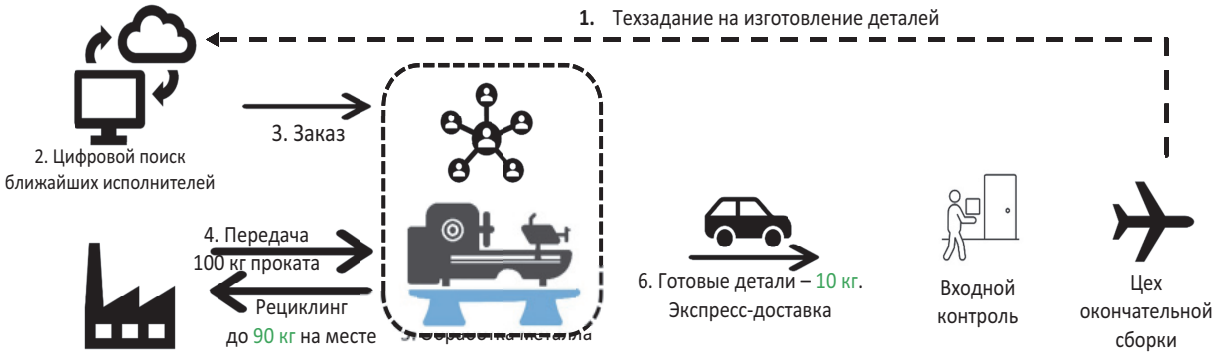

Рис. 3. Логистика в сетевом производстве

где:

$К_{исп}^{трад}$ – коэффициент использования материала как отношение массы готовой детали к массе исходной заготовки при традиционной организации производства.

$К_{исп}^{сеть}$ – коэффициент использования материала как отношение массы готовой детали к массе исходной заготовки при сетевой организации производства.

$Т_{исп}^{трад}$ – длительность производственного цикла при традиционной организации производства (дни / часы);

$Т_{исп}^{сеть}$ – длительность производственного цикла при сетевой организации производства (дни / часы);

$Q^{трад}$ – показатель качества как доля годной продукции или обратный показатель брака при сетевой организации производства.

$Q^{сеть}$ – показатель качества как доля годной продукции или обратный показатель брака при сетевой организации производства.

Рассмотрим численное проявление эффекта сетевой организации производства на примере механической обработки деталей сборочных единиц при изготовлении узла авиационной техники (табл. 5).

Интегральный индекс эффективности сетевой организации производства на примере механической обработки деталей сборочных единиц при изготовлении узла авиационной техники () по вышеуказанной модели составил 16,42. Сетевая схема превосходит традиционную по совокупности технических показателей (КИМ, время цикла, качество). Это позволяет обосновать переход к сетевой организации. Техническая эффективность является основой получения экономических результатов.

В условиях санкций и необходимости импортозамещения такой подход позволяет российской промышленности использовать внутреннюю географическую распределенность не как недостаток, а как ресурс для построения гибких и устойчивых производственных сетей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование подтверждает, что традиционные модели организации наукоемких производств (иерархическая, матричная, кластерная) обладают системными ограничениями в условиях цифровой трансформации и санкционного давления. Они не обеспечивают необходимой скорости, гибкости и синергии для генерации прорывных инноваций, что является ключевым вызовом для технологического лидерства России.

Таблица 5. Исходные данные для расчета индекса эффективности сетевой организации производства на примере механической обработки деталей сборочных единиц при изготовлении узла авиационной техники

Показатель	Традиционная схема	Сетевая схема
Масса исходной заготовки, кг	240,00	56,45
Масса готовой детали, кг	43,67	43,67
Коэффициент использования материала	0,18	0,77
Длительность цикла, дни	11,00	3,00
Доля годной продукции	0,94	0,99

В качестве адекватного ответа на этот вызов предложена модель сетевого производства, основанная на восьми атрибутивных признаках: использовании ресурсов по требованию, гибкости взаимодействия, принципе «многие ко многим», минимизации логистических издержек («не возить воду»), координации в распределенном цикле, специализации на передовых технологиях, встроенных механизмах саморазвития и динамическом регулировании состава сети.

