

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 334.021.1

<https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-4-26>

МОДЕЛИ И ФУНКЦИИ МЕХАНИЗМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ В КОМПЛЕКСЕ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ ЗНАНИЙ: МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

А. А. Алабугин

Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия
e-mail: alabugin.aa@mail.ru

Аннотация. Организационное проектирование процессов функционирования механизма форсайт-контроллинга с прогностно-контролирующими свойствами регулирования устойчивости развития предприятий обусловлено потребностями экономики в условиях растущей неопределенности среды. Повышение качества регулирования экономичности направлено на совершенствование взаимодействия предприятий с объектами комплекса. Необходимо комбинирование проектного подхода к разработке механизма с процессами организационного проектирования процедур его оценки и корректировки. Поэтому **целью** исследования определена разработка методов организационного проектирования процессов принятия решений, определяющих структуры, функции координации и контроля результатов регулирования параметров качества механизма форсайт-контроллинга. **Научная новизна** исследования представлена следующими методами: комбинирование проектного и процессного подходов к повышению качества взаимодействия в комплексе; развитие теории управления в концепции комбинирования принципов функционирования механистической и органической моделей организационного проектирования механизма; формирование цифровых симуляторов регуляторов механизма в соответствии с принципами интеграции и комбинирования подходов. Концепция отличается новыми возможностями применения механизма форсайт-контроллинга. Обеспечивается превентивная оценка воздействий регуляторов по результатам мониторинга показателей экономичности в зоне устойчивого инновационного развития предприятия по критерию компромисса целей экономичности и инновационности, централизации и специализации процессов функционирования. На основе разработанных нормативов качества регулирования и достоверности их прогнозов получены следующие **практические результаты на предприятии-объекте исследования**: сформирована алгоритмическая схема разработки и реализации цифровой модели организационного проектирования и функционирования механизма форсайт-контроллинга; обеспечена регулируемость процессов повышения экономичности по специализированным критериям устойчивости развития на этапах инновационного цикла развития предприятия; проведена оценка фактических показателей качества на основе экспертизы начальных параметров качества регулирования; по результатам математического моделирования цифрового симулятора механизма форсайт-контроллинга разработаны рекомендации по корректировке планово-целевых показателей качества формирования стратегий развития с учетом факторов экономики знаний; определены организационно-поведенческие и экономические показатели стратегий функционирования объекта с применением механизма форсайт-контроллинга. Продолжение исследований предполагается по направлениям совершенствования систем постиндустриальной агломерации региона и страны с применением механизмов форсайт-контроллинга в комплексах организационного и энерготехнологического назначения. Мониторинг факторов обеспечивает комбинирование ресурсов низкоуглеродной и «зеленой» энергетики, что содействует преобразованию полигонов отходов в составе комплекса в источники энергии и зоны поглощения углекислого газа.

Ключевые слова: организационное проектирование, форсайт-контролинг, регулирование качества и экономичности развития, принципы комбинирования моделей организационного проектирования.

Для цитирования: Алабугин А. А. Модели и функции механизма регулирования экономичности инновационного развития предприятия в комплексе объектов экономики знаний: методы организационного проектирования // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2022. – № 4. – С. 26–41, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-4-26>.

MODELS AND FUNCTIONS OF THE CONTROL MECHANISM COST EFFECTIVENESS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT ENTERPRISES IN THE COMPLEX OF ECONOMIC FACILITIES KNOWLEDGE: ORGANIZATIONAL DESIGN METHODS

A. A. Alabugin

South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

e-mail: alabugin.aa@mail.ru

Abstract. Organizational design of processes of functioning of the mechanism foresight-controlling with the expected controlling properties of regulation of stability of development of the enterprises is caused by requirements of economy in the conditions of the growing uncertainty of the environment. Improvement of quality of regulation of profitability is directed to improvement of interaction of the enterprises with complex objects. Combination of design approach to development of the mechanism with processes of organizational design of procedures of its assessment and adjustment is necessary. Therefore, **the research objective** determined development of methods of organizational design of the decision-making processes defining structures, functions of coordination and control of results of regulation of parameters of quality of the mechanism of foresight-controlling. **The scientific novelty** of a research is presented by the following methods: combination of design and process approaches to improvement of quality of interaction in a complex; development of the theory of management in the concept of combination of the principles of functioning of mechanistic and organic models of organizational design of the mechanism; formation of digital simulators of the mechanism according to the principles of integration and combination of approaches. The concept differs in new opportunities of use of the mechanism of foresight-controlling. Preventive assessment of influences of regulators by results of monitoring of indicators of profitability in a zone of sustainable innovative development of the enterprise for criterion of a compromise of the purposes of profitability and innovation, centralization and specialization of processes of functioning is provided. On the basis of the developed standards of quality of regulation and reliability of their forecasts the following **practical results at the enterprise object of a research** are received: the algorithmic scheme of development and realization of digital model of organizational design and functioning of the mechanism of foresight-controlling is created; the adjustability of processes of increase in profitability by specialized criteria of stability of development at stages of an innovative cycle of the enterprise is provided; the assessment of the actual indicators of quality on the basis of examination of initial parameters of quality of regulation is carried out; by results of mathematical modeling of the digital simulator of the mechanism of foresight-controlling recommendations about correction of planned and target indicators of quality of formation of development strategies taking into account factors of economy of knowledge are developed; organizational and behavioural and economic indicators of strategy of functioning of an object with use of the mechanism of foresight-controlling are defined. Continuation of researches is supposed in the directions of improvement of systems of post-industrial agglomeration of the region and country with use of mechanisms of foresight-controlling in complexes of organizational and power technological purpose. Monitoring of factors provides combination of resources of low carbon and “green” power that promotes transformation of grounds of waste as a part of a complex in power sources and zones of absorption of carbon dioxide.

Key words: organizational design, foresight-controlling, regulation of quality and profitability of development, principles of combination of models of organizational design.

Cite as: Alabugin, A. A. (2022) [Models and functions of the control mechanism cost effectiveness of innovative development enterprises in the complex of economic facilities knowledge: organizational design methods]. *Intellect. Innovacii. Investicii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 4, pp. 26–41, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-4-26>.

Введение

Актуальность совершенствования методов реализации процессов инновационного развития ряда предприятий отечественной промышленности следует из фактов их недостаточной экономичности и конкурентоспособности. Потребности общества в повышении указанных результатов на протяжении 1950–2021-го годов на постиндустриальной основе экономики знаний остались не вполне реализованными. В теоретико-методологической части исследова-

ния обоснована результативность интеграции и комбинирования ресурсов объектов образования и науки с предприятиями промышленности по факторам высокотехнологичного импортозамещения и неопределенности среды. Сформированный механизм форсайт-контроллинга позволил определить целью исследования разработку методов организационного проектирования процессов его функционирования. Новые свойства прогнозирования целей и мониторинга факторов качества управления экономичности

инновационного развития предприятия потребовали решения задач алгоритмизации методов организационного проектирования механизма по критериям устойчивости и экономичности развития предприятия в комплексе. Они должны быть специализированы по этапам инновационного цикла предприятия-объекта исследования для оценки и корректировки планово-целевых показателей качества. Результаты экспертизы коэффициентов оценки параметров верифицированы применением математических моделей цифровых симуляторов регуляторов механизма. Рекомендации по оценке и корректировке планово-целевых показателей качества по факторам 5–6-го укладов современной экономики знаний должны определить организационно-поведенческие и экономические показатели функционирования механизма предприятия в комплексе.

Методы организационного проектирования процессов интеграции функционалов и комбинирования подсистем форсайта и контроллинга в едином механизме целесообразно реализовать в многопараметрическом подходе к экспертным оценкам параметров качества регулирования взаимодействия [1, 2]. В соответствии с разработанными ранее теоретико-методологическими основами предложено комбинирование принципов механистической и организационной моделей проектирования [3–4]. Предложена концепция согласования инновационного развития предприятий на основе тройного комбинирования их ресурсов в комплексе и региональной агломерации по специализированным критериям устойчивости. Это означает радикальное повышение качества регулирования взаимодействия указанных объектов-акторов. Возможно образное объяснение сути тройной спирали предлагаемой концепции инновационного высокотехнологичного развития предприятия на основе интеграции функционалов и комбинирования ресурсов трех видов указанных систем. Предприятия в составе комплекса образуют как бы «симфонический оркестр», управляемый их руководителями и учитывающими рекомендации Центров координации целей объектов региональной агломерации. Следовательно, повышаются возможности согласования интересов регионов в большой системе управления интеграцией и комбинированием ресурсов страны. Вариативность инновационного взаимодействия обеспечивается креативными импровизациями других «оркестров джазового и междисциплинарного типа» в составе: проектно-исследовательских групп ученых, экспертов, управленческих консультантов и разработчиков проектов, отличающихся применением высокотехнологичных идей, открытий и изобретений. Концепция определяет методы организационного проектирования с использованием прогнозов нормативных коэффициентов качества управления для корректировки планов и стратегий

высокотехнологичного взаимодействия объектов по показателям экономичности инновационного развития. Значимость экономии ресурсов возрастает в условиях экономических санкций и переориентации на преимущественное использование внутренних инвестиций.

