

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЭКОНОМИКИ

УДК 519.86

DOI: 10.26456/2219-1453/2025.1.111–120

**ИЕРАРХИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ
ИННОВАЦИОННЫМ РАЗВИТИЕМ РЕГИОНОВ РОССИИ¹**

Т.В. Золотова

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ», г. Москва

Статья посвящена исследованию вопросов взаимодействия уровней иерархии региона как сложной системы для достижения эффективности его инновационного развития. Цель исследования состоит в разработке концептуальной модели управления инновационным развитием российских регионов, согласующей интересы в системе. Определены задачи и механизмы управления, предложены статический и динамический варианты оптимизационной модели управления. Научная новизна результатов состоит в разработке и обосновании математического аппарата для решения задачи нахождения эффективной стратегии инновационного развития и определении интегрального индекса эффективности региональной инновационной экосистемы.

***Ключевые слова:** экономико-математическая модель, индекс эффективности, принцип оптимальности, динамическое программирование, согласование интересов, инновационное развитие.*

Введение

Инновационное развитие не только отражает требования времени, но и выступает важнейшим направлением, способствующим повышению конкурентоспособности национальных экономик. В условиях глобализации и быстрого технологического прогресса страны сталкиваются с необходимостью адаптации своих экономических моделей к новым вызовам. Одним из основных направлений обеспечения инновационного развития является совершенствование инструментов управления экономическими процессами. Это включает в себя разработку и внедрение новых подходов и критериев управления, которые помогут достигать поставленных целей в области экономических преобразований. Ключевым аспектом здесь становится внедрение современных технологий и методов, таких как цифровизация, автоматизация процессов и использование больших данных для анализа и прогнозирования. При этом важно отметить, что в экономике многих стран наблюдаются значительные диспропорции в уровне развития регионов. Это создает дополнительные требования для

¹ Данная статья выполнена по результатам фундаментальной темы научно-исследовательской работы на тему: «Формирование и развитие инновационной экосистемы регионов России», в рамках реализации Государственного задания Правительства РФ Финансовому Университету при Правительстве РФ.

формирования и реализации программ инновационного развития на региональном уровне.

Управлению инновационным развитием национальных и региональных экономик уделено значительное внимание в исследованиях как российских, так и зарубежных ученых. К числу авторов, внесших вклад в эту область, относятся Я. Ван Дейн, Дж. Бернал, А. Клайнкнехт, Дж. Кларк, Г. Менш, Л. Сутэ, Б. Твисс, К. Фримен, Б.С. Кузнец, Ю. Яковц и др. В научных работах исследователей рассмотрены взаимосвязи между различными нововведениями – научными, техническими и социальными – и их воздействие на экономику [3]. Технологические инновации были классифицированы на базисные, улучшающие и псевдоинновации [8]. Исследовались проблемы длинноволновых колебаний в экономике, освещенные такими учеными, как Я. Ван Дейн, А. Клайнкнехт, К. Фримен, Дж. Кларк и Л. Сутэ. [2, 5, 6, 11] В данном контексте были рассмотрены «эпохальные нововведения», которые начали восприниматься как движущая сила экономического роста. Также было выделено место государства как важного фактора, способствующего этому росту в условиях структурных изменений, а также установлена взаимосвязь между технологическими новшествами и инновациями в других сферах общества [7]. Изучались подходы к оценке эффективности инновационных проектов [10]; были исследованы взаимосвязи между научными, техническими, инновационными, образовательными и организационно-управленческими циклами, а также представлены этапы развития инноваций [12].

В работах В.Н. Буркова, Д.А. Новикова [1] представлены методы управления в крупномасштабных системах, а также вопросы, связанные с созданием инновационной составляющей в таких системах.

Однако в системе управления региональным развитием имеется ряд нерешенных вопросов, связанных с формированием и реализацией программ инновационного развития региона. В данной работе предлагается подход к реализации программ инновационного развития, основанный на экономико-математическом моделировании и количественном анализе целей управления, построении моделей согласования интересов для иерархических социально-экономических региональных систем.

