
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 332.242.2

DOI: 10.25198/2077-7175-2019-8-19

МОДЕЛИ ТЕОРИИ И МЕТОДОЛОГИИ ИНТЕГРАЦИОННО-БАЛАНСИРУЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТРУДА И КАПИТАЛА В УСЛОВИЯХ СИНГУЛЯРНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

А.А. Алабугин

Южно-Уральский государственный университет (Научно-исследовательский университет), Челябинск, Россия

e-mail: alabugin.aa@mail.ru

Аннотация. Актуальность математического обоснования моделей теории и методологии, разработки методик реализации интеграционно балансирующего управления ресурсами труда и капитала в условиях сингулярности технологий определяется практическими потребностями постиндустриальной экономики. Нерешенность проблем практического использования аналитического отображения скачкообразных процессов перехода к характеристикам такой экономики обусловлена недостаточной проработкой и организационной адаптацией математических и методических основ управления. Они не учитывают конкретные условия пространственно-временной комплементарной интеграции ресурсов и инклюзии объектов в формируемый комплекс. Это определило цель исследования как разработку математических и методических основ реализации моделей теории и методологии интеграционно балансирующего управления ресурсами. Использование авторского теоретико-методологического подхода определило направления разработки методического аппарата данного этапа исследования, включающего: методику динамической оценки и регулирования качества управления; авторскую интерпретацию организационного смысла производных высших порядков аппроксимаций сингулярной функции для отображения скачкообразных процессов; методы оценки показателей качества управления (направленности и амплитуды показателя-свойства при применении, воздействия параметров интеграционно балансирующего механизма (акселераторов, регулирующих скорость воздействий, интеграторов ресурсов и регуляторов энтропии синергизма); методы определения критических точек потери устойчивости процессов. Научную и практическую ценность имеют следующие результаты: выявление и изучение новых свойств скачкообразного развития; регулирование статики и динамики процессов как эффекта условного расширения пространства и времени принятия управленческих решений в условиях сингулярности технологий; возможности анализа краткосрочных процессов; выявление новых закономерностей динамики скачкообразных процессов в зоне максимума эффекта; рекомендации по регулированию сроков и интенсивности мероприятий для изменения приоритетов и направленности воздействий по критерию компромисса целей эффективности и инновационности развития комплекса; рекомендации по выбору методов управления ресурсами высокотехнологичного развития промышленности типа 4.0 в организационно-когнитивной модели повышения профессиональных компетенций интеллектуального капитала.

Ключевые слова: организационный смысл производных высших порядков, регулятор энтропии синергизма, интегратор ресурсов, акселераторы механизма управления.

Для цитирования: Алабугин А. А. Модели теории и методологии интеграционно балансирующего управления ресурсами интеллектуального труда и капитала в условиях сингулярности технологий: математические и методические основы исследования // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2019. – № 8. – С. 19-32. DOI: 10.25198/2077-7175-2019-8-19.

MODELS OF THEORY AND METHODOLOGY OF INTEGRATING BALANCING RESOURCE MANAGEMENT OF THE INTELLECTUAL LABOR AND CAPITAL IN THE CONDITIONS OF SINGULARITY OF TECHNOLOGIES: MATHEMATICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF RESEARCH

A.A. Alabugin

South Ural State University (Research University), Chelyabinsk, Russia
e-mail: alabugin.aa@mail.ru

Abstract. *The relevance of the mathematical substantiation of the models of the theory and methodology, the development of methods for the implementation of integration-balancing management of labor and capital resources in the context of the singularity of technologies is determined by the practical needs of a post-industrial economy. The unresolved problems of the practical use of the analytical mapping of the jump-like processes of transition to the characteristics of such an economy are due to the insufficient development and organizational adaptation of the mathematical and methodological foundations of management. They do not take into account the specific conditions of the space-time complementary integration of resources and the inclusion of objects into the complex being formed. This defined the purpose of the study as the development of mathematical and methodological foundations for the implementation of models of the theory and methodology of integration-balancing resource management. The use of the author's theoretical-methodological approach has determined the direction of the development of the methodological apparatus of this stage of the study, including: methods of dynamic assessment and management quality control; author's interpretation of the organizational meaning of higher-order derivatives of approximations of a singular function for displaying jump processes; methods for evaluating management quality indicators (directivity and amplitude of the indicator-property when used, effects of integration-balancing mechanism parameters (accelerators regulating the speed of impacts, resource integrators and regulators of entropy synergy); methods for determining the critical points of stability loss. The following are scientific and practical value results: identification and study of new properties of spasmodic development; regulation of statics and dynamics of processes as a conditional effect expanding the space and time of managerial decision-making under the conditions of singularity of technologies, the ability to analyze short-term processes, identify new patterns of dynamics of discontinuous processes in the zone of maximum effect, recommendations on adjusting the timing and intensity of measures for changing priorities and impact targeting by the criterion of compromise on the goals of efficiency and innovation development complex; recommendations on the choice of methods for managing the resources of high-tech development type 4.0 industry in the organizational-cognitive model of improving professional competencies of intellectual capital.*

Keywords: *the organizational meaning of higher order derivatives; synergy entropy regulator; resource integrator; control mechanism accelerators.*

Cite as: Alabugin, A. A. (2019) [Models of the theory and methodology of integrating balancing resource management of intellectual labor and capital in the conditions of the singularity of technologies: mathematical and methodological foundations of research]. *Интеллект. Инновации. Инвестиции* [Intellect. Innovation. Investments]. Vol. 8, pp. 19-32. DOI: 10.25198/2077-7175-2019-8-19.

Введение

Актуальность совершенствования количественных методов управления инновационным развитием возрастает в условиях необычных (сингулярных) изменений потребностей и вызовов части технологий в экономике постиндустриального типа. При переходе от экономики преимущественно индустриального типа должны применяться «прорывные», или высокотехнологичные результаты научно-технического прогресса, отличающиеся экспоненциальными изменениями существующих процессов, технологий и организационно-образовательных методов. Возникновение и устойчивое развитие такой экономики знаний возможно при комплексном применении диверсифицированных ресурсов труда и капитала в цикле эволюционных

и революционных процессов. Необходима методика и механизм управления интеграцией ресурсов в процессах высокотехнологичного инновационного развития (ВИР). Предложения по новым теоретическим моделям и методологии интеграционно балансирующего управления (МИБУ) процессами ВИР были даны в первой части статьи. Потребность новой экономики в снижении дисбаланса целей, интеграции ресурсов интеллектуального труда и капитала объектов разного назначения в комплексе обострила противоречие между вызовами среды и недостаточной проработанностью математических и методических основ управления воздействиями на основе новой методологии. Это обостряет проблемы недостаточной эффективности функционирования комплексов в экономике постин-

дустриального типа, требующей комбинирования ресурсов и количественных оценок. Нерешенность проблем определяет целью статьи разработку нового методического и дополненного математического инструментария применения методологии интеграционно-балансирующего управления развитием. Для достижения цели необходимо решить задачи адаптации математических моделей аппроксимации скачкообразных процессов и интерпретации производных высших порядков для отображения воздействий предлагаемого механизма регулирования в расширенном пространстве и времени принятия решений в Центре управления развитием (ЦУР) комплекса, обоснованном в первой части статьи. Практически необходимы, как установлено ранее, новые возможности аналитической аппроксимации на основе обобщенных функций Дирака сингулярного вида. Это позволит повысить точность оценок при выборе методов интеграции ресурсов и инклюзии объектов разного назначения в комплексах объектов постиндустриальной экономики знаний и условиях сингулярности технологий и высоких темпов развития.