Анализ методов высокотехнологичного развития предприятий по показателям экономичности и устойчивости

Анализ генезиса теоретико-методологических основ исследования процессов инновационного развития предприятий, проведенный в первой части исследования, позволил перейти к оценке более современных научных результатов. В период 2008–2020 годов преобладали подсистемы раздельного контроллинга целей регулирования и форсайта исследуемых свойств экономичности и инновационности [12, 13, 20]. Установлено, что высокотехнологичное развитие в условиях кризиса и учета стандартного понимания VUCA-факторов внешней среды эффективно при интеграции их характеристик для лучшего учета ресурсов экономики знаний. Это численно подтверждено корреляцией между управленческими компетенциями, качеством управления знаниями и творческим мышлением моделирования процессов эффективного функционирования сетей знаний в ряде исследований [14, 16, 17]. Получены оценки форсайта будущей занятости в сфере науки, технологий и инноваций как спирали инноваций по различным конфигурациям «треугольника знаний» [14, 22–24]. Отмечается также недостаточная изученность таких форм организации взаимодействия науки и образования для инновационности функционирования предприятия [17, 21]. Особая роль высшего образования в рамочной концепции «треугольника знаний» определена в повышении эффективности регулирования реверсивных потоков знаний [22–24]. Необходимы координационные инструменты обеспечения баланса интересов объектов сложной системы. Подобное взаимодействие служит методической основой интегрированного применения других концепций высокотехнологичного развития («третьей миссии», «тройной спирали», «четырёхзвенной спирали», «предпринимательского, или социально-ориентированного университета», «умной специализации») [24].

Несовершенство моделей и методов оценки эффективности и скорости перехода предприятий от низко-технологичных уровней индустриальной экономики ведет к выбору сценариев типа «созидательное разрушение». Преобладают процессы ликвидации устаревших технологий или их незначительной модернизации по отдельным VUCA-факторам. Такое регулирование по отклонениям от результатов лишь оперативного контроля уменьшает круг сторонников долгосрочного сценарного

планирования. В условиях неопределенности среды и кризисов для прогнозирования устойчивого высокотехнологического развития объектов необходимы методы форсайта [8, 10, 17, 18]. Требуется учет рискованных комплексных альтернатив, нацеленных на радикальные перемены комплекса технологий [15, 24]. Поэтому распространяется применение методов «картирования технологий», как визуальных средств представления трендов развития и нормативных прогнозов [7]. Обосновывается необходимость непрерывной коррекции действующих механизмов стратегического планирования по показателям мониторинга слабых сигналов [25]. Это предложение реализовано в коллаборативных сетях методом скрининга робастных портфельных моделей для выявления перспективных инновационных идей [14, 26]. Они должны учитываться при дизайне успешного форсайта, соответствующего такой организации разработок [6, 9, 11, 19]. Поэтому мы разделяем предложения по совершенствованию управления на основе киберфизических систем. Компьютерные вычисления с использованием средств программирования и искусственным интеллектом должны межмашинным образом обосновывать многообразие вариантов [10, 14, 17, 18]. Необходимы согласованные организационно-экономические воздействия подсистем управления на экономическую устойчивость социальных и технологических коллабораций [5, 27, 29–31].

Указанные работы обосновали актуальность формирования теоретико-методологических основ интеграционно-балансирующего управления процессами высокотехнологического развития систем

и механизма форсайт-контроллинга [3, 4]. Это позволяет перейти к разработке методов функционирования на основе интеграции и комбинирования возможностей и ресурсов цифрового контроллинга и форсайта в едином механизме. Он апробирован в масштабах комплексов объектов экономики знаний, энерготехнологических агломераций и регионов страны [26] при использовании инструментов Big Data и Data Science в новой структуре Центра цифровой координации интересов объектов.

Методы математического моделирования процессов функционирования механизма форсайт-контроллинга целей инновационного развития предприятия

Для обеспечения четырех видов экономической устойчивости, обоснованных в теоретической части исследования для отдельных этапов инновационного цикла, необходимы специальные математические подходы к моделированию процессов функционирования механизма. Математические основы оценки и анализа результативности и скорости скачкообразных и ступенчатых физических и экономических процессов обосновывают использование аппроксимирующей последовательности n вложенных функций. Они имеют производные любого порядка и оцениваются последовательностью результирующего свойства экономичности H_n в зависимости от дополнительных функций ($n = 3$) управления. Это можно считать цифровым симулятором механизма форсайт-контроллинга по факторным параметрам качества их применения x , разработанным в теоретической части исследования

$$H_n(x) = 0,5(1 + f_n(x)). \quad (1)$$

Оценка первой производной позволяет моделировать изменения скорости воздействий параметров качества регуляторов механизма форсайт-

контроллинга на показатель-свойство экономичности инновационного развития предприятия

$$\frac{dH_n(x)}{dx} = \frac{\pi^{n-1}}{2^n} \prod_{k=1}^{n-1} \cos\left(\frac{\pi}{2} f_k(x)\right) \cdot \cos x \quad (2)$$

Применение функций (1) и (2) моделирует изменения экономичности и ее скорости за периоды циклов 1 и 2 на рисунке 1. Показано снижение показателей по критериям устойчивости функционального (УУФ) и структурного (УУС) видов в цикле 1. В нем начинается опытное применение новых функций управления в механизме персоналом предприятия. Обоснована необходимость максимальной скорости повышения показателя-свойства H_i на этапе цикла 2 скачкообразного перехода по максимуму критерия устойчивости бифуркационного вида (УУ_б). Это означает повышение вариативности воздействий параметров качества стан-

дартных и дополнительных функций управления в соответствующем регуляторе механизма. В зоне организационных методов и стабилизации достигнутого уровня экономичности технологий (этап 4) максимизируется критерий экономико-организационного вида устойчивости (УУЭ). Для оценки частоты и директивности воздействий параметров определяется максимальное скорректированное значение функции $H_i(x) = A_n$ подстановкой в выражение (2) значения факторной переменной параметров качества $x = 0$

$$A_n = \frac{\pi^{n-1}}{2^n}. \quad (3)$$

Для обоснования границ этапов цикла исследован диапазон определенного числа приближений вложенных функций [4, 29–31]. Установлено, что при $n = 18$ достигается идеальная аппроксимация функции, соответствующая уравнению (1). Но она не экономична для практического использования, так как чрезмерно усложняет систему управления предприятия. Поэтому критерием обеспечения расширенной зоны равновесного состояния системы определены значения аппроксимирующих функций $H_n(x)$ для трех групп ($n = 3$) в прогнозируемой окрестности скачкообразного развития ($-0,1 \dots 0,1$ рад.) по факторам в точке $x = 0$. Выявлены устойчивые зоны минимального ($-0,05 \dots 0,05$) и максимального ($-0,15 \dots 0,15$) уровней экономичности технологий и методов, показанные точками минимума B и максимума экономических потерь D . Подобным образом устанавливаются также границы зоны вариативности исследуемого свойства

экономичности развития, регулируемого механизмом. Графики исходной функции (утолщенная линия) и пяти ее последовательных приближений, интерпретирующих варианты инновационного развития предприятия, имеют вид, показанный на рисунке 1. Анализ динамики процессов реализации высокотехнологичного скачка-перехода позволил нормировать целевые границы экономичности инновационного развития в оценке уровней максимальных и минимальных потерь в диапазоне (УПmax – УПmin). Аппроксимирующая траектория инновационного развития предприятия показывает, что в начале освоения высоких технологий и нового механизма уровень экономичности предприятия падает. Возможность стабилизации зоны компромисса целей обеспечения инновационности и снижения экономических потерь (УПmax – Уmin) по критерию экономической устойчивости обеспечивают регуляторы механизма.



