

Для цитирования

Якупов Э.Т. Методология исследования бизнес-процессов и структурных изменений в интегрированном авиационном производстве / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 796–802.

УДК 338.45

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ И СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ИНТЕГРИРОВАННОМ АВИАЦИОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Якупов Э.Т., проректор по стратегическому развитию и экономике, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, Россия, г. Казань

В статье представлено исследование бизнес-процессов и структурных изменений в интегрированном авиационном производстве. Обосновывается необходимость применения дифференцированного подхода к анализу производственных процессов в сегментах. Разработана типология бизнес-процессов на основе критериев технологической сложности, степени стандартизации и характера создаваемой добавленной стоимости. Представлена система показателей для оценки интенсивности межсегментного взаимодействия и синергетических эффектов, методологии сценарного прогнозирования развития интегрированных производственных структур.

Ключевые слова: авиационная промышленность, беспилотные авиационные системы, бизнес-процессы, интегрированное производство, малая авиация, методология исследования, прогнозирование, структурные изменения, технологическая конвергенция.

METHODOLOGY FOR STUDYING BUSINESS PROCESSES AND STRUCTURAL CHANGES IN INTEGRATED AIRCRAFT PRODUCTION

Yakupov E.T., Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan

This article presents a study of business processes and structural changes in integrated aviation manufacturing. It substantiates the need for a differentiated approach to analyzing production processes across segments. A typology of business processes is developed based on criteria such as technological complexity, degree of standardization, and the nature of added value created. A system of indicators for assessing the intensity of intersegment interactions and synergistic effects is presented, along with a methodology for scenario-based forecasting of the development of integrated production structures.

Keywords: research methodology, business processes, structural changes, aviation industry, unmanned aircraft systems, general aviation, integrated production, technological convergence, forecasting.

Введение

Современная авиационная промышленность характеризуется нарастающей сложностью производственных систем и усилением взаимосвязей между традиционными и инновационными сегментами. Формирование интегрированных производственных структур, объединяющих производство беспилотных авиационных систем (БАС) и малой авиации, выдвигает новые требования к методологии исследования экономических процессов в отрасли.

Впрочем, следует признать, что классические методологические подходы, разработанные для анализа традиционного авиастроения, не в полной мере учитывают специфику новых технологических сегментов. Производство БАС и малой авиации демонстрирует принципиально различные характеристики: от структуры создания добавленной стоимости до организации производственных циклов. Это требует разработки новых методологических инструментов, способных адекватно отражать сложность современных производственных систем.

Актуальность разработки методологии исследования бизнес-процессов в интегрированном авиационном производстве определяется несколькими факторами. Во-первых, активное развитие беспилотных технологий формирует новые производственные структуры, экономические закономерности функционирования которых требуют научного осмысления. По данным Минпромторга РФ, производство беспилотных авиационных систем в России выросло на 168% в 2024 году, достигнув 16,3 тысячи единиц [1]. Такая динамика свидетельствует о формировании нового высокотехнологичного сегмента, требующего специализированных методов анализа.

Во-вторых, процессы технологической конвергенции между сегментами БАС и малой авиации создают предпосылки для возникновения синергетических эффектов, количественная оценка которых невозможна без разработки адекватного методологического аппарата. Как справедливо отмечает Матюха С.В., формирование эффективных организационно-экономических механизмов развития авиационной отрасли требует глубокого понимания специфики различных производственных сегментов [2].

В-третьих, необходимость прогнозирования структурных трансформаций в условиях высокой технологической неопределенности требует применения специализированных методологических подходов, учитывающих вероятностный характер развития событий и возможность радикальных технологических сдвигов.

Теоретико-методологические основы исследования

Методология исследования бизнес-процессов в интегрированном авиационном производстве должна базироваться на интеграции нескольких концептуальных подходов, каждый из которых раскрывает определенные аспекты функционирования производственных систем.

Системный подход составляет фундаментальную основу методологии, рассматривая производство БАС и малой авиации как сложную социально-экономическую систему с множественностью элементов, разнообразием связей и иерархической структурой. Применение системного подхода позволяет выявить эмерджентные свойства, возникающие при интеграции элементов в целостную систему и не сводящиеся к свойствам отдельных компонентов.

Что особенно важно – системная методология обеспечивает возможности анализа прямых и обратных связей между различными сегментами авиационного производства, выявления узких мест и точек роста производственной системы.

Процессный подход фокусирует внимание на анализе бизнес-процессов как последовательностей взаимосвязанных действий, преобразующих входы в выходы и создающих ценность для потребителей [6]. В контексте авиационного производства процессный подход требует идентификации ключевых бизнес-процессов, определения их границ и взаимосвязей, анализа эффективности выполнения.