Обзор литературы

По предмету настоящего исследования известен ряд работ. В данном случае их можно разделить на три группы. Направлению экономики знаний соответствуют работы В.П. Моргунова [9], Г.А. Унтура [11] по исследованию факторов инновационной значимости человеческого капитала, нематериальных знаний в развитии инноваций. Соглашаясь с их предложениями по составу факторов, следует отметить отсутствие рекомендаций по анализу и регулированию скачкообразных переходов к инновациям. Узким аспектам управления экономикой знаний посвящены работы А. Inuzuka [21], который для лучших перспектив такой экономики предлагает ввести ранжирование уровней познания. Это воспринято в данной работе в части уровней пирамиды знаний. Не вызывает возражений утверждение F. Lafond [22], который полагается на возможности самоорганизации экономики. В данной работе это учтено как этап цикла инновационного развития. Однако самоорганизации совершенно недостаточно в условиях высокотехнологичного развития. P.L. Liu и соавторы [23] предлагают эмпирические подходы к изучению взаимосвязей методов экономики знаний и успехом инновационных стратегий. Следует отметить отсутствие комплексности указанных подходов: предлагаемые методы не позволяют применять необходимый набор регулирующих воздействий, отсутствуют механизмы управления процессами. R. Azizi с соавторами [16], A. Nonarouq [20] включают методы экономики знаний в состав инструментов управления качеством и конкуренцией.

T. Chou с соавторами [17] показывают значимость особого международного климата в повышении удовлетворенности при использовании возможностей такой экономики. M. Hoegl и его соавтор [19] предлагают рекомендации по повышению творческих способностей. Предложения по материальному обеспечению обучения в экономике знаний дает U. Schmitt [25]. Ценностные составляющие указанных предложений учтены, дополнены и модернизированы в инструментарии данного исследования. В то же время, следует отметить их недостаточную проработанность в части количественной обоснованности и возможностей аналитической оценки процессов, отсутствие возможностей их оптимизации по критериям снижения дисбаланса интересов изучаемых объектов.

Направлению оценки неопределенности процессов трансформации объектов в экономике отвечают работы И. Ершовой [6], А. Ковалева [7] П. Кохно [78] М. Шаталова [12]. Их предложения отличаются необходимым набором моделей, методов и показателей оценки синергетического эффекта. Некоторые из них использованы в данной работе. Однако необходимы особые математические подходы к анализу принципиально краткосрочных скачкообразных процессов, сопутствующих переходу к экономике знаний.

Повышение предсказуемости процессов таких воздействий возможно при математическом моделировании, позволяющем обосновывать и регулировать сравнительно краткосрочные процессы. По третьему направлению исследований выбраны методы геометрической алгебры многомерного пространства, исследующие вычислительные подходы к сжатию и растягиванию как видам его преобразования. Впервые такая алгебра предложена У. Клиффордом, автором термина «дивергенция» и векторного анализа (вместе с Гиббсом и Хевисайдом [3, 4, 18, 24]).

Математические и методические основы исследования

Установлено, что в условиях сингулярности технологий задачи моделирования нестационарных и скачкообразных процессов управления развитием сложных систем с учетом оптимизации требуют решения нелинейных задач. При этом выявлено отсутствие точных аналитических методов решения. Поэтому необходимо формирование математической модели, адекватной моделируемому динамическому процессу интеграционно-балансирующего управления. Разработка С.В. Алюковым методов аппроксимации обобщенных функций [3, 4] позволила количественно обосновать предложения по теоретической модели, единой методологии МИБУ и методам управления для моделирования процессов интеграции ресурсов и кон-

вергенции траекторий инновационного развития. Методы используют дополнительные функции и структуры разрабатываемого в исследовании интегрально балансирующего механизма управления ресурсами инновационного труда и капитала [1]. Поскольку три главных его элемента имеют общую направленность на реализацию концепции МИБУ, совокупность элементов механизма может быть названа триединой, а инструментарий назван как механизм триединого назначения (МТН).

В структуре МТН определены элементы регулирования конвергенции противоположных целей эффективности и инновационности. Они должны обеспечить комплементарность управляющих воздействий ЦУР на эффективность процессов интеграции ресурсов объектов комплекса: регулятор энтропии синергизма результатов интеграции ресурсов объектов; интегратор ресурсов объектов; акселераторы скорости повышения эффективности. Регулирование выбора приоритетов и последовательности применения методов инновационного развития и вида ресурсов осуществляется на основе интегральной организационно-когнитивной модели (ОКМ), обоснованной в первой части статьи. Регулирование скорости процессов в акселераторах механизма возможно изменением числа специальных функций управления интеграцией ресурсов объектов и интенсивности их применения для конвергенции траекторий показателя-свойства эффективности с показателями инновационности развития объектов в диапазоне компромисса их целевых (нормативных) величин.

Математически обоснованная концепция условного расширения пространства-времени принятия управленческих решений по повышению компетенций высокотехнологичного развития реализуется в авторской методике оценки и регулирования скорости инновационной трансформации. В условиях сингулярности технологий необходимы новые показатели измерения статичности и динамики эволюционных и скачкообразных процессов. Статическое представление процессов достаточно для исследования ситуации на данный момент планового периода, при малых темпах эволюционных изменений факторов среды и модернизации технологий. Общая методика оценивает статичность и динамику процессов и состоит из 12-ти этапов.

1. Количественное определение исходной оценки уровня дисбаланса целей эффективности (H) и инновационности во времени (x) в цикле эволюционных изменений. Это может быть установлено соотношением площадей зоны, отображающих периоды трансформационного или проектного взаимодействия объектов комплекса (показаны в первой части статьи). Статические критерии повышения качества управления в конечных приращениях показателя-свойства следующие:

$$\left| \frac{dH_i(x)x_{u2}}{dx} \right| \geq \left| \frac{dH_i(x)x_{u1}}{dx} \right| \quad \frac{H_i(x)x_{u2}}{H_i(x)x_{u1}} \geq 1 \quad (1)$$

В данном случае критерии используют для оценки результатов повышения качества управления эффект расширения пространства и времени, отображаемый условным «растягиванием» одномоментного (теоретически мгновенного) скачка-перехода. Применение аппроксимаций обобщенной функции Дирака, как доказано в первой части статьи, позволяет получить возможности аналитической оценки в приемлемом периоде изменений. Это расширяет возможности принятия и реализации решений не только по эволюционной модернизации технологий низкого уровня инновационности, медленных преобразований на основе традиционной организационно-когнитивной модели (ОКМ), но и в скачкообразных процессах. Содержание и динамика ее трансформации в интегральной теоретической модели была обоснована в первой части статьи.