Рисунок 1. Моделирование функции экономических потерь по вариантам инновационности развития предприятия

Источник: разработано автором

Ранее было исследовано моделирование регуляторов скорости с использованием производных функций высших порядков уравнений 1 и 2 [3, 4]. Поэтому в статье представлено отображение воздействий цифрового симулятора лишь производной второго порядка (рисунок 2). В организационных исследованиях практически достаточно использовать последовательные приближения четырех порядков (их графики приведены ранее [4, 26]). Это определяет применение цифрового симулятора механизма с четырьмя видами регуляторов, воздействующих на повышение экономичности инновационного развития предприятия по критериям специализированных видов устойчивости.

Регулятор функционального типа моделирует изменения скорости процессов на этапе 1 низко инновационной модернизации технологий предприятия и формирования механизма форсайт-контрол-

линга (квадрант 1 модели на рис. 1). Моделирование на основе первой производной аппроксимации функции экономичности инновационного развития предприятия $H_q(x_i)$ показано потенциалом роста экономичности по траектории ABC. При этом отсутствует оцениваемый прирост результирующего свойства, показанный отрицательными величинами экономичности и инновационности. Это объясняется низкой интенсивностью регулирующих воздействий дополнительной конкретной функции управления (КФУ-1) для интеграции ресурсов с использованием пяти соответствующих параметров качества механизма форсайт-контроллинга. В Центре комплекса происходит экспериментальное согласование интенсивности их применения с четырьмя аналогичными показателями качества стандартных функций предприятия (общее число параметров в формуле (4) соответствует количеству вложенных

функций) по критерию максимизации УУ_ф

$$H_9(x) = 0,5(1 + \sin(A(A(A(A(A(A(A(x)))))))))) , \quad (4)$$

где

$$A(x) = \frac{\pi}{2} \sin x.$$

Регулятор структурного типа используется для моделирования процессов ускорения воздействий функционального типа. Вторая производная интерпретирует повышение интенсивности применения стандартных функций в новой структуре предприятия. Формирование и начало применения дополни-

тельных КФУ-2 комбинирования инновационных возможностей объектов комплекса представлено функцией экономичности его инновационного развития при усилении взаимодействия $H_{10}(x_i)$. На рисунке 2 показаны регулирующие воздействия механизма с учетом согласования пяти дополнительных и пяти стандартных параметров качества по критерию максимизации УУс

$$H_{10}(x) = 0,5(1 + \sin(A(A(A(A(A(A(A(x)))))))))) . \quad (5)$$

Такие методы, указанные в квадранте 2 теоретической модели, обеспечивают технологии среднего уровня инновационности по траектории развития предприятия, моделируемой прямой ВD на рисунке 1. Причем в точке С прирост экономичности использования ресурсов становится положительным даже в начале применения механизма форсайт-контроллинга в регулирующей структуре Центра комплекса.

Регулятор бифуркационного типа моделирует варианты скачкообразных процессов повышения экономичности на основе третьей производной. Это отображает процессы скачкообразного перехода высокотехнологичных преобразований в зону

положительной экономичности по траектории CD. Необходимы максимальные скорости и степени воздействий коэффициентов интеграции и комбинирования дополнительных КФУ-1 и 2 для освоения высоких технологий и нового механизма регулирования (квадрант 3) инновационного развития. Результаты регулирования скорости показаны функцией $H_{11}(x_i)$ в зависимости от воздействий дополнительной КФУ-3. Она воздействует на предсказуемость темпов роста КФУ-1,2 при согласовании и использовании пяти дополнительных и шести стандартных параметров качества по критерию максимизации УУб

$$H_{11}(x) = 0,5(1 + \sin(A(A(A(A(A(A(A(A(A(x)))))))))) . \quad (6)$$

Регулятор экономико-организационного типа стабилизирует результаты функционирования акселераторов первых трех типов и поэтому моделируется системой уравнений (4–6). Линиями возрастающей ширины и жирности показаны графики функций $H_9(x)$, $H_{10}(x)$, $H_{11}(x)$, отображающие семь траекторий развития предприятия. Они обеспечиваются применением технологий и методов управления возрастающей инновационности семи высоких технологий производства. Согласование функций управления интеграцией, комбинированием ресурсов и скоростью их воздействий при применении регуляторов механизма форсайт-контроллинга содействует стабилизации экономичности. По уравнениям (1) осуществляется моделирование скоростей дополнительных КФУ-1-3 оценкой первых производ-

ственно неадминистративными организационными методами по критерию максимизации УУэ.

Результаты организационного проектирования процессов функционирования механизма форсайт-контроллинга предприятия

Организационное проектирование осуществлено в соответствии с принципами централизации и децентрализации полномочий. В теоретической части исследования обосновано, что единый механизм форсайт-контроллинга предприятия обеспечивает новые возможности комбинирования механистической и органической моделей организационного проектирования. Процедуры и операции проектирования принятия управленческих решений по совершенствованию структуры, координации и контролю процессов взаимодействия предприятия с объектами комплекса осуществлены в алгоритмической схеме формирования и функционирования нового механизма. Ее прямые и обратные связи позволили регулировать указанные процессы в аналого-цифровой платформе Центра комплекса.

ных приближений функций $\frac{dH_9(x)}{dx}$, $\frac{dH_{10}(x)}{dx}$ и $\frac{dH_{11}(x)}{dx}$.

Моделирование на основе четвертой производной интерпретирует процессы стабилизации достигнутого уровня. Прямой DE показано снижение экономичности в квадранте 4 модели. Поэтому необходима подстройка регуляторов механизма преимуще-

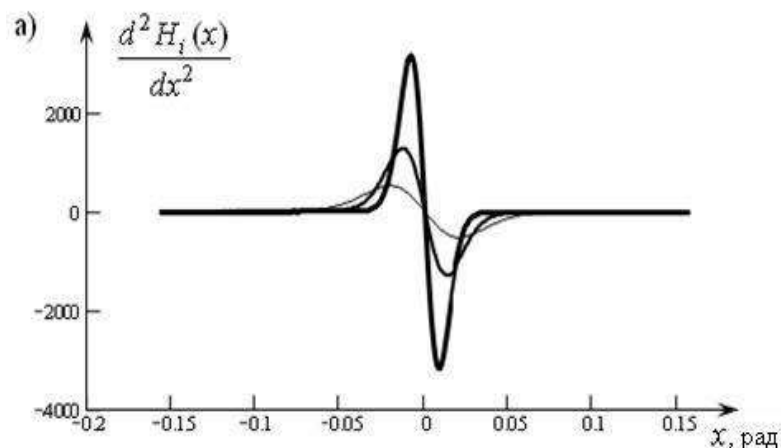


Рисунок 2. Цифровой симулятор воздействий экономико-организационного регулятора механизма форсайт-контроллинга предприятия

Источник: разработано автором

Предприятие – объект исследования и организационного проектирования на начальном этапе преобразований, на начальном этапе его декомпозиции находилось в условиях 3–4-го укладов экономики индустриального типа [2–4, 6, 7]. Оно имело среднесписочную численность персонала 1500 человек и относится к машиностроительной отрасли промышленности. Производство продукции с высокой добавленной стоимостью, но недостаточной инновационностью обострило проблемы конкурентоспособности и снижения спроса. Это определило необходимость высокотехнологичных преобразований по факторам 5–6-го укладов. Процедуры 1–5 теоретико-методологической модели, разработанные в первой части исследования, определили разработку операций 1.1–5.2 методов функционирования механизма (рисунок 3). На предприятии и в Центре комплекса реализованы операции алгоритмической схемы 1.1–2.1: создана группа экспертов, исследователей и разработчиков проекта формирования и экспериментального функционирования механизма; внешние управленческие консультанты осуществили организационное проектирование процессов обучения специалистов предприятия по освоению характеристик расширенного учета VUCA-факторов среды, дополнительных КФУ-1-3 и их согласованию со стандартными функциями управления при интеграции функционалов форсайта и контроллинга предприятия. Операция 3.1 позволила выявить по формулам (1–3) недостаточную экономичность и инновационность его развития на этапе 1 инновационного цикла. Отсутствие единого механизма и функционирование предприятия вне комплекса не обеспечило необходимой скорости регулирования преобразований. Результаты моделирования по формулам (4–6) позволили повысить обосно-

ванность прогнозов экономичности в операциях 4.1–4.2. Применение цифрового симулятора регуляторов механизма по критерию максимума УУ₃ содействовали большей оперативности его воздействий на стабильность показателя-свойства в целевом диапазоне компромисса интересов.