Статическая модель управления инновационным развитием региона

Термин «инновация» происходит от слова «новация» (от латинского) – т.е. нечто новое, новшество (по Ожегову). «Инновация» же означает процесс или результат внедрения этих новшеств. Если рассматривать основные этапы любой деятельности – «потребность» → «мотив» → «цель» → «задача» → «технология» → «действие» → «результат», то инновация, вероятно, в наибольшей степени влияет на технологию деятельности. Под технологией понимается совокупность методов, операций, приемов и этапов, последовательное выполнение которых необходимо для решения поставленной задачи, а также содержание, формы, методы и средства данной деятельности. Исходя из этого, инновационный проект можно определить как проект, направленный на изменение технологии

деятельности. Как и любой другой проект, инновационная деятельность требует ресурсов для своего осуществления: финансовых, кадровых, временных и прочих. В рамках реализации инновационного проекта изменения могут касаться: содержания и форм деятельности (например, пересмотр ассортиментной или ценовой политики, выпуск новых продуктов или услуг); средств деятельности (например, внедрение новых производственных технологий, что является одним из наиболее типичных примеров инновационного проекта); методов деятельности. При изменении методов можно выделить два аспекта: технологический, связанный с непосредственным «производством» и организационный, связанный с управлением компанией.

Иерархические уровни, на которых располагаются участники, влияющие на инновационное развитие компаний, включают саму компанию, соответствующий муниципалитет, регион и государство. На «нижнем уровне» – в отдельной компании или организации – можно выделить непосредственно «производство» и надстроенную над ним управленческую систему. В то же время субъекты, способствующие инновационному развитию, можно разделить на следующие группы: государство, создающее институциональные условия для развития и стимулирующее инновационные процессы; наука, выступающая источником новых идей и технологий; экономика, объединяющая компании, реализующие эти идеи, внедряющие технологии и выпускающие продукцию или услуги для потребителей.

Рассмотрим динамику отношений между инвесторами, фондом и компаниями в условиях установленных институциональных рамок.

Обозначим $K = \{1, 2, \dots, k\}$ – множество инвесторов, $N = \{1, 2, \dots, n\}$ – множество компаний. Инвестор j несет затраты $C_j \geq 0$, которые представляют собой его вклад в фонд, и получает доход $D_j \geq 0$ от этих инвестиций, $j \in K$. Фонд сам по себе не располагает собственными средствами (в противном случае его следовало бы рассматривать как одного из инвесторов). Он аккумулирует средства от инвесторов в размере $\sum_{j \in K} C_j$ и распределяет им доходы в размере $\sum_{j \in K} D_j$

Фонд инвестирует в проекты инновационного развития компаний, выделяя i -й компании сумму $c_i \geq 0$ и получая от нее доход (возврат инвестиций) $d_i \geq 0, i \in N$. Суммарные затраты фонда на инвестиции в компании составляют $\sum_{i \in N} c_j$, а суммарный доход от проектов инновационного развития компаний составляет $\sum_{i \in N} d_j$.

Компания с номером i осуществляет собственные инвестиции $y_i \geq 0, i \in N$, в проекты, направленные на ее развитие. Если же одна из компаний инвестирует в проекты других компаний, то она одновременно выступает и как инвестор, и как субъект инновационного развития. Финансовый результат v_i проекта инновационного развития i -й компании зависит от затрат c_i и y_i на этот проект, а также от типа

компании, описывающегося параметром $r_i \in \Phi_i$. Этот параметр отражает ключевые характеристики компании, влияющие на итоговую эффективность проекта. Таким образом, финансовый результат выражается в виде функциональной зависимости $v_i(c_i, y_i, r_i)$, $i \in N$.

Таким образом, целевая функция i -й компании есть:

$$f_i(c_i, d_i, y_i, r_i) = v_i(c_i, y_i, r_i) - y_i - d_i, i \in N.$$

Целевая функция фонда:

$$F(c, d, C, D) = \sum_{j \in K} C_j - \sum_{j \in K} D_j - \sum_{j \in N} c_j + \sum_{i \in N} d_i,$$

где $c = (c_1, \dots, c_n)$, $d = (d_1, \dots, d_n)$, $C = (C_1, \dots, C_k)$, $D = (D_1, \dots, D_k)$.