2. Выявление продолжительности устойчивого краткосрочного эффекта от реализации скачка-перехода (в диапазоне $-0,05 \dots 0,05$ рад) необходимо провести на основе оценок динамических процессов при сильных возмущениях по показателям интенсивности изменений факторных и функциональных воздействий показателей регулирования механизма: скорости, ускорения и других. Они позволят выявить критические точки сингулярности технологий при $x = 0$ и другие критерии, определяющие потерю устойчивости взаимосвязей объектов комплекса (рисунок 1).

Оценку критериев интеграции и конвергенции траекторий показателей-свойств процессов ВИР для их регулирования предлагается интерпретировать числом так называемых (в математике) вложенных функций аппроксимации скачкообразных процессов. Доказано, что условия положительного синергизма взаимодействия объектов при комплементарной интеграции ресурсов и инклюзии диверсифицированных объектов в комплексе можно выявить на основе первых производных функций, определяющих последовательные приближения

$$\frac{dH_9(x)}{dx}, \quad \frac{dH_{10}(x)}{dx} \quad \text{и} \quad \frac{dH_{11}(x)}{dx} \quad \text{для исследуемой}$$

функции эффективности. В данном случае используется понимание зоны сингулярности в оценках отрицательных (уменьшение величины параметра, интерпретируемое периодом формирования структур ЦУР и МТН) и положительных границ расширения пространства-времени (минимального в диапазоне $-0,05 \dots 0,05$ рад, максимального $-0,15 \dots 0,15$ рад). Это соответствует увеличению скорости, интенсивности и уровня инновационности управленческих воздействий по развитию объектов

при возрастающем количестве и разнообразии интегрируемых ресурсов с применением дополнительных функций управления или регулирования (рисунок 1). Анализ характера их пространственно-временного поведения позволил количественно

оценить зоны, отличающиеся управляемостью процессов интеграции ресурсов и инклюзии объектов в комплексе: высокая ($-0,05 < x < 0,05$ рад) и низкая $-x < -0,05$ и $x \geq 0,05$ рад.

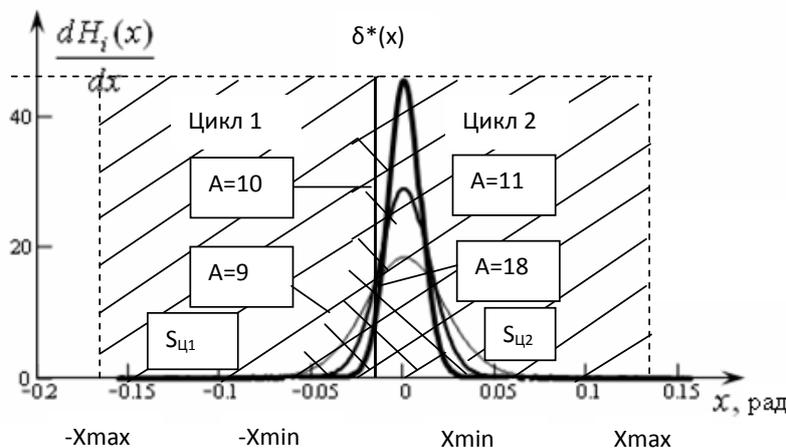


Рисунок 1. Зоны и этапы минимального ($-0,05 \dots 0,05$ рад) и максимального ($-0,15 \dots 0,15$ рад) динамического эффектов расширения пространства-времени на основе аппроксимаций функции управления скачкообразным развитием

3. Определение высоты пика аппроксимации (амплитуды) методом дифференцирования аппроксимирующих функций эффективности развития числом n выбранной для анализа последовательности $H_n(x) = 0,5(1 + f_n(x))$ для определения скорости изменений

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

Подставляя в полученное выражение для производных $x = 0$, с учетом четности δ — функции, найдем максимальное значение A_n как оценку интенсивности воздействия показателей качества применения функций в механизме управления

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

Это достижимо на этапе реализации структурно-революционных процессов типа ВИР. Критерием зоны равновесного состояния системы являются значения аппроксимирующих функций показателя свойства $H_n(x)$ в окрестности точки $x = 0$.

4. Количественное обоснование расширения пространственно-временной зоны на этапе сингулярности технологий необходимо для оценки устойчивости динамического эффекта расширения пространства-времени при экспоненциальном возрастании доли высокотехнологичных («прорывных») трансформаций. Для этого предлагается метод оценки динамики изменений вышеуказанных

площадей, определяемой произведением скорости и показателя-фактора x :

$$S = \frac{dH_i(x)}{dx} * x \quad (4)$$

Математически точно максимальная величина S равна определенному интегралу следующего вида:

$$S_i = \int_{-Xmax}^{Xmax} \frac{dH_i(x_i)}{dx_i} dx_i \quad (5)$$

Оценивая на графике производную как угол α к касательной, можно заметить, что

$$tg \alpha_i = \frac{dH_i(x_i)}{dx_i} \quad (6)$$

Поэтому при числе вложенных функций $A = 11, 18$ можно сделать практический вывод максимальной степени скорости изменений при $\alpha = 90^\circ$:

$$tg \alpha_{11} = \frac{dH_{11}(x_{11})}{dx_{11}} \rightarrow 90^\circ \rightarrow \infty \quad (7)$$

5. Принятие решений о начале процесса комплексной интеграции ресурсов. Управляемое расширение пространства и времени принятия решений в плане или проекте формирования или развития комплекса повышает возможности снижения неопределенности в зоне сингулярности технологий. В ЦУР комплекса увеличивается период времени для анализа и применения дополнительных функций и показателей их интеграционно-ба-

лансирующего воздействия на динамику преобразований традиционной ОКМ. Это необходимо для регулирования по критерию снижения дисбаланса целей эффективности и инновационности развития объектов комплекса. Персонал ЦУР координирует их действия для обеспечения качества управленческих решений, позволяющего повысить конвергенцию траекторий целей эффективности и инновационности скачкообразного развития на основе методов управления ресурсами человеческого капитала типа 2.0, определенных в первой части статьи [9, 11, 15-17].

Интерпретированы числом дополнительных функций управления интеграцией ресурсов критерии соответствия условиям устойчивости конвергенции траекторий показателей эффективности и инновационности. Они соответствуют числу вложенных функций аппроксимации 9,10, 11[3] в статике (по статическому критерию формулы (1) и небольших возмущениях). В динамике и условиях сингулярности необходим критерий (7), так как при значительных воздействиях факторов на процессы ВИР в зоне эффекта достигается максимальное и устойчивое значение показателя-свойства системы в оценке формулы (3).

6. Для оценки начала процесса скачка-перехода к уровню ВИР в диапазоне проявления эффекта определяются скорости повышения показателя-свойства по формуле (2) и аппроксимациям обобщенных функций при числе вложенных функций 9,10,11.

7. Определение градиентов функции эффективности рассчитывается определением производных по направлениям векторов функций на один и тот же момент времени в диапазонах подготовки управленческих решений ($-0,15...0$ рад) и их реализации ($0,15...0$ рад).