Многопараметрический подход к определению выходной (результатирующей) переменной экономичности инновационного развития предприятия обусловил ее векторное представление в теоретико-методологической части статьи. Числовые характеристики $H_n(x_i)$ определены при $n = 3$. Аргументами (факторными показателями) трех дополнительных КФУ были обоснованы коэффициенты оценки параметров качества регулирования воздействий входных переменных, или параметров x_i (где $i = 1, \dots, n = 15$ – число параметров регулирования). Коэффициенты были установлены по диапазонам на основе общепринятой шкалы Л. Харрингтона [28]. Эксперты оценили качество регулирования по степени фактических и плановых воздействий каждого параметра на основе среднеарифметических оценок x_{icp} . 15-ти специалистов новой структуры Центра комплекса. Использовано пять интервалов долей единичного отрезка, характеризующих очень высокую (1–0,8), высокую (0,8–0,63), среднюю (0,63–0,37), низкую (0,37–0,2) и очень низкую (0,2–0) степени воздействий параметров в указанной вербально-числовой шкале. Определены величины коэффициентов $KU_j(x_{icp})$, где $j = 3$.

Процедура применения дополнительной КФУ-1 необходима для интеграции ресурсов и параметров качества ее согласования в Центре комплекса со стандартными функциями управления предприятия. Она реализована воздействиями коэффициента $KU_u(x_{icp})$ на оценку и корректировку планово-целе-

вых показателей стратегий (проектов) инновационного развития. Результат определяется суммированием усредненных сумм оценок параметров качества регулирования в диапазоне $(x_1 - x_3)$

$$KY_u(x_{icp.}) = (x_{1cp.} + x_{2cp.} + x_{3cp.} + x_{4cp.} + x_{5cp.})/5 \quad (7)$$

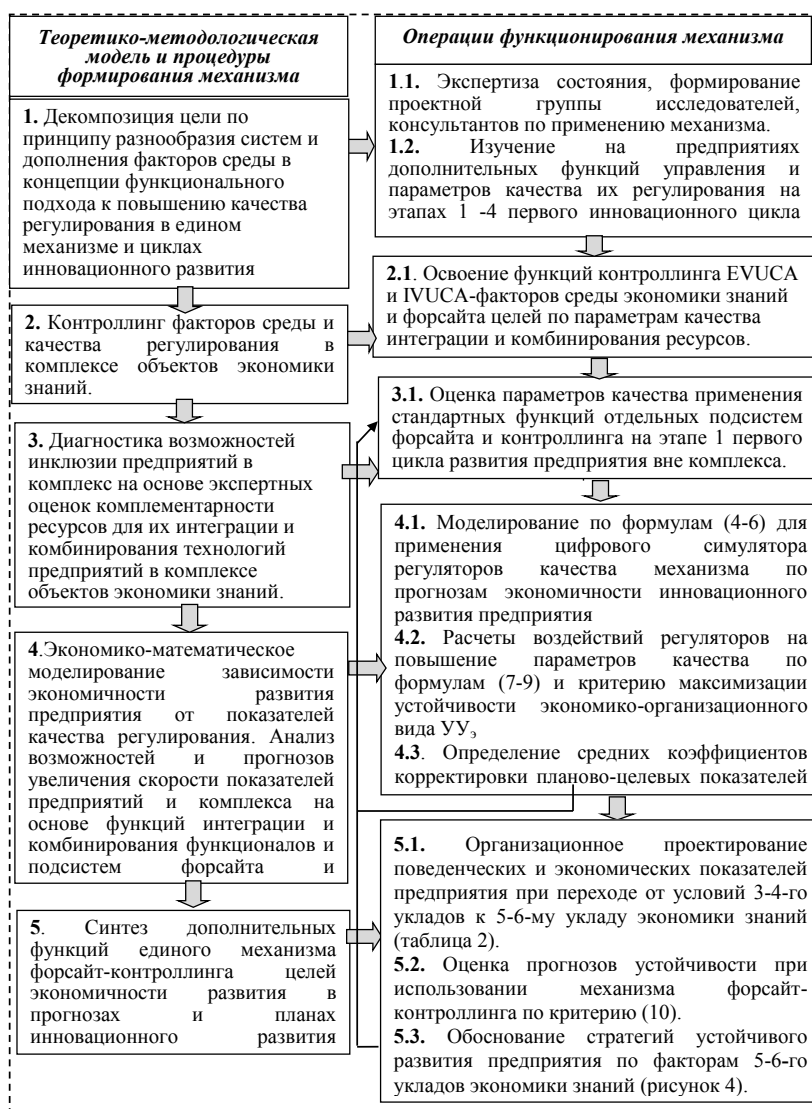


Рисунок 3. Алгоритмическая схема процедур и операций организационного проектирования процессов формирования и функционирования механизма форсайт-контроллинга предприятия

Источник: разработано автором

Процедура применения дополнительной КФУ-2 предназначена для комбинирования ресурсов, структур объектов и параметров качества ее согласования в комплексе со стандартными функциями управления предприятия. Она определена форми-

рованием структурных элементов предприятия для организации воздействий коэффициента $KY_k(x_{icp.})$ функции, определяемого усредненной суммой параметров качества регулирования в диапазоне $(x_6 - x_{10})$

$$KY_k(x_{icp.}) = (x_{6cp.} + x_{7cp.} + x_{8cp.} + x_{9cp.} + x_{10cp.})/5 \quad (8)$$

Процедура применения дополнительной КФУ-3 обеспечивает акселерацию воздействий параметров качества функций КФУ-1 и КФУ-2. Она направлена на интенсивность применения регуляторов ско-

рости. В качестве экспертной оценки предложен коэффициент повышения качества регулирования скорости, определяемый воздействиями усредненной суммы параметров в диапазоне $(x_{11} - x_{15})$ оценки

коэффициента $KY_c(x_{icp.})$

$$KY_c(x_{icp.}) = (x_{11cp.} + x_{12cp.} + x_{13cp.} + x_{14cp.} + x_{15cp.})/5 \quad (9)$$

Операция 4.3 состояла в определении усредненных фактических оценок коэффициентов по формулам (7–9). В каждом последующем инновационном цикле они суммировались с их величинами, достигнутыми в предыдущем цикле повышения качества регулирования экономичности инновационного

развития предприятия для стабилизации достигнутого уровня. Коэффициенты, приведенные в таблице 1, определяют необходимую степень последующей корректировки плано-целевых показателей качества КФУ1 – КФУ-3 предприятия для повышения инновационности его стратегий.

Таблица 1. Средние фактические коэффициенты качества регулирования экономичности по этапам цикла развития предприятия, доли единицы

Этапы цикла	Характеристики этапов цикла модели матрицы выбора стратегий развития	Средние экспертные оценки воздействий параметров скорости на прочие функции	Средние экспертные оценки параметров качества управления интеграцией ресурсов объектов комплекса	Средние экспертные оценки параметров качества управления комбинированием ресурсов объектов комплекса
1	Минимальное качество модернизации технологий	Цикл 1: $KY_c(x_{icp.}) = 0,10$ Цикл 2: $KY_c(x_{icp.}) = 0,10 + 0,29 = 0,39$	Цикл 1: $KY_u(x_{icp.}) = 0,10$ Цикл 2: $KY_u(x_{icp.}) = 0,39$	Цикл 1: $KY_k(x_{icp.}) = 0,10$ Цикл 2: $KY_k(x_{icp.}) = 0,39$
2	Низкое и среднее качество регулирования экономичности развития	Цикл 1: $KY_c(x_{icp.}) = 0,29$ и $0,5$ Цикл 2: $KY_c(x_{icp.}) = 0,29 + 0,29 = 0,58$ и $0,79$	Цикл 1: $KY_u(x_{icp.}) = 0,29$ и $0,5$ Цикл 2: $KY_u(x_{icp.}) = 0,29 + 0,29 = 0,58$ и $0,79$	Цикл 1: $KY_k(x_{icp.}) = 0,29$ и $0,5$ Цикл 2: $KY_k(x_{icp.}) = 0,29 + 0,29 = 0,58$ и $0,79$
3	Высокое качество регулирования высокотехнологичного развития	Цикл 1: $KY_c(x_{icp.}) = 0,72$ Цикл 2: $KY_c(x_{icp.}) = 0,72 + 0,10 = 0,82$	Цикл 1: $KY_u(x_{icp.}) = 0,72$ Цикл 2: $KY_u(x_{icp.}) = 0,72 + 0,10 = 0,82$	Цикл 1: $KY_k(x_{icp.}) = 0,72$ Цикл 2: $KY_k(x_{icp.}) = 0,72 + 0,10 = 0,82$
4	Стабилизация качества результатов развития	Цикл 1: $KY_c(x_{icp.}) = 0,29$ Цикл 2: $KY_c(x_{icp.}) = 0,29$	Цикл 1: $KY_u(x_{icp.}) = 0,29$ Цикл 2: $KY_u(x_{icp.}) = 0,29$	Цикл 1: $KY_k(x_{icp.}) = 0,29$ Цикл 2: $KY_k(x_{icp.}) = 0,29$