Типология бизнес-процессов в интегрированном авиационном производстве включает: основные процессы, непосредственно создающие продукцию (проектирование, производство, испытания); вспомогательные процессы обеспечения (снабжение, логистика, техническое обслуживание оборудования); управленческие процессы координации и контроля (планирование, мониторинг, корректирующие действия).

Стоимостной анализ предоставляет инструментарий для исследования структуры создания добавленной стоимости на различных этапах производственного цикла. Концепция

цепочки создания стоимости М. Портера позволяет декомпозировать производственную деятельность на отдельные звенья, каждое из которых вносит вклад в формирование конечной стоимости продукции [8].

Для беспилотных систем стоимостной анализ выявляет доминирование этапов исследований и разработок в создании добавленной стоимости – до 40% от общей стоимости, что определяет стратегические приоритеты развития данного сегмента. В отличие от этого в малой авиации наблюдается более равномерное распределение добавленной стоимости между этапами проектирования (20%), производства планера и силовых установок (60%) и окончательной сборки (20%).

Дифференцированная методология анализа производственных сегментов

Ключевой особенностью предлагаемой методологии является дифференцированный подход к анализу производственных процессов в сегментах с различной технологической зрелостью. Этот подход признает фундаментальные различия в организации производства БАС и малой авиации и предлагает специализированные методы для каждого сегмента.

В табл. 1 систематизированы основные методологические подходы к анализу различных аспектов производственных сегментов.

Таблица 1

Дифференцированная методология анализа производственных сегментов

Аспект анализа	Методы для БАС	Методы для малой авиации	Интегрированный подход
Оценка эффективности инвестиций	Опционный подход, методы венчурной оценки, DCF с корректировкой на риск	NPV, IRR, срок окупаемости, дисконтированные денежные потоки	Портфельный анализ с учетом корреляций между проектами
Планирование производства	Гибкое планирование, канбан, SCRUM для инновационных проектов	MRP II, календарное планирование, Theory of Constraints	Матричное планирование с резервированием мощностей
Управление рисками	Сценарный анализ, метод Монте-Карло, экспертные оценки для технологических рисков	Статистические методы, VaR, стресс-тестирование операционных рисков	Комплексная оценка с учетом корреляций рисков между сегментами
Прогнозирование спроса	Экспертные оценки, метод аналогий, технологические дорожные карты	Статистическое прогнозирование, ARIMA, экспоненциальное сглаживание	Многофакторные модели с машинным обучением
Ценообразование	Cost-plus, проектное ценообразование, value-based pricing	Конкурентное ценообразование, издержки плюс норма прибыли	Динамическое ценообразование с сегментацией рынка
Оценка эффективности	ROI проектов, KPI инноваций, патентная активность	Производительность труда, рентабельность, оборачиваемость активов	Сбалансированная система показателей (BSC)

Источник: составлено автором

Анализ данных табл. 1 показывает существенную дифференциацию методологических подходов между сегментами. Для производства БАС характерно применение методов, адаптированных к условиям высокой неопределенности и инновационного характера деятельности. Опционный подход к оценке инвестиций, например, позволяет учесть ценность управленческой гибкости и возможности адаптации проектов к изменяющимся условиям [5].

Малая авиация, напротив, тяготеет к классическим методам финансового анализа и операционного планирования, что объясняется более стабильным характером производственных процессов и меньшей технологической неопределенностью. Применение методов календарного планирования (MRP II) обеспечивает эффективную координацию материальных потоков и оптимизацию производственных графиков.

Методология прогнозирования структурных изменений

Прогнозирование структурных изменений в интегрированном авиационном производстве представляет собой одну из наиболее сложных методологических задач, требующую учета множественности факторов неопределенности и нелинейного характера развития технологий.

Сценарный подход составляет основу методологии прогнозирования, предоставляя рамку для анализа альтернативных траекторий развития производственных структур [9]. В отличие от детерминистических прогнозов, основанных на экстраполяции существующих трендов, сценарный подход признает принципиальную непредсказуемость будущего и строит множественные правдоподобные сценарии, основанные на различных комбинациях ключевых факторов неопределенности.

Для производства БАС и малой авиации выделяются следующие ключевые факторы неопределенности: темпы технологического развития в области автономных систем управления, искусственного интеллекта и новых материалов; эволюция регулятивной среды и требований к сертификации беспилотных систем; динамика потребительского спроса в гражданском и военном сегментах; степень успешности программ импортозамещения критических компонентов; интенсивность технологической конвергенции между сегментами.

Технологические дорожные карты дополняют сценарный подход, обеспечивая инструментарий для систематического анализа траекторий технологического развития с идентификацией ключевых технологических вызовов, необходимых научно-технических достижений и временных рамок их реализации [7]. Для беспилотных систем технологические дорожные карты фокусируются на развитии систем автономного управления, сенсорных технологий, источников энергии повышенной емкости.