8. Направленность динамики степени конвергенции целей осуществляется общеизвестными математическими методами построения касательных векторов-лучей к графикам зависимостей функций 9,10,11 в точках x (рисунок 1) и соответствующих этим моментам. Это позволит определить точки бифуркаций векторных полей указанных функций по величинам $\operatorname{tg} \alpha_i$ по формуле (8). На заключительном этапе метода по каждой зависимости (рисунок 1) проверяется соответствие критерию выявления начала скачка:

$$\operatorname{tg} \alpha_i = \frac{dHi(x_i)}{dx_i} = 1. \quad (8)$$

Практически такой критерий означает равенство относительных приростов фактических показателей эффективности и инновационности развития и их компромисс на момент оценки. Результатом контроля достижения такого уровня качества управления в ЦУР должно быть принятие решения

о начале совместных действий, например, участников проекта ВИР объектов комплекса.

Определенные таким образом новые возможности повышения качества управления скачкообразным развитием сложных систем мы предлагаем назвать эффектом условного растяжения времени принятия решений и регулирования динамики процессов в пространстве методов интеграции ресурсов и кооперации объектов комплекса. Подтверждено возрастание эффекта интеграции указанных видов ресурсов при увеличении числа вложенных функций с 9-ти до 11-ти. Это соответствует гипотезе большей эффективности процессов ВИР скачкообразного типа при повышении качества управления интеграцией оптимальным числом регулирующих функций и диверсифицированных ресурсов указанных объектов в расширенном пространстве их кооперации и инклюзии в комплексе.

Организационное исследование на оригинальной эмпирико-методической основе выявило новые свойства скачкообразного развития, возможности его изучения и регулирования статике и динамике процессов. Это позволяет сделать предположение, что нами (совместно с С.В. Алюковым) открыто явление эффекта условного расширения пространства и времени принятия управленческих решений для такого развития в условиях сингулярности технологий. Эффект расширяет возможности анализа любых скачкообразных процессов как технических, так и социально-экономических систем в условиях сингулярных изменений или описываемых зависимостями экспоненциального вида. Он обоснован С.В. Алюковым оригинальным методом аппроксимации обобщенной функции Дирака сингулярного вида. Потребовалась корректировка понятий и расширение возможностей исследования скачкообразных процессов, позволившие выявить новые закономерности их динамики в зоне максимума эффекта. Такие закономерности обосновывают новый метод и механизм динамической оценки и регулирования эффективности развития систем с повышенными свойствами устойчивости решений и сходимости аппроксимирующих процедур с кусочно-линейными характеристиками [3, 4]. Мы надеемся на признание научной новизны и практической значимости исследованного явления, эффекта и закономерностей новой организационно-когнитивной «механики». При условии согласия научного сообщества возможен вариант названия указанного явления, как эффекта Алабугина-Алюкова.

9. Регулирование условий динамической устойчивости процессов конвергенции и снижения дивергенции целей, комплементарности процессов интеграции ресурсов должно осуществляться с учетом основных типов устойчивости: возврат к равновесному состоянию системы в оценках

компромисса целей эффективности и инновационности при любых возмущениях среды; неустойчивое состояние в условиях дезинтеграции ресурсов и дивергенции траекторий; устойчивость компромисса целей в определенных диапазонах нормативных величин и циклах развития; абсолютная устойчивость закрытой системы при снижении эффективности и инновационности. При оценке устойчивости процессов и результатов развития необходим учет энтропии синергизма организационного поведения системы как нефинансовым показателем эффективности [6, 8, 12]. Неопределенность результатов динамики в условиях сингулярности определяет необходимость учета вероятностных факторов положительного использования результатов интеграции ресурсов в оценке положительности энтропии синергизма как критерия достижения цели повышения качества управления эффективностью развития. Для этого используется формула Шеннона

$$ЭС = - \sum_{i=1}^{i=n} p_i \log_2 p_i, \quad (9)$$

где

ЭС – показатель энтропии синергизма по раздельно-последовательному (на отдельных объектах при минимальной их инклюзии в комплексе) и интегральному применению ресурсов (в комплексе);

p_i – вероятность возникновения синергизма процессов при максимальной комплементарности процессов интеграции ресурсов (определяется на основе экспертных оценок при анализе результатов реализации совместных проектов или планов высокотехнологичного развития в условиях конвергенции целей);

n – количество проектов или планов высокотехнологичного развития. Положительность показателя ($ЭС \geq 0$) и направленность ее изменений ($ЭС \uparrow$) соответствует конвергенции (при уменьшении энтропии синергизма) и дивергенции (при ее увеличении) траекторий целевого развития в условиях интеграции и дезинтеграции ресурсов, соответственно.

В теоретической модели в условиях конвергенции траекторий целей и интеграции ресурсов объектов $ЭС \geq 0$ и снижается, что означает повышение предсказуемости развития. Снижение показателя свойства обусловлено проявлением бифуркационных характеристик [7] дивергенции траекторий целей, некомплементарной интеграции ресурсов и минимальной инклюзии объектов. Для обеспечения положительности показателя ($ЭС \geq 0$) и его стабильности при эволюционной бифуркации ($ЭС \approx \text{const}$) предлагается новый элемент МТН, названный регулятором энтропии синергизма. Он включает дополнительные функции управления ин-

теграцией ресурсов и конвергенцией целей эффективности и инновационности развития в комплексе и должен препятствовать снижению эффективности и дивергенции целей. В результате регулирования числа и интенсивности применения функций повышается вероятность успешной реализации проектов или планов инновационного развития и снижая показатель ЭС при возрастающей дивергенции траекторий.

10. Определение необходимости ускорения процессов в условиях самоорганизации и эволюционной модернизации, когда развитие происходит при раздельном функционировании объектов, минимальной комплементарности ресурсов (показатель $ЭС < 0$ и возрастает) и инклюзии объектов в комплексе. Для обеспечения снижения и положительности величины $ЭС \geq 0$ в элементе «интегратор» МТН включаются четыре типа акселераторов регулирования скорости изменений вектора направленности воздействий методов традиционной ОКМ. Предлагается отображать их производными высших порядков аппроксимации сингулярной функции Дирака. Они определены С.В. Алюковым и поэтому их формулы и графики в статье не приводятся [3]. Предлагается интерпретировать ими регулирующие воздействия МТН на снижение дисбаланса эффективности и инновационности процессов развития:

– период применения акселератора типа 1 для регулирования скорости эволюционных процессов повышения эффективности N_i при равенстве интегрирующих и дезинтегрирующих воздействий базовых и дополнительных функций управления на динамику процессов модернизации методами традиционной ОКМ. Такой вид акселератора оказывает, как установлено в эмпирическом исследовании, симметричные, разнонаправленные и сильные воздействия на интеграцию ресурсов интеллектуального вида на этапах формирования механизма и эволюционных преобразований. Моделирование на основе первой производной аппроксимации функции эффективности интерпретирует возможности оценки качества ее применения по показателям интеграции ресурсов и снижения дивергенции траекторий развития в условиях экспоненциально растущего дисбаланса целей эффективности и инновационности;