Целевая функция j -го инвестора:

$$G_j(C_j, D_j) = D_j - C_j, j \in K.$$

Условия индивидуальной рациональности, подразумевающие в данном случае неотрицательность выигрыша, формируются для компаний, фонда и инвесторов следующим образом:

$$f_i(c_i, d_i, y_i, r_i) \geq 0, i \in N, F(c, d, C, D) \geq 0, G_j(C_j, D_j) \geq 0, j \in K.$$

К основным механизмам финансирования инновационного развития компаний относятся следующие: механизмы самостоятельного финансирования; механизмы распределения инвестиций; механизмы возврата инвестиций; механизмы смешанного финансирования; механизмы распределения затрат; механизмы распределения дохода. Одновременный поиск всех шести механизмов представляет собой крайне сложную задачу с теоретической точки зрения и практически редко встречается. Как правило, часть механизмов уже фиксирована, и требуется разработать или оптимизировать один, а в редких случаях – несколько других механизмов. Рассмотрим возможный подход к постановке задачи выбора оптимального комплекса механизмов финансирования.

Предположим, что механизмы возврата инвестиций $p(\cdot) = (p_1(\cdot), \dots, p_i(\cdot), \dots, p_N(\cdot))$ и распределения дохода $g(\cdot) = (g_1(\cdot), \dots, g_i(\cdot), \dots, g_K(\cdot))$ фиксированы и известны всем участникам. В таком случае каждый из них способен принимать решения самостоятельно, стремясь получить максимальную выгоду.

Задача каждой компании заключается в определении оптимального объема собственных инвестиций:

$$\max_{y_i \geq 0} (v_i(c_i, y_i, r_i) - y_i - p_i(c)), i \in N. \quad (1)$$

Решение задачи (1) имеет вид $y_i^*(c, r_i)$.

Задача фонда состоит в том, чтобы определить наиболее эффективное распределение инвестиций между различными компаниями:

$$\max_{c \geq 0} (\sum_{j \in K} C_j - \sum_{j \in K} g_j(C) - \sum_{j \in N} c_j + \sum_{i \in N} p_i(c)), i \in N. \quad (2)$$

Решение задачи (2) имеет вид $c^*(C)$.

Инвесторы стремятся максимизировать свои целевые функции, принимая решения о вложениях C_j , которые, например, дают равновесие Нэша в игре инвесторов при заданном механизме $g(\cdot)$:

$$C^* \in \{C \geq 0 \mid D_j(C) - C_j \geq D_j(C_{(-j)}, a_j) - a_j, \forall j \in K, \forall a_j \geq 0, \quad (3)$$

где $C_{(-j)} = (C_1, C_2, \dots, C_{j-1}, C_{j+1}, \dots, C_K)$.

Эффективность $K(p(\cdot), g(\cdot), r)$, $r = (r_1, \dots, r_N)$ механизмов финансирования $p(\cdot)$ и $g(\cdot)$ оценивается как соотношение результата (в виде суммы целевых функций всех участников) к затратам, которые включают совокупные издержки всех инвесторов и суммарные собственные вложения всех компаний:

$$K(p(\cdot), g(\cdot), r) = \frac{\sum_{i \in N} (v_i(c_i^*, y_i^*(c^*(C^*), r_i), r_i) - y_i^*(c^*(C^*), r_i))}{\sum_{j \in K} C_j^* - \sum_{i \in N} y_i^*(c^*(C^*), r_i)}. \quad (4)$$

Понимание эффекта зависит от того, чья точка зрения используется при формулировании задачи. Максимизация суммы целевых функций всех участников отражает подход метасистемы. Если рассматривать позицию, например, фонда, то приоритетом становится максимизация его собственной целевой функции. В таком случае оптимальными считаются механизмы финансирования, обеспечивающие максимальную прибыль фонда, т.е. решается задача (2). Таким образом, очевидно, что решение задачи, то есть выбор «оптимального» механизма финансирования, определяется тем, чья точка зрения берется за основу при оценке оптимальности.

Тогда задача регионального управления, т.е. задача нахождения оптимальных механизмов финансирования заключается в поиске механизмов, максимизирующих эффективность (4):

$$\max_{p(\cdot), g(\cdot)} K(p(\cdot), g(\cdot), r). \quad (5)$$

Ранее предполагалось, что механизмы возврата инвестиций $p(\cdot)$ и распределения дохода $g(\cdot)$ фиксированы и известны всем участникам. Поэтому выбор на региональном уровне состоит в определении параметров этих механизмов. Например, если механизмы возврата инвестиций и распределения дохода заданы линейными функциями прироста денежной массы

$$p(c) = \alpha c, \quad g(C) = \beta C, \quad \beta \geq \alpha > 1,$$

то управление на каждом этапе представляет собой выбор вектора коэффициентов (α, β) из некоторого множества U .