Методология оценки синергетических эффектов

Одной из ключевых задач методологии исследования интегрированного производства является разработка инструментария для оценки синергетических эффектов от координации развития сегментов БАС и малой авиации. Синергетические эффекты возникают за счет: совместного использования производственных мощностей и инфраструктуры; технологического трансфера и обмена знаниями между сегментами; унификации компонентов и стандартизации производственных процессов; координации исследований и разработок; оптимизации логистических цепочек и снабжения [10].

Таблица 2

Система показателей оценки синергетических эффектов интеграции

Группа показателей	Индикаторы	Метод расчета	Целевое значение
Производственная интеграция	Коэффициент использования общих мощностей	Доля общих мощностей в общем объеме / Средняя загрузка	> 0,7
	Индекс унификации компонентов	Количество унифицированных компонентов / Общее количество компонентов	> 0,4
Технологический трансфер	Коэффициент технологического обмена	Количество трансферируемых технологий/Общее количество разработок	> 0,25
	Индекс патентного цитирования	Взаимное цитирование патентов между сегментами/Общее количество патентов	> 0,15
Экономическая эффективность	Экономия от масштаба	(Затраты автономные – Затраты интегрированные)/Затраты автономные	15–25%
	Эффект координации НИОКР	Сокращение сроков разработки при совместных проектах	30–40%
	Мультипликативный эффект	Прирост валовой добавленной стоимости в смежных отраслях / Прямые инвестиции	> 1,5

Источник: составлено автором

Методология оценки синергетических эффектов базируется на сопоставлении показателей эффективности интегрированных структур с показателями автономного развития сегментов. Основной методологический вызов заключается в выделении эффектов интеграции из совокупного влияния множества факторов, что требует применения специализированных эконометрических методов и тщательного контроля прочих переменных.

В табл. 2 представлена система показателей для оценки интенсивности интеграции и синергетических эффектов.

Количественная оценка синергетических эффектов демонстрирует значительный потенциал интеграции производственных процессов. По расчетам автора, формирование интегрированных производственных цепочек способно обеспечить сокращение совокупных затрат на производство на 15–25% за счет эффектов масштаба и охвата, ускорение циклов разработки новой продукции на 30–40% благодаря использованию унифицированных платформ и компонентов [3].

Мультипликативные эффекты распространяются на смежные отрасли, включая электронную промышленность, материаловедение и программное обеспечение. Каждый рубль инвестиций в интегрированное развитие производства БАС и малой авиации генерирует дополнительно 1,5–2 рубля добавленной стоимости в сопряженных секторах экономики.

Институциональный и организационный аспекты методологии

Методология исследования бизнес-процессов в интегрированном авиационном производстве не может быть полной без учета институциональных факторов, определяющих условия функционирования производственных систем. Институциональный анализ

обеспечивает возможности исследования влияния формальных и неформальных правил на организацию производства и траектории структурных изменений.

Анализ регулятивной среды выявляет барьеры и стимулы для развития производства беспилотных систем и малой авиации, создаваемые системой технического регулирования, сертификационными требованиями и правилами использования воздушного пространства. Особую значимость приобретает анализ институциональных различий между сегментами: если для малой авиации существует устоявшаяся система сертификации и эксплуатации, то для беспилотных систем регулятивная база находится в стадии формирования, что создает дополнительные риски и неопределенности для производителей.

Сравнительный институциональный анализ позволяет выявить лучшие практики регулирования и механизмы адаптации институциональной среды к технологическим изменениям. Опыт ведущих авиационных держав показывает важность гибких регулятивных подходов, обеспечивающих баланс между стимулированием инноваций и обеспечением безопасности [4].

Эмпирическая база и методы сбора данных

Реализация разработанной методологии требует формирования надежной эмпирической базы исследования. Ограниченность официальной статистической информации по новым сегментам авиационной промышленности определяет необходимость использования комплекса качественных и количественных методов сбора данных.

Количественные методы включают: анализ официальной статистики Росстата, Минпромторга РФ и отраслевых ассоциаций; анализ корпоративной отчетности предприятий авиационной промышленности; патентный анализ для оценки технологической активности и направлений исследований; библиометрический анализ научных публикаций по тематике БАС и малой авиации.

Качественные методы включают: глубинные интервью с представителями предприятий – производителей БАС и малой авиации; экспертные опросы для получения оценок по вопросам, недостаточно освещенным в статистике; кейс-исследования успешных практик интеграции производственных процессов; анализ стратегических документов предприятий и органов государственного управления.

Триангуляция данных из различных источников обеспечивает повышение надежности и валидности результатов исследования. Сопоставление количественных данных статистики с качественными данными интервью позволяет получить более полное и достоверное представление о состоянии и тенденциях развития интегрированного авиационного производства.