– период применения акселератора типа 2 для регулирования скорости повышения эффективности при равенстве интегрирующих и дезинтегрирующих воздействий симметричного, разнонаправленного и слабого типов на результаты функционирования акселератора типа 1. Моделирование на основе второй производной интерпретирует ускорение процессов повышения интенсивности применения функций механизма и методов «перевернутой» ОКМ (обоснованы в первой части

статьи) с целью достижения и обеспечения устойчивости компромисса целей на основе интеграции диверсифицированных ресурсов и конвергенции траекторий в условиях сингулярности развития технологий;

– период применения акселератора типа 3 регулирования скорости повышения эффективности при значительном преобладании интегрирующих воздействий несимметричного, разнонаправленного и сильного типов на акселератор 2 во всех зонах. Моделирование на основе третьей производной интерпретирует процессы эволюционных преобразований традиционной ОКМ по направлениям инновационной трансформации для поддержания достигнутого уровня эффективности развития;

– период применения акселератора типа 4 регулирования скорости повышения эффективности при преобладании его дезинтегрирующих управляющих воздействий несимметричного, разнонаправленного и слабого типов во всех зонах на результаты функционирования акселератора типа 3. Моделирование на основе четвертой производной отображает процессы незначительной подстройки механизма в условиях самоорганизации социальных институтов методами холакратии, когда необходимо снижение воздействий показателей дезинтеграции и дивергенции целей неадминистративными мерами.

11. Процедуры методики требуют решения задач нахождения экстремумов функций, отображаемых аппроксимациями высших производных системы. Точное решение возможно в оценке ускоряющих воздействий каждого акселератора по градиенту, или вектору целевой функции эффективности инновационного развития. Строго говоря, для этого необходимы методы нелинейного программирования, достаточно сложные при реализации на практике. Упрощенный количественный метод может быть основан на использовании известной теоремы Лагранжа [9] о среднем значении функции в интервале максимального эффекта расширения пространства-времени. Это позволит дополнить возможности количественного анализа воздействий типов акселераторов на среднее приращение скоростей повышения интенсивности воздействий акселераторов при применении новой технологии управления и техники.

12. В итоге применения методики определяются плановые показатели числа и интенсивности применения дополнительных функций управления. Они необходимы для регулирования процессов конвергенции траекторий целей в формируемом ЦУР комплекса. Новые методы и механизм управления позволяют выбрать более эффективные методы интеграции ресурсов инновационных и креативных компетенций в расширенном пространстве методов повышения компетенций (педагогические аспекты детально исследованы Е.Н. Ярославовой [14].

Применение результатов исследования

Методы исследования были применены нами с целью организации процессов высокотехнологичного инновационного развития (ВИР) большой социально-экономической и технической системы (промышленной корпорации, отдельного объекта производственной или иной деятельности). В качестве реально реализованного примера предлагается разработка серии проектов формирования структуры научно-образовательного и производственного комплекса (НПОК) по факторам трансформации укладов экономики. Задачи по реализации цели были достигнуты формированием в университете объекта предпринимательского типа (это может быть факультет, институт, научно-производственное предприятие (НПП) и т.п.). Для этого использовались методы инновационных преобразований, соответствующие основным положениям указанных моделей. Получен ряд положительных результатов моделирования процессов преобразований на их основе.

1. Модели теоретического характера первой части статьи определили предпроектную концепцию серии проектов и выбор состава подразделений объекта с расширенными возможностями диверсификации видов деятельности. На первом этапе реализации использовались отечественные и зарубежные технологии дистанционного образования, реализованные методами эволюционной модернизации процессов с использованием существующих технологий НПП, технических средств коммуникаций (ранее – телефонных связей, а сейчас – ресурсов Интернет). Успешно осуществлены процессы ВИР скачкообразного типа на основе использования опыта расширения пространства высокотехнологичных преобразований (цифровых технологий в НПОК, ресурсов российских структур Открытого университета Великобритании, создания подразделений переподготовки управленческих кадров, MBA (master business administration) и т.п.).

2. Моделирование эффекта расширения пространства-времени интеграции ресурсов объектов научно-образовательного комплекса позволило принять решение о времени начала высокотехнологичных преобразований в период времени $-0,15 \dots -0,05$ рад. Эта величина x соответствует нулевой эффективности (H) процессов эволюционного развития в цикле 1. Они были реализованы на основе указанных и других низко- и средне инновационных методов обучения, указанных в стандартной пирамиде ОКМ типа «А» и модернизационно-эволюционных технологий. Расчетом показателей рентабельности проекта установлено, что в зоне изменений показателя $x = -0,05 \dots 0,0$ рад. в цикле 2 наблюдается высокая эффективность процессов скачкообразного перехода к применению методов и технологий

ВИР. Такой результат определил второй этап проекта, соответствующий началу перехода в цикле 2 к инструментам преобразований на основе совершенствования «мягких» методов организационной культуры инновационного предпринимательства.

3. Комплексность «мягких» методов обусловила разработку серии проектов организационно-когнитивного и инвестиционного назначения. Поиск технологических инвесторов осуществлялся в среде клиентов НПОК (в частности, выпускников университета, поставщиков ресурсов, лояльных потребителей, отличающихся приверженностью к исследуемому объекту типа НПП или научно-образовательной структуры). В целях формирования специальных дополнительных функций управления, опережающего повышения высокотехнологичной активности объекта ВИР и компетенций инновационной восприимчивости участников (исследователей, проектантов, преподавателей и менеджеров проектов) осуществлялась подготовка в зарубежных университетах и высокотехнологичных корпорациях развитых стран мира. Для конкретизации направлений инвестиционных проектов и мест повышения квалификации персонала объектов была произведена оценка степени влияния факторов 5–6-го укладов по статистике соответствующих показателей «Индекс развития человеческого капитала» (ИРЧК), «Индекс знаний» (ИЗ), «Индекс экономики знаний» (ИЭЗ), «Уровень образования», «Уровень научно-исследовательской активности» (НИА), «Глобальный индекс инноваций» (ГИИ), «Количество патентов» и т.д. Показатель инновационной активности исследуемого объекта в начале преобразований не превышал средней по РФ величины и составлял всего 0,13. Более приемлемыми были показатели индексов развития человеческого капитала – 0,94, знаний – 0,78 и уровня образования – 0,86 [5]. В результате эволюционного развития экономики число инновационно активных организаций в настоящее время составляет всего 9,9% от общего числа (для РФ сравнения удельный их вес в Израиле – 75,2%, в Германии – 66,9%, Франции – 53,4% и т.д. [11]. Это определило стратегические разрывы и позволило конкретизировать цели рассматриваемых проектов для указанных типов объектов.