Ключевым элементом модели является схема сетевого подбора ресурсов, интегрирующая четыре платформы (исполнителей, технологий, оборудования и разработчиков) через кроссплатформенное взаимодействие и цифровой подбор комбинаций под параметры продукции. Это позволяет формировать оптимальные производственные цепочки для изделий любой сложности.

Расчеты демонстрируют значительный эффект от внедрения сетевой модели: сокращение времени производственного цикла; снижение логистических издержек за счет реализации принципа локализации обработки; повышение инновационности и коэффициента использования ресурсов.

Индекс эффективности сетевой организации производства на примере механической обработки деталей сборочных единиц при изготовлении узла авиационной техники () по предложенной модели составил 16,42.

Сетевая наукоемкая организация представляет собой не просто новую организационную форму, а работающий инструмент для преодоления фрагментации инновационной экосистемы и ускорения технологического развития. В условиях импортозамещения и санкций она позволяет превратить внутреннюю географическую распределенность российской промышленности из недостатка в конкурентное преимущество, создавая гибкие, устойчивые и саморазвивающиеся производственные сети.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андросова, С. И.* Механизм организации производства наукоемкой промышленной продукции на базе прикладных научных организаций / С. И. Андросова // Металлург. – 2014. – № 3. – С. 17-20.
2. *Жуков, И. Б.* Сетевые модели распространения инноваций / И. Б. Жуков, В. А. Кипяткова, Ю. Р. Темираев // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2023. – № 65. – С. 25-35. – DOI 10.17223/19988605/65/3.
3. *Титов, Л. Ю.* Сетевая модель инновационной деятельности и классификация инноваций / Л. Ю. Титов // Проблемы формирования инновационной экономики: отечественный и зарубежный опыт : материалы I-ой Международной научно-практической конференции, Москва, 21 октября 2009 года / Редколлегия: А. Н. Ларионов и др.. – Москва: Издательство «Макс пресс», 2009. – С. 45-52.
4. *Сунь Чуньсин.* Модель сетевой цифровой платформы управления инновациями и инновационными проектами в сфере сервисов интеллектуальных цепочек поставок / Сунь Чуньсин // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. – 2025. – № 1. – С. 153-169. – DOI 10.24412/2071-6435-2025-1-153-169.
5. *Карлик, А. Е.* Организационно-управленческие инновации в обеспечении информационно-сетевой экономики / А. Е. Карлик, В. В. Платонов, С. А. Кречко. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2020. – 171 с.
6. *Барков, С. А.* Сетевые отношения как организационная инновация и основа экономической и социальной безопасности / С. А. Барков // Логистика и Безопасность России, Москва, 23 ноября 2015 года / Под ред. Т.М. Степанян. – Москва: ООО «МАКС Пресс», 2016. – С. 20-33.
7. *Сенченко, В. В.* Пользовательские инновации и виртуальные сетевые структуры - драйверы экономического развития страны / В. В. Сенченко // Стратегия развития экономики Беларуси : вызовы, инструменты реализации и перспективы : сборник научных статей Международной научно-практической конференции. В 2 т., Минск, 03–04 декабря 2019 года. – Минск: ИООО «Право и экономика», 2019. – С. 585-589.
8. *Алешина, О. Г.* Неоиндустриальная экосистема инвестирования инноваций сетевого типа / О. Г. Алешина // Тенденции социально-экономического развития в период санкционного воздействия и цифровой трансформации : Материалы IV Международной научно-практической конференции, Краснодар, 29 марта 2024 года. – Краснодар: Российское энергетическое агентство, 2024. – С. 44-48.