В данной иерархической системе «регион (центр)-инвесторы, фонд, компании (подсистемы)» оценкой эффективности иерархической системы является максимальное значения функции эффективности (4). При централизованной схеме управления эта оценка равна глобальному максимуму критерия эффективности центра. В условиях децентрализации подсистемы, действуя в своих интересах, вообще говоря, могут не обеспечивать интересы верхнего уровня. Пусть регион выбирает управление (α, β) и передает эту информацию подсистемам. Возникает вопрос: при каком региональном управлении реакция подсистем $(y(\alpha, \beta), c(\alpha, \beta), C(\alpha, \beta))$ будет такова, что критерий эффективности (4) достигнет глобального максимума, т.е. интересы в регионе будут согласованы. Таким образом, получаем задачу (6)

нахождения оптимального управления регионом в направлении инновационного развития, при котором интересы в иерархической системе согласованы:

$$\max_{(\alpha, \beta) \in U} \frac{\sum_{i \in N} (v_i(c_i^*(\alpha, \beta), y_i^*(c^*(\alpha, \beta)), r_i), r_i) - y_i^*(c^*(\alpha, \beta), r_i))}{\sum_{j \in K} C_j^*(\alpha, \beta) - \sum_{i \in N} y_i^*(c^*(\alpha, \beta), r_i)}. \quad (6)$$

Механизмы иерархического управления, обеспечивающие согласование интересов уровней иерархии, рассмотрены в монографии [4].

Динамическая модель управления инновационным развитием региона

Экономическая система страны – сложная динамическая система, поэтому и управление инновационным развитием региона можно представить в виде динамического процесса, в котором предполагается разбиение процесса нахождения оптимального управления на отдельные этапы (шаги). Такой подход дает возможность корректировать принимаемые решения в зависимости от складывающейся экономической и политической обстановки.

Рассмотрим модель управления инновационным развитием региона в виде динамической модели с дискретным временем. Состояние региона в момент времени t характеризуется вектором x_t , который определяет положение системы (региона) в фазовом пространстве в любой момент времени t . Вектор состояния x_t динамической модели управления может содержать информацию о населении региона, богатстве, достигнутом уровне народного благосостояния, производительности труда, эффективности и рентабельности, объеме материального производства, состоянии научных исследований, отражающиеся в показателях технологического развития, о межрегиональных и международных экономических связях.

Компоненты вектора регионального управления u_t в момент времени t представляют собой механизмы финансирования. Для данной модели рассматривается механизм возврата инвестиций $p(\cdot)$ и механизм распределения дохода $g(\cdot)$. Тогда вектор управления имеет вид

$$u_t = (p(\cdot), g(\cdot)).$$

Будем считать, что процесс является N -шаговым, т.е. он происходит в N этапов. Переход от состояния на t -м шаге к состоянию на $(t + 1)$ -м шаге происходит в соответствии с уравнением движения:

$$x_{t+1} = \varphi_t(x_t, u_t), \quad t = 1, \dots, N.$$

Заданная функция $\varphi_t(\cdot; \cdot)$ переводит экономическую систему региона в новое состояние, характеризуемое экономическими показателями, в зависимости от состояния на предыдущем этапе и выбранного на предыдущем этапе решения о механизмах финансирования.

Целевая функция t -го шага подставляет собой эффективность механизмов финансирования $K_t(x_t, p_t, g_t)$, $t = 1, \dots, N$. При этом вектор r , характеризующий типы компаний является компонентой вектора

состояний x_t и может меняться в результате инновационного развития региона. Эффективность за весь период характеризуется целевой функцией вида $\sum_{t=1}^N K_t(x_t, p_t, g_t)$.

На фазовую траекторию $x = (x_1, \dots, x_t, \dots, x_N)$ наложены ограничения:

$$x_t \in X_t, \quad t = 1, \dots, N,$$

которые означают, что экономические показатели региона должны соответствовать определенному уровню.

Выбор управлений на каждом шаге осуществляется из некоторого множества U_t :

$$u_t = (p_t, g_t) \in U_t, \quad t = 1, \dots, N.$$

Для механизмов возврата инвестиций и распределения дохода в виде линейных функций прироста денежной массы

$$p_t(c_t) = \alpha_t c_t, \quad g_t(C_t) = \beta_t C_t, \quad \beta_t \geq \alpha_t > 1,$$

управление на каждом этапе представляет собой выбор вектора коэффициентов (α_t, β_t) из множества $U_t = (1, A_t] \times (1, B_t]$.