4. Выявлена сравнительно более низкая степень влияния «жестких» материальных факторов трансформации укладов определена установлением тесноты связи указанных показателей воздействий характеристик инновационной культуры и удельного веса инновационно активных организаций в экономике: по ИЭЗ -0,71; по ВВП на душу населения –0,63; по расходам на НИОКР -0,62; опосредованно (единственное положительное значение коэффициента корреляции) влияет фактор «Условия ведения бизнеса». Гораздо выше степень связи размера ВВП

на душу населения с большей частью нематериальных факторов по другим показателям: уровень социального прогресса (0,91), индекс экономики знаний (0,89), индекс знаний (0,83), глобальный индекс инноваций (0,86) и индекс развития человеческого капитала (0,77). Подтверждена высокая взаимная зависимость факторов: «Индекс развития человеческого капитала» и «Глобальный индекс инноваций (ГИИ)» (коэффициент корреляции 0,74); ГИИ, индексами экономики знаний (0,82) и знаний (0,94). Аналогичные выводы были сделаны по результатам многочисленных анкетирований персонала исследуемых объектов в составе НПОК. Это обусловило разработку проектов интеграции диверсифицированных ресурсов в расширенном пространстве НПОК по предлагаемым инструментам А и Б моделей ОКМ. Регулирование последовательности применения методов и технологий в специальном МТН для перехода к процессам ВИР объекта по «мягким» факторам изменений организационной культуры. Практическим обоснованием методологии и методов интеграционно балансирующего управления в условиях дисбаланса материальных и нематериальных факторов ВИР явились результаты регулирования компромисса эффективности и инновационности процессов. В объектах комплекса выявлена более существенная связь коэффициента корреляции между показателями условий ведения бизнеса и ИЗ (0,92) по сравнению с показателем ИЭЗ (0,88). В то же время сила влияния на инновационную активность «чистого» интеллектуального капитала значительно ниже, чем ИЭЗ (коэффициенты корреляции – 0,71 и 0,496, соответственно). Такие оценки были подтверждены на этапе 1 методики исследования по формулам (1) статической оценки. Их соответствие было проверено расчетом реальных показателей эффективности (рентабельности и срока окупаемости проектов ВИР) эволюционных преобразований условий ведения бизнеса и развития человеческого капитала. Собственные средства объекта и инвестиции позволили разработать и внедрить инструментарий изучения технологий ВИР, интерактивного изучения стандартных дисциплин и освоения компетенций инновационных преобразований персоналом. Для регулирования скорости внедрения новых методов и технологий в практику объекта оказалось необходимым перейти к моделям динамики преобразований.

5. Динамика преобразований (сроки начала реализации и скорость процессов) моделировалась на этапах 2 и 3 методики исследования по зависимостям (4) – (7), показанным на рис. 1. Это позволило регулировать скорости скачка-перехода в диапазоне – 0,05...0,0рад. увеличением числа и интенсивности применения дополнительных функций управления в диапазоне оптимальности, выявленном по критерию, изложенному в первой части статьи.

Снижение эффективности в цикле 2 (в диапазоне 0,05...0,15рад) определило необходимость масштабирования методов ВИР в рамках экономики региона (страны). Это было реализовано на третьем этапе осуществления указанной серии проектов на других предприятиях промышленности и управленческого консультирования инновационных преобразований предприятий-заказчиков в сетевые динамические структуры. Для выбора объектов кооперации НПОК или его отдельных объектов использовались расчеты, выявившие недостаточные величины двух показателей: коэффициентов степени наукоемкой интеграции ресурсов знаний при варьировании их диверсификации в условиях их недостаточной интеграции вследствие незрелости информационных технологий (0,5); доли инвестиций на нематериальные активы (0,2).

6. По формулам (4)-(7) на этапе 4 методики моделировалась география расширения пространственно-временной зоны высоких технологий и методов направленности пирамиды типа «Б» модели ОКМ. Необходима оценка устойчивости динамического эффекта при экспоненциальном возрастании доли высоко инновационных («прорывных») преобразований. Поэтому зоны -0,15...- 0,05 и 0,05...0,15рад, соответствующие нулевой эффективности процессов ВИР, определили отбор и сроки начала инвестиционных проектов либо выбор объектов кооперации для масштабирования или обновления результатов. Для оценки прогресса проектов использовались указанные выше стартовые значения коэффициентов.

7. Применение формул (4)-(7) на последующих этапах методики исследования позволило математически обосновать вывод формулы (8), которая обосновала факт достижения компромисса целей эффективности и инновационности преобразований объект. Это расширило возможности стабилизации процессов динамики процессов ВИР. В цикле 2 показано увеличение времени принятия решений для снижения неопределенности в зоне сингулярности технологий. Для руководства ЦУР это является сигналом для начала применения дополнительных функций и показателей их интеграционно балансирующего воздействия на динамику преобразований традиционной направленности пирамиды типа «А» методов для их регулирования в ОКМ по критерию снижения дисбаланса целей эффективности и инновационности развития объектов комплекса. Практически доказаны расширенные возможности координации действий для конвергенции траекторий целей эффективности и инновационности скачкообразного развития в условиях компромисса. По результатам их контроля в ЦУР комплекса были приняты решения о начале совместных действий научно-образовательных структур НПОК с объектами производства

в форме указанных проектов ВИР и кооперации объектов при интенсификации применения специальных функций управления.

8. На этапе 9 методики проверялись условия динамической устойчивости процессов конвергенции и снижения дивергенции целей по формуле (9). На основе экспертных оценок анализа результатов завершения совместных проектов или планов высокотехнологичного развития объектов в условиях кооперации проведены расчеты предложенного показателя неопределенности результатов. Выявлено, что применение предложенных методов обеспечивает критериальные условия обеспечения успеха планов и прогресса проектов в оценках энтропии синергизма ($\Delta S \geq 0$ и $\Delta S \approx \text{const}$).

9. Методы этапа 10 раскрывают содержание и результаты воздействий функций управления МТН на скорость и прочие временные характеристики процесса ВИР элемента этого механизма их регулирования, называемого «интегратор ресурсов». Оценено использование четырех типов акселераторов регулирования скорости изменений вектора направленности воздействий при переходе от методов традиционной направленности ОКМ к методам в модели пирамиды типа «Б» в период функционирования в комплексе:

- акселератор 1 был использован для интерпретации процессов регулирования качества применения дополнительных функций по показателям интеграции ресурсов и снижения дивергенции траекторий модернизации системы в условиях экспоненциально растущего дисбаланса целей эффективности и инновационности развития. Это проверено анализом полноты и своевременности выполнения планов и проектов ВИР соответствующими функциональными службами в условиях неприятия некоторых целей формирования научно-образовательного комплекса частью персонала объекта. Для снижения отрицательных эффектов проведена серия обучающих семинаров, направленных на формирование организационной культуры инновационной восприимчивости, непрерывного изучения опыта и новых методов как главного способа индивидуального развития;

- на основе моделирования процессов в акселераторе 2 симулировались средне технологичные методы для достижения и обеспечения устойчивости компромисса с целями инновационности на основе базовых (существующих) функций управления. При отсутствии возможностей интеграции диверсификации ресурсов была выявлена нарастающая дивергенция траекторий в условиях значительного обновления технологий коммуникаций и информации. Невыполнение результирующих показателей обосновало необходимость корректировки целей планов и проектов, повышения директивности указаний по их реализации;

– в акселераторе 3 моделировались процессы ВИР скачкообразного вида методами регулирования направленности и скорости изменений воздействий пирамид «А» и «Б» модели ОКМ на эффективность инновационных преобразований на основе технологии ВИР. Это было осуществлено повышением интенсивности применения базовых и дополнительных функций управления объекта и функций регулирования ЦУР комплекса. Проведены изменения системы мотивации с акцентом на конечные результаты проектов и планов;

– на основе акселератора 4 осуществлялось моделирование процессов стабилизации достигнутого уровня на основе незначительной подстройки механизма в условиях самоорганизации социальных институтов методами холакратии. Это достигается снижением интенсивности воздействий показателей дезинтеграции и дивергенции целей неадминистративными методами преобразований организационной культуры. В большей степени поощрялись креативные предложения по закреплению достигнутых результатов.