Источник: разработано автором

Объективность оценок была проверена на основе начальных обучающих рекомендаций экспертам с использованием методов распознавания образов в нечетких множествах и верифицирована численными методами [29–31]. Операция 5.1 включала определение начальных параметров в цикле 1 или их последующую корректировку по критерию экономической устойчивости. Для апробации использованы параметры каждой дополнительной функции управления, наиболее влияющие на качество регулирования (полностью параметры приведены в теоретико-методологической части исследования). Воздействия дополнительной КФУ-1 оценивались следующими коэффициентами-регуляторами: степени проявления инновационных компетенций исследователей (разработчиков проектов) объектов комплекса ($x_{1cp.}$) и гибкости их структур ($x_{2cp.}$). Для регулирования КФУ-2 учитывались следующие параметры: степени информированности исследователей, разработчиков о возможностях высокотехно-

логичного развития предприятия ($x_{6cp.}$) и оперативности установления взаимосвязей в пространстве комплекса с учетом факторов среды ($x_{7cp.}$). Применение КФУ-3 оценивалось по другим параметрам: степени заинтересованности руководителей предприятий в ускорении инноваций ($x_{11cp.}$), оперативности оценок ситуации с учетом факторов среды ($x_{12cp.}$) и скорости восприятия персоналом предприятия видения и перспектив высокотехнологичного развития ($x_{13cp.}$). Новый механизм стабилизирует зону (см. рис. 1) компромисса целей обеспечения инновационности и снижения экономических потерь по критерию экономико-организационного вида устойчивости (УУэ). Это обеспечивают регуляторы механизма, повышающие достоверность прогнозирования нормируемых организационно-поведенческих и экономических показателей качества воздействий трех функций управления и стандартных их видов на экономичность развития предприятия (таблица 2).

Таблица 2. Рекомендации по оценке нормируемых показателей качества управления предприятием по факторам экономики знаний, доли единицы

Прогнозы коэффициентов корректировки показателей на этапах 1–4 инновационного цикла	Нормируемые организационно-поведенческие показатели качества управления в экономике знаний	Нормируемые экономические показатели качества управления в экономике знаний
<p>1. Интеграции ресурсов на основе КФУ-1 – степени проявления инновационных компетенций исследователей, разработчиков предприятий и объектов комплекса ($x_{1cp.}$) и гибкости их структур ($x_{2cp.}$): $1 - KU(x_{1cp.}) = 0,10$ $2 - 0,29$ (низко инновационное развитие); $0,5$ (средне инновационное) $3 - KU(x_{2cp.}) = 0,72$ $4 - 0,29$</p>	<p>1.1. Количество специалистов (КК), проявивших инновационные компетенции в структурах предприятия по параметру качества $x_{1cp.}$ за период цикла 1: Этап 1 – $0,10$ КК</p> <p>1.2. Количество специалистов в структурах проектного типа (группы, команды) по параметру качества $x_{2cp.}$ за период цикла 1: Этап 2 – $0,29$ КК или $0,5$ КК Этап 3 – $0,72$ КК Этап 4 – $0,29$ КК</p>	<p>1.1. Инвестиции (ИС) в создание структуры Центра и проекты формирования комплекса за период цикла 1: Этап 1 – $0,10$ ИС Этап 2 – $0,29$ ИС или $0,5$ ИС Этап 3 – $0,72$ ИС Этап 4 – $0,29$ ИС</p> <p>1.2. Затраты (ЗК) на повышение компетенций специалистов за период цикла 1: Этап 1 – $0,10$ ЗК Этап 2 – $0,29$ ЗК или $0,5$ ЗК Этап 3 – $0,72$ ЗК Этап 4 – $0,29$ ЗК</p>
<p>2. Комбинирования ресурсов на основе КФУ-2 – степени информированности исследователей и разработчиков проектов о возможностях высокотехнологического развития предприятий ($x_{6cp.}$) и взаимосвязанности предприятий и объектов комплекса с учетом факторов среды ($x_{7cp.}$): $1 - KU(x_{6cp.}) = 0,10$ $2 - 0,29$ (низко инновационное развитие); $0,5$ (средне инновационное) $3 - KU(x_{7cp.}) = 0,72$ $4 - 0,72$</p>	<p>2.1. Количество информированных специалистов (КИ) о возможностях высокотехнологического развития предприятия по параметру качества $x_{6cp.}$ за период цикла 1: Этап 1 – $0,10$ КИ</p> <p>2.2. Количество взаимосвязанных предприятий (КВ) и объектов комплекса (параметр качества $x_{7cp.}$), появившихся за период цикла 1: Этап 2 – $0,29$ КВ или $0,5$ В Этап 3 – $0,72$ КВ Этап 4 – $0,29$ КВ</p>	<p>2.1. Затраты (ЗИ) на повышение информированности специалистов за период цикла 1, включая использование информационных технологий: Этап 1 – $0,10$ ЗИ Этап 2 – $0,29$ ЗИ или $0,5$ ЗИ Этап 3 – $0,72$ ЗИ Этап 4 – $0,29$ ЗИ</p> <p>2.2. Инвестиции в разработку проектов (ИП) высокотехнологического развития предприятия за период цикла 1: Этап 1 – $0,10$ ИП Этап 2 – $0,29$ ИП или $0,5$ ИП Этап 3 – $0,72$ ИП Этап 4 – $0,29$ ИП</p>
<p>3. Скорости применения функций интеграции и комбинирования на основе КФУ-3 – степени заинтересованности руководителей предприятий в ускорении инноваций ($x_{11cp.}$), оперативности оценок ситуации с учетом факторов среды ($x_{12cp.}$) и скорости восприятия персоналом предприятий видения и перспектив высокотехнологического развития ($x_{13cp.}$): $1 - KU(x_{11cp.}) = 0,10$ $2 - 0,29$ (низко инновационное развитие) $0,5$ (средне инновационное) $3 - KU(x_{12cp.}) = 0,72$ $4 - 0,29$</p>	<p>3.1. Количество руководителей (КР), заинтересованных в период цикла 1 в ускорении процессов инноваций по параметру качества $x_{11cp.}$: Этап 1 – $0,10$ КР</p> <p>3.2. Количество своевременно учитываемых факторов (КФ) среды (параметр качества $x_{12cp.}$), обеспечивших за период цикла 1 увеличение скорости восприятия персоналом предприятия видения (параметр качества $x_{13cp.}$): Этап 2 – $0,29$ КФ или $0,5$ КФ Этап 3 – $0,72$ КФ Этап 4 – $0,29$ КФ</p>	<p>3.1. Инвестиции в разработку форсайт-механизма (ИФМ) повышения экономичности инновационного развития предприятия за период цикла 1: Этап 1 – $0,10$ ИФМ Этап 2 – $0,29$ ИФМ или $0,5$ ИФМ Этап 3 – $0,72$ ИФМ Этап 4 – $0,29$ ИФМ</p> <p>3.2. Экономический эффект (ЭЭ) от реализованных кратко- и среднесрочных проектов инновационного развития за период цикла 1: Этап 1 – $0,10$ ЭЭ Этап 2 – $0,29$ ЭЭ или $0,5$ ЭЭ Этап 3 – $0,72$ ЭЭ Этап 4 – $0,29$ ЭЭ</p>

Источник: разработано автором

Прогнозируемый уровень экономико-организационной устойчивости развития предприятий (УУэ) использован как критерий, определяющий стабильность показателя-свойства экономичности в диапазоне компромисса интересов на этапе

$$УУ_э = Nc(x_j) / Np(x_j) > 1 \tag{10}$$

Информация о количестве созданных и ликвидированных предприятий была взята из официальных данных о их государственной регистрации и банкротстве. При несоблюдении критерия по формуле (10) на отдельных этапах цикла делался вывод о дисбалансе целей экономичности и инновационности. Результативности перехода предприятия на высокие технологии содействовало применение нового механизма регулирования и корректировки показателей, реализованных на основе обратных связей модели между результатами операций 3.1–5.3 в схеме (см. рисунок 3). Например, в операциях 4.1 и 4.2 принимались решения об интенсификации воздействий регуляторов механизма, определяющих повышение параметров качества дополнительных КФУ-1– КФУ-3. Это сформировало рекомендации Центра комплекса по корректировке планово-целевых экономических показателей, дополняющих таблицу 2 и направленных на увеличение: новизны применяемых технологий, доли затрат на повышение компетенций персонала, связанных с развитием и использованием информационных и коммуникационных технологий; инвестиций в новые технологии, освоение программных средств для усиления

4 в операции 5.2 алгоритмической схемы. Он оценивался соотношением показателей числа создаваемых $Nc(x_j)$ и распадающихся $Np(x_j)$ предприятий в конкурентных отраслях агломерации объектов комплекса по критерию

взаимодействия с поставщиками и потребителями товаров и услуг.