Многошаговая задача оптимизации состоит в том, чтобы среди всех управлений $u = (p, g) = ((p_1, g_1), \dots, (p_t, g_t), \dots, (p_N, g_N)) \in U$ выбрать такое $u^* = (p^*, g^*)$, для которого эффективность за весь период (целевая функция) принимает максимальное значение.

Начальное состояние системы x_1 , т.е. состояние в момент $t = 1$, известно и характеризуется вектором показателей a . Таким образом, динамическая (многошаговая) задача регионального управления имеет вид (7)-(9):

$$\max_{p, g} \sum_{t=1}^N K_t(x_t, p_t, g_t), \quad (7)$$

$$x_{t+1} = \varphi_t(x_t, u_t), \quad u_t = (p_t, g_t) \in U_t, \quad t = 1, \dots, N, \quad (8)$$

$$x_t \in X_t, \quad t = 2, \dots, N, \quad x_1 = a. \quad (9)$$

Нахождение решения задачи (7)-(9) осуществляется методом динамического программирования с применением функции Беллмана.

Тогда концептуальная модель регионального управления в направлении инновационного развития, учитывающая согласование целей, задач, критериев на разных уровнях иерархии, может быть представлена в виде (10)-(12):

$$\max_{p, g} \sum_{t=1}^N \frac{\sum_{i \in N} (v_i (c_i^*(p_t, g_t), y_i^*(c^*(C^*(p_t, g_t)))) - y_i^*(c^*(C^*(p_t, g_t)))}{\sum_{j \in K} C_j^*(p_t, g_t) - \sum_{i \in N} y_i^*(c^*(C^*(p_t, g_t)))}, \quad (10)$$

$$x_{t+1} = \varphi_t(x_t, u_t), \quad u_t = (p_t, g_t) \in U_t, \quad t = 1, \dots, N, \quad (11)$$

$$x_t \in X_t, \quad t = 2, \dots, N, \quad x_1 = a. \quad (12)$$

Для нахождения оптимального управления в задаче (10)-(12) методом динамического программирования нужно на каждом шаге решать задачу согласования интересов в системе.

Оценка эффективности работы региональных инновационных экосистем

Инновационная экосистема является системой, включающей в себя множество участников, виды деятельности, нормы, институты и взаимодействия между ними, формирующиеся в ходе реализации инновационных процессов. Инновационная экосистема возникает в условиях открытых инновационных процессов и взаимодействия участников, начиная с локального уровня (инновационная система) и постепенно расширяясь за его пределы. Региональную инновационную экосистему по праву можно считать самой развитой, потому что территория выступает и заказчиком, и потребителем инновационной продукции, услуг и инноваций.

Методика оценки эффективности работы региональных инновационных экосистем существенно эволюционировала за последние десятилетия в ответ на появление новых факторов, влияющих на инклюзивный экономический рост.

В современных условиях наибольшую значимость с точки зрения анализа детерминант и характеристик экономического роста приобретает индекс цифровизации.

При анализе эффективности функционирования региональной инновационной экосистемы рекомендуется учитывать одновременно уровень инновационного развития региона и степень его цифровизации. Это позволяет интегрировать оба показателя путем расчета геометрической средней: $\sqrt{I_R \times I_d}$, где I_R – индекс регионального инновационного развития [9], рассчитываемый на основе показателей региона, I_d – индекс цифровизации.

Индекс цифровизации I_d отраслей экономики региона определяется как взвешенная сумма пяти субиндексов. Формула для расчета выглядит следующим образом:

$$I_d = 0.3 \times I_{и} + 0.2 \times I_{б} + 0.2 \times I_{п} + 0.2 \times I_{з} + 0.1 \times I_{к},$$

где I_d – общий индекс цифровизации отраслей экономики и социальной сферы, $I_{и}$ – субиндекс, отражающий уровень «Использования цифровых технологий», $I_{б}$ – субиндекс «Цифровизация бизнес-процессов», $I_{п}$ – субиндекс «Цифровые навыки персонала», $I_{з}$ – субиндекс «Затраты на внедрение и использование цифровых технологий», $I_{к}$ – субиндекс «Кибербезопасность».

Значения каждого субиндекса рассчитываются как среднее арифметическое входящих в него показателей. Например, для расчета субиндекса «Цифровые навыки персонала» требуются такие показатели, как «Удельный вес специалистов по информационно-коммуникационным технологиям в численности занятых» и «Удельный вес занятых, владеющих навыками на уровне выше базового в численности занятых».