Заключение

Разработанная методология исследования бизнес-процессов и структурных изменений в интегрированном авиационном производстве представляет собой комплексный междисциплинарный подход, интегрирующий различные методы экономического анализа с учетом специфики высокотехнологичного производства и условий технологической конвергенции между сегментами БАС и малой авиации.

Научная новизна методологии заключается в: обосновании необходимости и разработке дифференцированного подхода к анализу производственных процессов в сегментах с различной технологической зрелостью; создании системы показателей для оценки интенсивности технологической конвергенции и синергетических эффектов от интеграции производственных процессов; разработке методологического инструментария прогнозирования структурных трансформаций, интегрирующего сценарный анализ, технологические дорожные карты и экономико-математическое моделирование.

Практическая значимость методологии определяется возможностями ее применения для: формирования стратегий развития предприятий авиационной промышленности; обоснования направлений государственной промышленной политики в сфере авиастроения;

оценки эффективности инвестиционных проектов в условиях технологической неопределенности; прогнозирования траекторий развития интегрированных производственных структур.

Перспективы дальнейших исследований связаны с детализацией отдельных элементов методологии, в частности с разработкой специализированных экономико-математических моделей для оценки эффектов от различных форм интеграции производственных процессов, а также с адаптацией методологии для анализа других высокотехнологичных отраслей промышленности.

Список литературы

1. В Минпромторге раскрыли, сколько гражданских дронов производят в России // RTVI. 2025. 4 июля. URL: <https://rtvi.com/news/v-minpromtorge-raskryli-skolko-grazhdanskih-dronov-proizvodyat-v-rossii/> (дата обращения: 15.08.2025).
2. Матюха С.В. Формирование организационно-экономического механизма развития региональной авиации России: дис. ... д-ра экон. наук: 5.2.3. М., 2023. 286 с.
3. Олейникова М.В., Сорокин А.Е., Ковтун С.А. Разработка организационно-экономического механизма развития производственного потенциала предприятий авиастроения в условиях цифровой экономики // Инновации и инвестиции. 2021. № 3. С. 353–356.
4. Decker C., Chiambaretto P. Economic policy choices and trade-offs for Unmanned Aircraft Systems Traffic Management (UTM): Insights from Europe and the United States // Transportation Research Part A: Policy and Practice. 2022. Vol. 157. Pp. 40–58.
5. Dixit A.K., Pindyck R.S. Investment under Uncertainty. Princeton: Princeton University Press, 1994. 468 p.
6. Hammer M., Champy J. Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. New York: Harper Business, 1993. 223 p.
7. Phaal R., Farrukh C.J., Probert D.R. Technology roadmapping – A planning framework for evolution and revolution // Technological Forecasting and Social Change. 2004. Vol. 71. No. 1-2. Pp. 5–26.
8. Porter M.E. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. New York: Free Press, 1985. 557 p.
9. Schoemaker P.J. Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking // Sloan Management Review. 1995. Vol. 36. No. 2. Pp. 25–40.
10. Trigeorgis L. Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. Cambridge: MIT Press, 1996. 427 p.

References

1. The Ministry of Industry and Trade revealed how many civilian drones are produced in Russia // RTVI. 2025. July 4. URL: <https://rtvi.com/news/v-minpromtorge-raskryli-skolko-grazhdanskih-dronov-proizvodyat-v-rossii/> (accessed on August 15, 2025).
2. Matyukha, S.V. Formation of an Organizational and Economic Mechanism for the Development of Regional Aviation in Russia: Doctoral Dissertation in Economics: 5.2.3. Moscow, 2023. 286 p.
3. Oleynikova M.V., Sorokin A.E., Kovtun S.A. Development of an Organizational and Economic Mechanism for Developing the Production Potential of Aircraft Manufacturing Enterprises in the Digital Economy // Innovations and Investments. 2021. No. 3. Pp. 353–356.
4. Decker C., Chiambaretto P. Economic policy choices and trade-offs for Unmanned Aircraft Systems Traffic Management (UTM): Insights from Europe and the United States // Transportation Research Part A: Policy and Practice. 2022. Vol. 157. Pp. 40–58.
5. Dixit A.K., Pindyck R.S. Investment under Uncertainty. Princeton: Princeton University Press, 1994. 468 p.
6. Hammer M., Champy J. Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. New York: Harper Business, 1993. 223 p.
7. Phaal R., Farrukh C.J., Probert D.R. Technology roadmapping – A planning framework for evolution and revolution // Technological Forecasting and Social Change. 2004. Vol. 71. No. 1-2. Pp. 5–26.
8. Porter M.E. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. New York: Free Press, 1985. 557 p.
9. Schoemaker P.J. Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking // Sloan Management Review. 1995. Vol. 36. No. 2. P. 25–40.
10. Trigeorgis L. Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. Cambridge: MIT Press, 1996. 427 p.