Методы организационного проектирования показателей качества регулирования позволили повысить достоверность прогнозов стабильности реализации стратегий в оценке экономичности развития предприятий. Это обусловлено применением операций 5.2 и 5.3 по критерию экономико-организационной устойчивости. Обоснован выбор характеристик четырех видов стратегий на этапах 1–4 повышения качества регулирования согласованного инновационного развития предприятий в комплексе по факторам 5–6-го укладов (рисунок 4). На этапе 1 цикла рекомендована стратегия регулируемой модернизации с использованием преимущественно собственных средств отдельного предприятия. Трудности в получении инвестиций и кредитов позволяли реализовать лишь низко затратные проекты незначительной модернизации. Опыт и компетенции генерирования креативных идей, повышение инновационной восприимчивости части персонала предприятия по результатам реализации организационного проекта внешних консультантов повысили динамику преобразований.

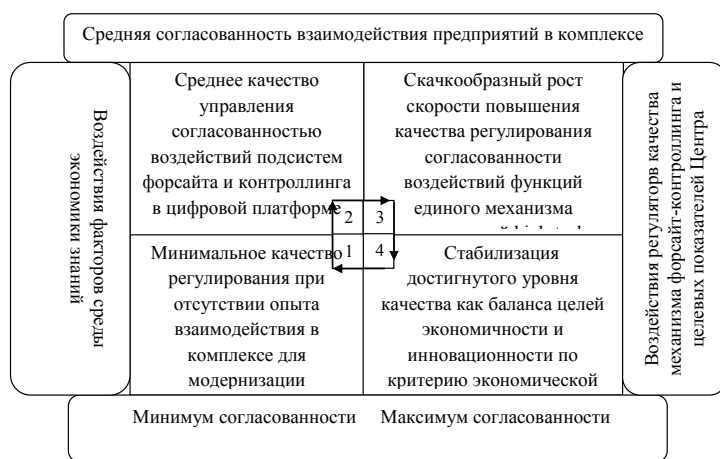


Рисунок 4. Модель организационного проектирования стратегий повышения качества регулирования по факторам организационно-технологических укладов

Источник: разработано автором

На этапе 2 реализована стратегия формирования системы сбалансированных показателей качества управления предприятием с формированием единого механизма форсайт-контроллинга в структуре

сетевой динамической структуры комплекса. Она обосновала интенсификацию регулируемого взаимодействия с объектами экономики знаний и консультантами для моделирования процессов органи-

зационного развития. Это позволило провести экспериментальное применение процедуры 3 и операции 3.1 в стратегии высокотехнологичного развития при функционировании механизма форсайт-контроллинга в цифровой платформе Центра. На этапе 4 применялась стратегия стабилизации результатов повышения экономичности инновационного развития.

В цикле 2 достигнуто снижение времени принятия решений в новой структуре Центра комплекса и применения механизма форсайт-контроллинга. Интеграция организационно-экономических и тех-

нологических воздействий на повышение экономичности инновационного развития предприятия содействовала компромиссу интересов при комбинировании возможностей механистических и органических структур предприятий. Нормирование показателей качества управления (см. табл. 2) повысило достоверность результатов организационного проектирования. Это показано в сравнительных оценках планово-целевых и пороговых показателей результативности [25] в условиях разных укладов экономики (таблица 3).

Таблица 3. Результаты организационного проектирования процессов формирования и функционирования механизма форсайт-контроллинга планово-целевых показателей инновационного развития предприятия

Инструменты организационного проектирования, управления и регулирования в комплексе объектов экономики знаний и региональной агломерации	Планово-целевые (организационно-поведенческие и экономические) показатели повышения экономичности инновационного развития	Результаты реализации проекта, %		
		функционирование отдельного предприятия в условиях 3–4-го укладов	функционирование предприятия в условиях 5–6-го укладов и комплекса	пороговое значение показателя в расчете за год цикла (планового периода)
1. Организация процессов применения моделей и функций интеграции подсистем форсайта и контроллинга по показателям инновационности развития	1. Количество специалистов, проявивших компетенции применения механизма форсайт-контроллинга высокотехнологичного развития предприятий	2,0–5,0	10,0–15,0	Относительный рост доли от общего по предприятию показателя
2. Организация гибких структур управления исследованиями и разработками	2. Количество специалистов в структурах проектного типа предприятия	2,0–3,0	5,0–10,0	То же
3. Управление организационным развитием в пространстве взаимодействия предприятия и объектов комплекса	3. Количество консультантов по организационному развитию комплекса и региональной агломерации в составе персонала	0,01	0,02	То же
4. Организация учета внутренних и внешних VUCA-факторов среды и их мониторинга в комплексе и агломерации	4. Количество руководителей, заинтересованных в мониторинге VUCA-факторов среды в составе персонала	5,0	10,0	То же
5. Инновационная восприимчивость к согласованию решений по увеличению выпуска высокотехнологичной продукции в комплексе	5. Объем продаж инновационной продукции с учетом образовательных, исследовательских и проектных услуг на единицу общей их стоимости	0–0,5	25,0–35,0	Относительный рост на единицу общей стоимости услуг
6. Участие персонала предприятия в обсуждении видения развития предприятия	6. То же, в общем объеме услуг	0–10,0	15,0–25,0	Более 50,0
7. Создание условий для организационного развития предприятия в агломерации на основе Big Data и Data Science	7. То же, по отношению к затратам вводимых факторов по исследованиям и проектам на основе Big Data и Data Science	5,0	10,0	Не менее 15,0
8. Организация непрерывного повышения инновационных компетенций специалистов не старше 39 лет	8. То же, в общем объеме числа занятых в оказании инновационных услуг	0,0	0,5	На 100 сотрудников не менее одного в год
9. Применение методов оценки развития персонала по показателям инновационности основных фондов	9. Доля обновления активной части основных фондов предприятия по высокотехнологичным факторам	10,0–15,00	65,0–75,0	Не менее 50% в год

Продолжение таблицы 3.

Инструменты организационного проектирования, управления и регулирования в комплексе объектов экономики знаний и региональной агломерации	Планово-целевые (организационно-поведенческие и экономические) показатели повышения экономичности инновационного развития	Результаты реализации проекта, %		
		функционирование отдельного предприятия в условиях 3–4-го укладов	функционирование предприятия в условиях 5–6-го укладов и комплекса	пороговое значение показателя в расчете за год цикла (планового периода)
10. Комбинирование технологий по критерию устойчивости	10. Инвестиции в нематериальные активы в общем их объеме	0–2,0	15,0–25,0	Более 50,0
11. Повышение качества продукции с использованием объектов интеллектуальной собственности	11. Количество заявок на объекты интеллектуальной собственности и публикаций в рецензируемых журналах	0,0	5,0–10,0	Более 50,0
12. Гибкость структур предприятия и технологий в оценках скорости изменений	12. Инвестиции в структуры Центра координации комплекса и механизмы форсайт-контроллинга	0,0	5–15,0	Относительный рост

Источник: разработано автором

Сопоставление результатов и пороговых величин характеристик успеха проекта подтверждает целесообразность интеграции и комбинирования организационно-экономических и технологических воздействий новых регуляторов повышения экономичности инновационного развития предприятия. Сочетание механистических и органических структур достигается нормированием его показателей качества управления и применением механизма форсайт-контроллинга по критерию его устойчивости.