9. *Сыюй, М.* Исследование сетевой структуры совместных инноваций промышленность-университет-научные исследования в регионе Пекин-Тяньцзинь-Хэбэй / М. Сыюй // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2023. – № 4. – С. 269-27Сыюй, М. Исследование сетевой структуры совместных инноваций промышленность-университет-научные исследования в регионе Пекин-Тяньцзинь-Хэбэй / М. Сыюй // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2023. – № 4. – С. 269-271. – EDN MKXCGX.1.
10. *Голубева, Т. А.* Сетевые платформы как инструмент открытых инноваций / Т. А. Голубева // Управление информационными ресурсами : Материалы XX Международной научно-практической конференции, Минск, 29 марта 2024 года. – Минск: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2024. – С. 69-71.
11. *Алетдинова, А. А.* Управление взаимодействием стейкхолдеров в сфере инноваций в условиях сетевой экономики / А. А. Алетдинова // Развитие инновационной экономики в современном мире : Под редакцией профессора Насретдинова И.Т.. – Москва : Центросоюз РФ, 2014. – С. 194-202.
12. *Беспалова, О. В.* Особенности управления производством в условиях динамично развивающейся сетевой экономики / О. В. Беспалова, И. В. Рощупкина // Кластерные инициативы в формировании прогрессивной структуры национальной экономики : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции: в 2-х томах, Курск, 19–20 марта 2015 года. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2015. – С. 51-53.
13. *Семячков, К. А.* Индекс сетевой готовности как индикатор развития сетевой экономики региона / К. А. Семячков // Труды IX Международной зимней школы по институциональной экономике : Доклады секционных заседаний IX Международной зимней школы по институциональной экономике, Екатеринбург, 03–04 декабря 2016 года. – Екатеринбург: Институт экономики Уральского отделения РАН, 2016. – С. 152-156.
14. *Паначев, А. А.* Сетевой эффект в сетевых организационных структурах в экономике / А. А. Паначев, З. А. Гаренских // Российские регионы в фокусе перемен : Сборник докладов XIX международной конференции студентов и молодых ученых, Екатеринбург, 14–16 ноября 2024 года. – Екатеринбург: Издательский Дом «Ажур», 2025. – С. 831-834.
15. *Рагулина, Ю. В.* Сетевой принцип организации промышленного производства в экономике знаний / Ю. В. Рагулина // Проблемы экономики. – 2009. – № 1. – С. 53-54.
16. *Лютов, П. Н.* Особенности производства и концентрации капитала в сетевой экономике / П. Н. Лютов // Тенденции формирования науки нового времени : Сборник статей Международной научно-практической конференции: в 4 частях, Уфа, 27–28 декабря 2013 года / Ответственный редактор А.А. Сукиасян. Часть 1. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2014. – С. 174-184.
17. Стратегическое управление сетевыми структурами: новый подход к оценке совместимости партнеров в сетевых альянсах / А. Н. Петров, А. Э. Сулейманкадиева, Л. В. Хорева [и др.] // Экономика, предпринимательство и право. – 2020. – Т. 10, № 6. – С. 1621-1634. – DOI 10.18334/epp.10.6.110421.
18. *Власова В. В.* (2025) Глобальный инновационный индекс – 2025. М. — ИСИЭЗ НИУ ВШЭ. – URL: https://issek.hse.ru/news/1085304545.html (дата обращения 12.02.2026).

SOME ASPECTS OF THE ORGANIZATION OF NETWORK-BASED SCIENCE-INTENSIVE PRODUCTION IN THE RUSSIAN ENGINEERING INDUSTRY

© 2026 M.F. Safargaliev, R.Kh. Ismagilov

Kazan National Research Technical University A.N. Tupolev, Kazan, Russia

Abstract: The article develops methodological aspects of the organization of network-based high-tech industries of Russian engineering as an integrated self-developing ecosystem to overcome fragmentation and accelerate the generation of innovations. 8 key attributes of network productions are systematized, including the use of on-demand resources, cross-platform interaction, the principle of "do not carry water" and built-in self-development mechanisms. A network resource selection model is proposed that integrates four specialized platforms (performers, technologies, equipment, developers) through a digital selection algorithm for product parameters. Using the example of metalworking, the economic efficiency of the transition from "mass logistics" to "value logistics" is proved. The synergistic effects of cross-platform interaction are revealed. Knowledge–based production networks are a tool for building flexible, sustainable and innovative production networks. It makes it possible to transform the geographical distribution of Russian industry from a disadvantage into a competitive advantage, which is critically important for a technological breakthrough in the context of import substitution. The implementation of the model requires the development of digital infrastructure and new protocols for cross-platform coordination. An integral index of the network organization of production is proposed, which takes into account such factors as: the coefficient of material utilization, the duration of the production cycle, and the proportion of usable products.