Заключение

Адаптированы и предложены новые математические методы для разработки методики статической и динамической оценки и регулирования качества процессов в условиях сингулярности технологий. В методике применены новые критерии оптимизации и методы интерпретации организационного смысла производных высших порядков аппроксимаций сингулярной функции скачка-перехода. Предложены новые элементы интеграционно-балансирующего механизма: акселераторы, регулирующих воздействий; интеграторы ресурсов и регуляторы энтропии синергизма.

Разработанные модели и методика отличаются от существующих возможностями качественного и количественного представления процессов, экспертной оценки и более глубокого анализа результатов для регулирования дисбаланса целей эффективности и инновационности развития комплекса в статических и динамических процессах. Они отображают процессы скачкообразного технологического развития ресурсов труда по направлениям человеческого капитала 2.0, а капитала – к индустрии типа 4.0. Применение количественных методов позволит повысить обоснованность и прогнозируемость управленческих решений по интеграции дифференцированных ресурсов интеллектуального труда и капитала.

Научная ценность и практическая значимость математических и методических основ исследования систем в скачкообразных переходных процессах формирования постиндустриальной экономики знаний состоит в расширенных возможностях оценки и регулируемости процессов интеграции ресурсов. Выявлен эффект и новые закономерности явления условного расширения пространства времени анализа и регулирования скачкообразных процессов. Это повышает возможность управленческого анализа, применения специальных методов и механизмов согласованных воздействий на устойчивость компромисса целей эффективности и инновационности развития объектов в формируемом их комплексе. Рекомендуется использовать новые возможности аналитической аппроксимации на основе обобщенных функций сингулярного вида, что содействует повышению точности оценок при применении методов интеграции ресурсов объектов разного назначения в комплексах постиндустриальной экономики и условиях скачкообразного или экспоненциального развития технологий.

Литература

1. Алабугин А. А. Методология управления интеграцией интеллектуальных, исследовательских и инвестиционных ресурсов повышения эффективности неиндустриального технологического развития систем / А. А. Алабугин // Интеллект, инновации, инвестиции. – 2017. – № 4. – С. 4-11.
2. Алабугин А. А. Управление сбалансированным развитием предприятия в динамичной среде. – Книга 2. Модели и методы эффективным развитием предприятия: Монография. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005. – 345 с.
3. Алюков С. В. Аппроксимация обобщенных функций и их производных / С. В. Алюков / Вопросы атомной науки и техники. Сер. Математическое моделирование физических процессов. – 2013. – Вып. 2. – С. 57-62.
4. Алюков С. В. Аппроксимация ступенчатых функций в задачах математического моделирования / С. В. Алюков // Математическое моделирование, журнал РАН. – 2011. – Т. 23. – №: 3. – С. 75–88.
5. Береговая И. Б. Выявление факторов, влияющих на эффективность перехода к высокотехнологичному промышленному производству / И. Б. Береговая // Креативная экономика. – 2017. – Т. 11. – № 5. – С. 597-608.
6. Ершова И. В. Прогнозирование развития малопредприятия научно-технической сферы на основе показателя энтропии портфеля проектов/ Вестник УрФУ. Серия: экономика и управление. – 2016. – № 1. – С. 30-45.
7. Ковалев А. И. Трансформируемая система менеджмента: методы исследований / А. И. Ковалев, Т. А. Ивашкевич // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11-1. – С. 135-139.

8. Кохно П. Модели и показатели определения синергетического эффекта интегрированных промышленных компаний / П. Кохно, А. Кохно // Общество и экономика. – 2017. – № 1. – С. 5-26.
9. Моргунов В. П. Особенности и факторы развития человеческого капитала в экономике, основанной на знаниях // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2013. – № 4. – С. 100-104.
10. Теорема Лагранжа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.math24.ru/теорема-лагранжа.html> (дата обращения 28.11.2018).
11. Унтура Г. А. Роль нематериальных знаний в развитии инноваций в высокотехнологичных отраслях / Г. А. Унтура, М. М. Канева // Менеджмент инноваций. – 2010. – № 3. – С. 214-227.
12. Шаталов М. А. Исследование синергетических эффектов кластеризации в экономике регионов / М. А. Шаталов // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2017. – № 6. – С. 119-129.
13. Ярославова Е. Н. Об актуальности конструирования личного образовательного пространства будущего профессионала / Е. Н. Ярославова, М. Г. Федотова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. – 2014 – № 3. – С. 71-76.
14. Ярославова Е. Н. Построение личного образовательного пространства как средство саморазвития будущих профессионалов в иноязычном образовании / Е. Н. Ярославова, М. Г. Федотова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. – 2015. – № 2. – С. 66-72.
15. Alabugin A. Evaluation and improvement of competencies of a researcher in the learning processes / A. Alabugin, S. Aliukov, R. Alabugina // INTED 2017 Proceedings 11th International Technology, Education and Development Conference March 6th-8th, 2017 – Valencia, Spain. – P. 3757-3761
16. Azizi R. The impact of knowledge management practices on supply chain quality management and competitive advantages / R.Azizi, M. Moradi-Moghadam, M. Maleki, V. Cruz-Machado // Management and Production Engineering Review. – 2016. – Т. 7. – № 1. – С. 4-12.
17. Chou T.Ch. Internal learning climate, knowledge management process and perceived knowledge management satisfaction / T.Ch. Chou, P.L.Chang, Ch.T. Tsai, Y.P. Cheng // Journal of Information Science. – 2005. – Т. 31. – № 4. – С. 283-296.
18. Helmbert G. The Gibbs phenomenon for Fourier interpolation / G. Helmbert, J. Approx. – Theory 78, 1994. – p. 41-63.
19. Hoegl M. How to support knowledge creation in new product development: An investigation of knowledge management methods / M. Hoegl, A. Schulze // European Management Journal. – 2005. – № 3. – p. 263-273.
20. Honarpour A. Knowledge management, total quality management and innovation: a newlook / A. Honarpour, A. Jusoh, K.M. Nor, // Journal of Technology Management and Innovation. – 2012. – Т. 7. – № 3. – p. 22-31.
21. Inuzuka A. Management by the cognitive range: a perspective on knowledge management / A. Inuzuka // International Journal of Technology Management. – 2010. – Т. 49. – № 4. – p. 384-400.
22. Lafond F. Self-organization of knowledge economies / F. Lafond // Journal of Economic Dynamics and Control. – 2015. – Т. 52. – p. 150-165.
23. Liu P.-L. An empirical study on the correlation between the knowledge management method and new product development strategy on product performance in Taiwan's industries / P.-L. Liu, W.-C. Chen, C.-H. Tsai // Technovation. – 2005. – № 6. – p. 637-644.
24. Newman J. R. William Kingdom Clifford. Sci. Amer., 1953. – № 2. – p. 78-84.
25. Schmitt U. Redefining knowledge management education with the support of personal knowledge management devices / U. Schmitt // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2016. – Т. 59. – p. 515-525.