Заключение

Таким образом, в методической части исследования получен ряд практических результатов повышения качества оценки и регулирования согласованных воздействий при интеграции функционалов форсайта и контроллинга в едином механизме. Экономичность инновационного развития предприятия повышена применением дополнительных функций управления и параметров качества их регулирования в механизме на основе алгоритмической схемы. Ее прямые и обратные связи позволили применить модели теории и процедуры методологии тройной интеграции функционалов и комбинирования ресурсов экономики знаний в операциях по разработке и реализации методов. Оценка и регулирование интенсивности и скорости развития предприятия по факторам трансформации укладов экономики в комплексе количественно обоснована методами математического моделирования воздействий дополнительных функций управления на показатели

качества регулирования экономичности. Параметры качества изменялись на этапах инновационного цикла предприятия по результатам оценок применения цифрового симулятора регуляторов четырех типов, использующих новые критерии устойчивости. Симулятор механизма форсайт-контроллинга включен в цифровую платформу новой структуры Центра координации интересов комплекса. Учет расширенного состава VUCA-факторов внешней и внутренней среды позволил повысить достоверность прогнозов коэффициентов корректировки планово-целевых показателей. Рекомендуемые виды стратегий, планов и проектов развития предприятия-объекта исследования обоснованы результатами организационного проектирования на основе многопараметрического подхода к оценке качества функционирования нового механизма. Выявлено повышение скорости разработки управленческих решений и стабильности прогнозов экономичности процессов эволюционного и высокотехнологичного развития. Это способствовало лучшей организации трансфера накопленного опыта и компетенций высокотехнологичного развития для согласования интересов предприятия в комплексе. Реализация проекта в машиностроительной отрасли показала улучшение характеристик организационного поведения и экономичности инновационного развития. Это содействует обеспечению потребителям гарантируемых свойств качества продукции и прогнозирования условий ее поставок в стратегиях высокотехнологичного типа по факторам 5–6-го укладов экономики знаний.

Литература

1. Адизес И. К. Интеграция. Выжить и стать сильнее в кризисные времена: монография – М.: Альпина Паблицер. – 2009. – 128 с.

2. Алабугин А. А. Методология управления интеграцией интеллектуальных, исследовательских и инвестиционных ресурсов повышения эффективности неиндустриального технологического развития систем // Интеллект, инновации, инвестиции. – 2017. – № 4. – С. 4–11.
3. Алабугин А. А. Модели теории и методологии интеграционно-балансирующего управления ресурсами интеллектуального труда и капитала в условиях сингулярности технологий: концептуальные основы исследования // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2019. – № 4. – С. 10–20.
4. Алабугин А. А. Модели теории и методологии интеграционно-балансирующего управления ресурсами интеллектуального труда и капитала в условиях сингулярности технологий: математические и методические основы // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2019. – № 8. – С. 19–32.
5. Алабугин А. А., Орешкина Н. С. Управление развитием предприятия по показателям согласованности взаимодействия его функциональных подсистем и критерию экономической устойчивости // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». – 2021. – Том 15, № 1, С. 133–143.
6. Бассей М. Концептуальные основы Форсайт-исследований и их эффекты: классификация и практическое применение // Форсайт. – 2013. – Т. 7 – № 3. – С. 64–73.
7. Белоусов Д. Р., Сухарева И. О., Фролов А. Метод «картирования технологий» в поисковых прогнозах // Форсайт. – 2012. – Т.6 – № 2. – С. 6–16.
8. Березной А. В. Корпоративный Форсайт в стратегии транснационального бизнеса // Форсайт. – 2017. – Т. 11 – № 1. – С. 9–22.
9. Бруммер В., Коннола Т., Сало А. Многообразие в Форсайт-исследованиях: практика отбора инновационных идей // Форсайт. – 2010. – Т. 4. – № 4. – С. 56–68.
10. Гётц М., Янковска Б. Индустрия 4.0 как фактор конкурентоспособности компаний в условиях пост переходной экономики // Форсайт. – 2020. – Т. 14. – № 4. – С. 61–78.
11. Джонстон Р. Анализ технологий, ориентированный на будущее: проблема «Кассандры» // Форсайт. – 2011. – Т. 5. – № 2. – С. 58–64.
12. Дракер П. Ф. Классические работы по менеджменту = Classic Drucker: монография – М.: Альпина Бизнес Букс. – 2008. – 220 с.
13. Йохансен Б. Лидеры делают будущее десятью новыми лидерскими навыками: монография – Берлин: Издательство Беррет-Келер Паблишер. – 2012. – 264 с.
14. Караяннис Э., Григорудис Э. Четырехзвенная спираль инноваций и «умная специализация»: производство знаний и национальная конкурентоспособность // Форсайт. – 2016. – Т.10. – № 1. – С. 31–42.
15. Кэлоф Д. Л., Ричардс Г., Смит Д. Форсайт, конкурентная разведка и бизнес-аналитика – инструменты повышения эффективности отраслевых программ // Форсайт. – 2015. – т. 9. №1 – С. 68–81.
16. Лалу Ф. Открывая организации будущего: монография – М.: Манн, Иванов и Ферберю – 2016. – 409 с.
17. Магрук А. Неопределенность, знания и варианты будущего в Форсайт-исследованиях (на примере Индустрии 4.0) // Форсайт. – 2020. – Т. 14. – № 4. – С. 20–33.
18. Майнцер К. Технологический Форсайт и сбалансированное инновационное развитие с точки зрения сложных динамических систем // Форсайт. – 2020. – Т. 14. – № 4. – С. 10–19.
19. Майсснер Д., Сервантес М. Успешный Форсайт: дизайн, подготовка, инструментарий // Форсайт. – 2010. – Т. 4. – № 1. – С. 74–81.
20. Макарова Е. А., Соколова А. Лучшая практика оценки научно-технологического Форсайта: базовые элементы и ключевые критерии // Форсайт. – 2012. – Т. 6. – № 3. – С. 62–74.
21. Макаров С., Угнич Е. Бизнес-катализаторы как драйверы развития региональных инновационных систем // Форсайт. – 2015. – Т. 9. – № 1. – С. 56–67.
22. Перез-Вико Е., Швааг-Сергер С., Уайз Э., Беннер М. Конфигурации «треугольника знаний» в трех шведских университетах // Форсайт. – 2017. – Т.11. – № 2. – С. 68–82.
23. Сервантес М. Институты высшего образования в «треугольнике знаний» // Форсайт. – 2017. – Т. 11. – № 2. – С. 27–42.
24. Унгер М., Полт В. «Треугольник знаний» между сферами науки, образования и инноваций: концептуальная дискуссия // Форсайт. – 2017. – Т.11. – № 2. – С. 10–26.
25. Худякова Т. А., Шмидт С. А. Анализ функциональных особенностей контроллинга на современном этапе развития // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». – 2019. – Т. 13. – № 3. – С. 93–100. DOI: 10.14529/em190309.
26. Alabugin A., Osintsev K., Aliukov S. (2021) Methodological Foundations for Modeling the Processes of Combining Organic Fuel Generation Systems and Photovoltaic Cells into a Single Energy Technology Complex. *Journal of Energies*. Vol. 14(10). DOI: 10.3390/en14102816. (In Eng.).

27. Velez-Perez J. A., Olivares-Quiroz L. (2017) Jump transition observed in translocation time for ideal poly-X proteinogenic chains as a result of competing folding and anchoring contributions. *PHYSICAL REVIEW E*. No 1. DOI: 10.1103/PhysRevE.95.012407. (In Eng.).
28. Paris J., Harrington L. (1977) A Mathematical Incompleteness in Peano Arithmetic. *Handbook of Mathematical Logic*. Amsterdam: North-Holland, p. 1134–1142. (In Eng.).
29. Reefke H., Trocchi M. (2013) Balanced scorecard for sustainable supply chains: design and development guidelines. *International Journal of Productivity and Performance Management*, Emerald Group Publishing. Vol. 62(8), pp. 805–826. DOI: org/IJPPM – 02-2013-0029 (In Eng.).
30. Seelos C. (2014) Theorizing and strategizing with models: Generative models of social enterprises. *International Journal of Entrepreneurial Venturing*. No 6, pp. 6–21 DOI:10.1504/IJEV.2014.059406. (In Eng.).
31. Stubbs W., Cocklin C. (2008) Conceptualizing a “sustainability business model.” *Organization & Environment*. Vol. 21(2), pp. 103–127. DOI: 10.1177/1086026608318042. (In Eng.).