Keywords: network, production organization, aircraft manufacturing, logistics, platforms, innovation, technology.

DOI: 10.37313/1990-5378-2026-28-2(2)-422-433
EDN: COVNUP

Acknowledgements: The work was carried out at the expense of a grant provided by the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan to educational organizations of higher education, scientific and other organizations to support human resource development plans in terms of stimulating their scientific and pedagogical staff to defend doctoral dissertations and perform research (Agreement No. 15/2025-PD-KAI dated 12/22/2025).

REFERENCES

1. *Androsova, S. I.* Mekhanizm organizacii proizvodstva naukoemkoj promyshlennoj produkcii na baze prikladnyh nauchnyh organizacij / S. I. Androsova // Metallurg. – 2014. – № 3. – S. 17-20.
2. *Zhukov, I. B.* Setevye modeli rasprostraneniya innovacij / I. B. Zhukov, V. A. Kipyatkova, Yu. R. Temiraev // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika. – 2023. – № 65. – S. 25-35. – DOI 10.17223/19988605/65/3.
3. *Titov, L. Yu.* Setevaya model' innovacionnoj deyatel'nosti i klassifikaciya innovacij / L. Yu. Titov // Problemy formirovaniya innovacionnoj ekonomiki: otechestvennyj i zarubezhnyj opyt : materialy I-oj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Moskva, 21 oktyabrya 2009 goda / Redkollegiya: A. N. Larionov i dr.. – Moskva: Izdatel'stvo «Maks press\», 2009. – S. 45-52.
4. *Sun' Chun'sin.* Model' setevoj cifrovoj platformy upravleniya innovaciyami i innovacionnymi proektami v sfere servisov intellektual'nyh cepochek postavok / Sun' Chun'sin // ETAP: ekonomicheskaya teoriya, analiz, praktika. – 2025. – № 1. – S. 153-169. – DOI 10.24412/2071-6435-2025-1-153-169.
5. *Karlik, A. E.* Organizacionno-upravlencheskie innovacii v obespechenii informacionno-setevoj ekonomiki / A. E. Karlik, V. V. Platonov, S. A. Krechko. – Sankt-Peterburg : Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj ekonomicheskij universitet, 2020. – 171 s.
6. *Barkov, S. A.* Setevye otnosheniya kak organizacionnaya innovaciya i osnova ekonomicheskoj i social'noj bezopasnosti / S. A. Barkov // Logistika i Bezopasnost' Rossii, Moskva, 23 noyabrya 2015 goda / Pod red. T.M. Stepanyan. – Moskva: OOO «MAKS Press», 2016. – S. 20-33.
7. *Senchenko, V. V.* Pol'zovatel'skie innovacii i virtual'nye setevye struktury - drajvery ekonomicheskogo razvitiya strany / V. V. Senchenko // Strategiya razvitiya ekonomiki Belarusi : vyzovy, instrumenty realizacii i perspektivy : sbornik nauchnyh statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. V 2 t., Minsk, 03–04 dekabrya 2019 goda. – Minsk: IOOO «Pravo i ekonomika», 2019. – S. 585-589.
8. *Aleshina, O. G.* Neoindustrial›naya ekosistema investirovaniya innovacij setevogo tipa / O. G. Aleshina // Tendencii social'no-ekonomicheskogo razvitiya v period sankcionnogo vozdejstviya i cifrovoj transformacii : Materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Krasnodar, 29 marta 2024 goda. – Krasnodar: Rossijskoe energeticheskoe agentstvo, 2024. – S. 44-48.