References

1. Alabugin, A.A. (2017) [Methodology for managing the integration of intellectual, research and investment resources to improve the efficiency of neo-industrial technological development of systems]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovation. Investments]. Vol. 4, pp. 4-11. (In Russ.).
2. Alabugin, A.A. (2005) *Upravlenie sbalansirovannym razvitiem predpriyatiya v dinamichnoy srede* [Managing Balanced Enterprise Development in a Dynamic Environment]. Book 2: Chelyabinsk: Publishing House of the YuUrGU, 345 p.
3. Alyukov, S.V. (2013) [Approximation of generalized functions and their derivatives]. *Voprosy atomnoy nauki i tekhniki. Ser. Matematicheskoe modelirovanie fizicheskikh processov* [Questions of atomic science and technology. Ser. Mathematical modeling of physical processes]. Vol. 2, pp. 57-62. (In Russ.).
4. Alyukov, S.V. (2011) [Approximation of step functions in problems of mathematical modeling]. *Matematicheskoe modelirovanie, zhurnal RAN* [Mathematical Modeling, Journal of RAS]. Vol. 23, No. 3, pp. 75-88. (In Russ.).

5. Beregovaya, I.B. (2017) [Identification of factors affecting the efficiency of the transition to high-tech industrial production]. *Kreativnaya ekonomika*[Creative economy]. Vol. 11, No. 5, pp. 597-608. (In Russ.).
6. Ershova, I.V. (2016) [Forecasting the development of a small enterprise in the scientific and technical sphere based on the entropy index of the project portfolio]. *Vestnik UrFU. Seriya: ekonomika i upravlenie* [Herald UrFU. Series: Economics and Management]. Vol. 1, pp. 30-45. (In Russ.).
7. Kovalev, A.I. Ivashkevich, T.A. (2014) [Transformiruemaya sistema menedzhmenta: metody issledovaniy]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Basic research]. Vol. 11-1, pp. 135-139. (In Russ.).
8. Kohnno, P. Kohnno, A. (2017) [Models and indicators for determining the synergistic effect of integrated industrial companies]. *Obshchestvo i ekonomika* [Society and economy]. Vol. 1, pp. 5-26. (In Russ.).
9. Morgunov, V.P. (2013) [Features and factors of human capital development in a knowledge-based economy]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovation. Investments]. Vol. 4, pp. 100-104. (In Russ.).
10. Теорема Лагранжа (2016) Holakratiya: menedzhment bez menedzhera Oct. 06 Available at : <http://www.math24.ru/теорема-лагранжа.html> (accessed 28.11.2018) (In Russ.).
11. Untura, G.A., Kaneva, M.M. (2010) [The role of intangible knowledge in the development of innovation in high-tech industries]. *Menedzhment innovacij* [Innovation Management]. Vol. 3, pp. 214-227. (In Russ.).
12. Shatalov, M.A. (2017) [Study of synergistic clustering effects in the regional economy]. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ekonomiki i prava* [Bulletin of Belgorod University of Cooperation, Economics and Law]. Vol. 6, pp. 119-129. (In Russ.).
13. Yaroslavova, E.N., Fedotova, M.G. (2014) [On the relevance of constructing the personal educational space of the future professional]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Obrazovanie. Pedagogicheskie nauki* [Bulletin of the South Ural State University. Series: Education. Pedagogical sciences]. Vol. 3, pp. 71-76 (In Russ.).
14. Yaroslavova, E.N., Fedotova, M.G. (2015) [Construction of personal educational space as a means of self-development of future professionals in foreign language education]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Obrazovanie. Pedagogicheskie nauki* [Bulletin of the South Ural State University. Series: Education. Pedagogical sciences]. Vol. 2, pp. 66-72 (In Russ.).
15. Alabugin, A., Aliukov, S., Alabugina, R. (2017) Evaluation and improvement of competencies of a researcher in the learning processes. *INTED 2017 Proceedings 11th International Technology, Education and Development Conference March 6th-8th, 2017*. Valencia, Spain, pp. 3757-3761 (In Eng.).
16. Azizi, R., Moradi-Moghadam, M., Maleki, M., Cruz-Machado, V. (2016) The impact of knowledge management practices on supply chain quality management and competitive advantages. *Management and Production Engineering Review*. Vol. 7, No. 1, pp. 4-12. (In Eng.).
17. Chou, T.Ch., Chang, P.L., Tsai, Ch.T., Cheng, Y.P. (2006) Internal learning climate, knowledge management process and perceived knowledge management satisfaction. *Journal of Information Science*. Vol. 31, No. 4, pp. 283-296. (In Eng.).
18. Helmbert, G., Approx, J. (1994) The Gibbs phenomenon for Fourier interpolation. *Theory* 78, pp.41-63. (In Eng.).
19. Hoegl, M., Schulze, A. (2005) How to support knowledge creation in new product development: An investigation of knowledge management methods. *European Management Journal*. Vol. 3, pp. 263-273. (In Eng.).
20. Honarpour, A., Honarpour, A., Jusoh, A., Nor, K.M. (2012) Knowledge management, total quality management and innovation: a newlook. *Journal of Technology Management and Innovation*. Vol. 7. No. 3, pp. 22-31. (In Eng.).
21. Inuzuka, A. (2010) Management by the cognitive range: a perspective on knowledge management. *International Journal of Technology Management*. Vol. 49, No. 4, pp. 384-400. (In Eng.).
22. Lafond, F. (2015) Self-organization of knowledge economies. *Journal of Economic Dynamics and Control*. Vol. 52, pp. 150-165. (In Eng.).
23. Liu, P.-L., Chen, W.-C., Tsai, C.-H. (2005) An empirical study on the correlation between the knowledge management method and new product development strategy on product performance in Taiwan's industries. *Technovation*. Vol.6, pp. 637-644. (In Eng.).
24. Newman, J.R. (1953) William Kingdom Clifford. *Sci. Amer*. Vol. 2. pp. 78-84. (In Eng.).
25. Schmitt, U. (2016) Redefining knowledge management education with the support of personal knowledge management devices. *Smart Innovation, Systems and Technologies*. Vol.59, pp. 515-525. (In Eng.).

Информация об авторе:

Анатолий Алексеевич Алабугин, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры прикладной экономики, Южно-Уральский государственный университет (Научно-исследовательский университет), Челябинск, Россия

e-mail: alabugin.aa@mail.ru

Статья поступила в редакцию 26.02.2019; принята в печать 29.11.2019.
Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Information about the author:

Anatoly Alekseevich Alabugin, Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Applied Economics, South Ural State University (Research University), Chelyabinsk, Russia
e-mail: alabugin.aa@mail.ru

The paper was submitted: 26.02.2019.
Accepted for publication: 29.11.2019.
The author has read and approved the final manuscript.