В данном исследовании предлагается авторский подход расчета интегрального индекса эффективности I_I региональной инновационной экосистемы. При расчете I_I учитывается оценка эффективности K^* , найденная из решения задачи (5): $I_I = \sqrt[3]{I_R \times I_d \times K^*}$.

Заключение

Управление в региональных иерархических системах становится эффективным, если выполняется условие согласования интересов всех ее подсистем. Это условие позволяет обеспечить достижения целей, указанных в региональных программных документах. Модель, представленная в работе, иллюстрирует взаимодействие между руководством региона, инвесторами, фондом и компаниями, обеспечивающее условие согласования. Она также способна описывать ситуацию, где вместо фонда выступает компания, занимающаяся реализацией портфеля проектов собственного инновационного развития. Полученные теоретические результаты, по мнению автора, позволяют совершенствовать управление в иерархических региональных системах и способствовать повышению эффективности инновационного развития регионов.

Список литературы

1. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами. М.: СИНТЕГ-ГЕО, 1997.
2. Ван Дейн Я. Оценка эффективности новой техники и предпринимательской деятельности. СПб. 2000.
3. Бернал Дж. Наука в истории общества. 1956.
4. Горелик В.А. Теоретико-игровые модели принятия решений в социально-политических и эколого-экономических процессах / В.А. Горелик, Т.В. Золотова. Москва: «Русайнс», 2025. 120 с.
5. Клайнкнехт А. Инновационные риски венчурного капитала и управление ими. М., 2003.
6. Кларк Д.М. Основы современной концепции экономической ответственности // *Terra economicus*. 2010. Т. 8. №. 4. С. 94–103.
7. Кузнец С. Современный экономический рост: результаты исследований и размышлений. Нобелевская лекция // Нобелевские лауреаты по экономике: взгляд из России / под. ред. Ю.В. Яковца. СПб.: Гуманистика, 2003
8. Менш Г.О. Институциональный пат оценки в России // *Экономические стратегии*. 2007. Т. 9. №. 2. С. 124–124.
9. Рейтинг инновационного развития регионов, <https://region.hse.ru/rankingid19>, период обращения 01.02.25.
10. Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями. М.: Экономика, 1989.
11. Фримен Х. Инновационный бизнес. М., 2002.
12. Яковец Ю.В. Эпохальные инновации XXI века. М.: Экономика, 2004.

Об авторе:

ЗОЛОТОВА Татьяна Валерьяновна – доктор физико-математических наук, научный сотрудник НИСП «Институт управленческих исследований и консалтинга» факультета «Высшая школа управления» ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (125167, Москва, Ленинградский проспект, 49/2); e-mail: tzolotova@fa.ru, ORCID: 0000-0001-5185-0687, SPIN-код: 6997-9121

HIERARCHICAL MODEL OF INNOVATIVE DEVELOPMENT MANAGEMENT OF RUSSIAN REGIONS¹

T.V. Zolotova

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow

The article is devoted to the study of the interaction of the levels of the region's hierarchy as a complex system to achieve the effectiveness of its innovative development. The purpose of the study is to develop a conceptual model for managing the innovative development of Russian regions, coordinating interests in the system. The tasks and mechanisms of management are defined, static and dynamic options for the optimization model of management are proposed. The scientific novelty of the results consists in the development and justification of the mathematical apparatus for solving the problem of finding an effective strategy for innovative development and determining the integral index of the effectiveness of the regional innovation ecosystem.

Keywords: *economic and mathematical model, efficiency index, optimality principle, dynamic programming, coordination of interests, innovative development*

About the author:

ZOLOTOVA Tat'jana Valer'janovna – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Researcher at the Institute of Management Research and Consulting, Higher School of Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Financial University under the Government of the Russian Federation (49/2 Leningradsky Prospekt, Moscow, 125167); e-mail: tzolotova@fa.ru, ORCID: 0000–0001–5185–0687, SPIN-код: 6997-9121

Статья поступила в редакцию 15.01.2025 г.

Статья подписана в печать 16.03.2025 г.

¹ This article is based on the results of the fundamental topic of research work on the topic: «Formation and development of the innovative ecosystem of the regions of Russia», within the framework of the implementation of the State assignment of the Government of the Russian Federation to the Financial University under the Government of the Russian Federation.