References

1. Adizes, I. K. (2009) [Integration. Survive and become stronger in times of crisis]. Moscow: Alpina Publisher, 128 p.
2. Alabugin, A. A. (2017) [Methodology for managing the integration of intellectual, research and investment resources to increase the efficiency of neo-industrial technological development of systems]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovation. Investments]. Vol. 4, pp. 4–11. (In Russ.).
3. Alabugin, A. A. (2019) [Models of theory and methodology of integration-balancing management of resources of intellectual labor and capital in conditions of singularity of technologies: conceptual foundations of research]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intelligence. Innovation. Investments]. No. 4, pp. 10–20, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2019-4-10>. (In Russ.).
4. Alabugin, A. A. (2019) [Models of the theory and methodology of integration-balancing management of the resources of intellectual labor and capital in the conditions of singularity of technologies: mathematical and methodological foundations]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intelligence. Innovation. Investments]. No. 8, pp. 19–32, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2019-8-19>. (In Russ.).
5. Bassej, M. (2013) [Conceptual foundations of Forsyth (foresight) research and its effects: classification and practical application]. *Forsajt* [Forsajt]. Vol. 7. No. 3, pp. 64–73. (In Russ.).
6. Belousov, D. R., Sukhareva, I. O., Frolov, A. (2012) [Method of «technology mapping» in search forecasts] *Forsajt* [Forsajt]. Vol. 6. No. 2, pp. 6–16. (In Russ.).
7. Birch, A. V. (2017) [Corporate Forsyth in Transnational Business Strategy]. *Forsajt* [Forsajt]. Vol. 11. No. 1, pp. 9–22. (In Russ.).
8. Brummer, V., Connola, T., Salo, A. (2010) [Diversity in Forsyth Research: the practice of selecting innovative ideas]. *Forsajt* [Forsajt]. Vol. 4. No. 4, pp. 56–68. (In Russ.).
9. Goetz, M., Yankovska, B. (2020) [Industry 4.0 as a factor of competitiveness of companies in post-transition economy]. *Forsajt* [Forsajt]. Vol. 14. No. 4, pp. 61–78. (In Russ.).
10. Johnston, R. (2011) [Future-oriented technology analysis: the Cassandra problem]. *Forsajt* [Forsajt]. Vol. 5. No. 2, pp. 58–64. (In Russ.).
11. Draker, P. F. (2008) *Klassicheskie raboty po menedzhmentu = Classic Drucker* [Classic Management Work = Classic Drucker]. Moscow: Alpina Business Buks, 220 p.
12. Johansen, B. (2012) *Lidery delayut budushchee desyat'yu novymi liderskim navykami* [Leaders Make the Future Ten New Leadership Skills]. Berlin: Berrett-Koehler Publishers, 264 p.
13. Karayannis, E., Grigorudis, E. (2016) [Four-tier spiral of innovation and «smart specialization»: knowledge production and national competitiveness]. *Forsajt* [Forsajt]. Vol. 10. No. 1, pp. 31–42. (In Russ.).
14. Calof, D. L., Richards, G., Smith, D. (2015) [Forsyth, Competitive Intelligence and Business Analytics – Industry Program Efficiency Tools]. *Forsajt* [Forsajt]. Vol. 9. No. 1, pp. 68–81. (In Russ.).
15. Lalu, F. (2016) [Opening the organizations of the future]. Moscow: Mann, Ivanov and Ferber, 88 p.
16. Magruk, A. (2020) [Uncertainty, knowledge and future options in Forsyth Research (using Industry 4.0 as an example)]. *Forsajt* [Forsajt]. Vol. 14. No. 4, pp. 20–33. (In Russ.).
17. Mainzer, K. (2020) [Technology Forsyth and balanced innovation in terms of complex dynamic systems] *Forsajt* [Forsajt]. Vol. 14. No. 4, pp. 10–19. (In Russ.).
18. Meissner, D., Cervantes, M. (2010) [Successful Forsyth: design, preparation, tools]. *Forsajt* [Forsajt]. Vol. 4. No. 1, pp. 74–81. (In Russ.).
19. Makarova, E. A., Sokolova, A. (2012) [Forsyth Science and Technology Assessment Best Practices: Basic Elements and Key Criteria]. *Forsajt* [Forsajt]. Vol. 6. No. 3, pp. 62–74. (In Russ.).
20. Makarov, S., Ugnich, E. (2015) [Business Catalysts as Drivers of Regional Innovation Systems]. *Forsajt*

[Forsajt]. Vol. 9. No. 1, pp. 56–67. (In Russ.).

21. Alabugin, A. A., Oreshkina, N. S. (2021) [Management of enterprise development according to the indicators of interaction of its functional subsystems and the criterion of economic stability] *Vestnik YuzhnoUral'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Ekonomika i menedzhment»* [Bulletin of South Ural State University. Economics and Management Series]. Vol. 15, No. 1, pp. 133–143.

22. Perez-Vico, E., Schwaag-Sergier, S., Wise, E., Benner, M. (2027) [Knowledge triangle configurations in three Swedish universities]. *Forsajt* [Forsajt]. Vol. 11. No. 2, pp. 68–82. (In Russ.).

23. Cervantes, M. (2017) [Institutes of higher education in the “triangle of knowledge”]. *Forsajt* [Forsajt]. Vol. 11. No. 2, pp. 27–42. (In Russ.).

24. Unger, M., Polt, V. (2017) [«Knowledge triangle» between science, education and innovation: a conceptual discussion]. *Forsajt* [Forsajt]. Vol. 11. No. 2, pp. 10–26. (In Russ.).

25. Khudyakova, T. A., Schmidt A. V. (2019) [Analysis of the functional features of controlling at the current stage of development]. *Vestnik YuzhnoUral'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Ekonomika i menedzhment»* [Bulletin of South Ural State University. Economics and Management Series]. Vol. 13. No. 3, pp. 93–100. (In Russ.).

26. Alabugin, A., Osintsev, K., Aliukov, S. (2021) Methodological Foundations for Modeling the Processes of Combining Organic Fuel Generation Systems and Photovoltaic Cells into a Single Energy Technology Complex. *Journal of Energies*. Vol. 14(10). DOI: 10.3390/en14102816. (In Eng.).

27. Velez-Perez, J. A., Olivares-Quiroz, L. (2017) Jump transition observed in translocation time for ideal poly-X proteinogenic chains as a result of competing folding and anchoring contributions. *PHYSICAL REVIEW E*. No 1. DOI: 10.1103/PhysRevE.95.012407. (In Eng.).

28. Paris, J., Harrington, L. (1977) A Mathematical Incompleteness in Peano Arithmetic. *Handbook of Mathematical Logic, Amsterdam: North-Holland*. Pp. 1134–1142. (In Eng.).

29. Reefke, H., Trocchi, M. (2013) Balanced scorecard for sustainable supply chains: design and development guidelines. *International Journal of Productivity and Performance Management, Emerald Group Publishing*. Vol. 62(8). pp. 805–826. DOI: org/IJPPM – 02-2013-0029 (In Eng.).

30. Seelos, C. (2014) Theorizing and strategizing with models: Generative models of social enterprises. *International Journal of Entrepreneurial Venturing*. No 6, pp. 6–21. DOI: 10.1504/IJEV.2014.059406. (In Eng.).

31. Stubbs, W., Cocklin, C. (2008) Conceptualizing a «sustainability business model.» *Organization & Environment*. Vol. 21(2), pp. 103–127. DOI: 10.1177/1086026608318042. (In Eng.).

Информация об авторе:

Анатолий Алексеевич Алабугин, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры цифровой экономики и информационных технологий, профессор кафедры промышленной теплоэнергетики, Челябинск, Россия

ORCID ID: 0000-0003-1242-3310, **Researcher ID:** M-6608-2018, **Scopus Author ID:** 56712972100, **Author ID (РИНЦ):** 654423

e-mail: alabugin.aa@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 14.03.2022; принята в печать: 15.06.2022.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Information about the author:

Anatoly Alekseevich Alabugin, Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Departments of Digital Economy and Information Technologies and Industrial Thermal Power Engineering, Chelyabinsk, Russia

ORCID ID: 0000-0003-1242-3310, **Researcher ID:** M-6608-2018, **Scopus Author ID:** 56712972100, **Author ID (РИНЦ):** 654423

e-mail: alabugin.aa@mail.ru

The paper was submitted: 14.03.2022.

Accepted for publication: 15.06.2022.

The author has read and approved the final manuscript.