9. *Syyuj, M.* Issledovanie setevoj struktury sovmestnyh innovacij promyshlennost'-universitet-nauchnye issledovaniya v regione Pekin-Tyan'czin'-Hebej / M. Syyuj // Konkurentosposobnost› v global›nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii. – 2023. – № 4. – S. 269-27Syyuj, M. Issledovanie setevoj struktury sovmestnyh innovacij promyshlennost›-universitet-nauchnye issledovaniya v regione Pekin-Tyan'czin'-Hebej / M. Syyuj // Konkurentosposobnost› v global›nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii. – 2023. – № 4. – S. 269-271. – EDN MKXCGX.1.
10. *Golubeva, T. A.* Setevye platformy kak instrument otkrytyh innovacij / T. A. Golubeva // Upravlenie informacionnymi resursami : Materialy XX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Minsk, 29 marta 2024 goda. – Minsk: Akademiya upravleniya pri Prezidente Respubliki Belarus›, 2024. – S. 69-71.
11. *Aletdinova, A. A.* Upravlenie vzaimodejstviem stejkholderov v sfere innovacij v usloviyah setevoj ekonomiki / A. A. Aletdinova // Razvitie innovacionnoj ekonomiki v sovremennom mire : Pod redakciej professora Nasretdinova I.T. – M.: Centrosoyuz RF, 2014. – S. 194-202.
12. *Bespalova, O. V.* Osobennosti upravleniya proizvodstvom v usloviyah dinamichno razvivayushchejsya setevoj ekonomiki / O. V. Bespalova, I. V. Roshchupkina // Klasternye iniciativy v formirovanii progressivnoj struktury nacional'noj ekonomiki : sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: v 2-h tomah, Kursk, 19–20 marta 2015 goda. Tom 1. – Kursk: Zakrytoe akcionernoe obshchestvo «Universitetskaya kniga», 2015. – S. 51-53.
13. Semyachkov, K. A. Indeks setevoj gotovnosti kak indikator razvitiya setevoj ekonomiki regiona / K. A. Semyachkov // Trudy IX Mezhdunarodnoj zimnej shkoly po institucional'noj ekonomike : Doklady sekcionnyh zasedanij IX Mezhdunarodnoj zimnej shkoly po institucional'noj ekonomike, Ekaterinburg, 03–04 dekabrya 2016 goda. – Ekaterinburg: Institut ekonomiki Ural'skogo otdeleniya RAN, 2016. – S. 152-156.
14. *Panachev, A. A.* Setevoj effekt v setevyh organizacionnyh strukturah v ekonomike / A. A. Panachev, Z. A. Garenskih // Rossijskie regiony v fokuse peremen : Sbornik dokladov XIX mezhdunarodnoj konferencii studentov i molodyh uchenyh, Ekaterinburg, 14–16 noyabrya 2024 goda. – Ekaterinburg: Izdatel'skij Dom «Azhur», 2025. – S. 831-834.
15. Ragulina, Yu. V. Setevoj princip organizacii promyshlennogo proizvodstva v ekonomike znanij / Yu. V. Ragulina // Problemy ekonomiki. – 2009. – № 1. – S. 53-54.
16. *Lyutov, P. N.* Osobennosti proizvodstva i koncentracii kapitala v setevoj ekonomike / P. N. Lyutov // Tendencii formirovaniya nauki novogo vremeni : Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: v 4 chastyah, Ufa, 27–28 dekabrya 2013 goda / Otvetstvennyj redaktor A.A. Sukiasyan. Tom Chast' 1. – Ufa: Bashkirskij gosudarstvennyj universitet, 2014. – S. 174-184.
17. Strategicheskoe upravlenie setevymi strukturami: novyj podhod k ocenke sovmestimosti partnerov v setevyh al›yansah / A. N. Petrov, A. E. Sulejmankadieva, L. V. Horeva [i dr.] // Ekonomika, predprinimatel›stvo i pravo. – 2020. – T. 10, № 6. – S. 1621-1634. – DOI 10.18334/epp.10.6.110421.
18. *Vlasova V. V.* (2025) Global›nyj innovacionnyj indeks – 2025. M. — ISIEZ NIU VShE. – URL: https://issek.hse.ru/news/1085304545.html (data obrashcheniya 12.02.2026).

Mansur Safargaliev, Candidate of Economic Sciences, Head of the Department of Economics and Management at the Enterprise. E-mail: mfsafragaliev@kai.ru

Ruslan Ismagilov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Management at the Enterprise. E-mail: mavr78@list.ru