

МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И СИСТЕМНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НЕРАЗРЫВНОЙ ПАРЫ «РЫНОК СФЕРЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – РЫНОК ТРУДА»

DOI: 10.34920/phe.2025.18.01

Шохмансур Шохазамий

Аннотация. Представлены научные взгляды, теоретические и методологические основы, комплекс моделей для системного исследования и стратегирования развития пары «Рынок сферы высшего образования (РСВО) – Рынок труда (РТ)», которая обладает характерным для неё (S-K-I)-климатом, выполняет свойственные ей задачи и функции. Обосновано, что при благоприятности этого климата достигается эффективность процессов функционирования этой пары, выполнения ею функции трансформации сбережений (S) в эффективное развитие человеческого капитала (K) через РСВО и эффективные инвестиции в продукты научных исследований и научно-инновационной деятельности (I). Предложено использование метода на основе цепи Маркова, выражаемой системой уравнений А.Н. Колмогорова, для системного исследования эффективности процессов функционирования пары «РСВО-РТ», степени благоприятности её (S-K-I)-климата, эффективности выполнения ею функции трансформации. С помощью этого метода появляется возможность моделировать, оптимизировать, прогнозировать эффективность процессов функционирования, степень благоприятности (S-K-I)-климата пары «РСВО-РТ», эффективность выполнения ею функции трансформации, результаты которых необходимы для стратегического планирования развития системы высшего образования во взаимосвязи с рынками труда, инноваций и инвестиций.

Ключевые слова: неразрывная пара «РСВО-РТ», (S-K-I)-климат, функция трансформации, вербальная и структурные модели, цепи Маркова, моделирование, стратегирование.

MODELS FOR REPRESENTING AND SYSTEMATIC RESEARCH OF THE FUNCTIONING PROCESSES OF THE INSEPARABLE PAIR 'HIGHER EDUCATION MARKET – LABOR MARKET'

DOI: 10.34920/phe.2025.18.01

Shokhmansur Shokhazamiy

Abstract. The article presents scientific views, theoretical and methodological foundations, and a set of models for systemic research and strategizing the development of the pair “Higher Education Market (HEM) – Labor Market (LM)” having characteristic (S-K-I)-climate and performing its inherent tasks and functions. It is substantiated that with a favorable climate, the efficiency of functioning processes of this pair, as well as the performance of its function of transforming savings (S) into the effective development of human capital (K) through the HEM and effective investments in the products of scientific research and scientific-innovative activities (I) are achieved. It is proposed to apply a method using Markov chains expressed by the system of equations of A.N.Kolmogorov for a systemic study of the functioning processes efficiency of the “HEM-LM” pair, the degree of favorability of its (S-K-I)-climate, and the efficiency of its performance of the transformation function. With the help of this method, it becomes possible to model, optimize, and predict the efficiency of the functioning processes, the degree of favorability of the (S-K-I)-climate of the “HEM-LM” pair, and the efficiency of its performance of the transformation function. The results of the systemic research are necessary for strategic planning of the development of the higher education system in relation to the labor, innovation and investment markets.

Key words: inseparable pair "HEM-LM", (S-K-I)-climate, transformation function, verbal and structural models, Markov chains, modeling, strategizing.

Введение

Важную роль в развитии человеческого капитала¹ и инновационной экономики, основанной на знаниях, расширения продуктивной занятости² в любой стране мира играют высшие учебные заведения (далее сокращенно – вузы или университеты), являющиеся участниками как рынка сферы высшего образования (сокращенно – РСВО), состоящего из рынка образовательных услуг вузов (сокращенно – РОУВ) и рынка результатов (продуктов) научных исследований и научно-инновационной деятельности (в том числе объектов интеллектуальной собственности в сокращенной форме – ОИС) вузов (сокращенно – РРИД), так и рынка труда (сокращенно – РТ) [8; 9]. Причем РТ и взаимосвязанный с рынком инвестиций РСВО, состоящий из РОУВ и РРИД, являющегося частью рынка инноваций, функционируют в одной «упряжке» как целостная сложная рыночная система (сокращенно – ЦСРС), представленная неразрывной парой «РСВО-РТ» (неразрывной триадой «РОУВ-РРИД-РТ»),³ обладающей характерным для неё (S-K-I)-климатом⁴ для выполнения ею функции трансформации сбережений (S) в эффективное развитие человеческого капитала (K) через РОУВ⁵ и эффективные инвестиции в продукты научных исследований и научно-инновационной деятельности (I) на РРИД⁶.

Следует отметить, что университеты (вузы), имеющие высокие рейтинги по индексам международных организаций Quacquarelli Symonds (QS) World University Rankings, Times Higher Education, Academic Ranking of World Universities и др., стали одним из драйверов международной интеграции ЦСРС развитых и развивающихся стран друг с другом в условиях воздействия как глобальных и региональных нестабильностей⁷, международных и страновых проблем, так и тенденций стремительного роста видов и объемов внедряемых в национальные экономики различных инноваций и новых технологий (сокращенно – Условия воздействия). Дальнейшее усиление международной интеграции ЦСРС (в ее составе РОУВ, РРИД, РТ) различных стран расширит границы трудовой, научно-академической (т.е. университетской, вузовской), экономической, культурной и других видов глобализации. Причем

¹ Человеческий капитал (*human capital*) [5] – знания, умения, навыки, опыт, здоровье человека, которые в течение всей его жизни накапливаются, развиваются и используются для удовлетворения многообразных его потребностей и общества в целом.

² Продуктивная (высокодоходная и устойчивая) занятость (*productive employment*) рассматривается [5] как средство успешной борьбы с бедностью и достижения достойного труда с достойной оплатой труда.

³ Причем в ЦСРС каждая составляющая неразрывной пары «РСВО-РТ» (триады «РОУВ-РРИД-РТ») обладает характерными для ней типами сущностей и отношений, отличительными особенностями, целями, задачами, функциями и структурой, состоящей из подсистем и элементов, функционирующих во взаимосвязи, взаимодействии и взаимообусловленности как сложная динамическая система.

⁴ (S-K-I)-климат – это характерный только для пары «РСВО-РТ» (триады «РОУВ-РРИД-РТ») особый климат, при благоприятности которого происходит максимально эффективное функционирование пары (триады) и выполнение ею функции трансформации.

⁵ Прямо связан с РТ.

⁶ Продукты научных исследований и научно-инновационной деятельности (в т.ч. ОИС) являются товарами РРИД, прямо связанного с рынком инвестиций.

⁷ Например, разных стихийных бедствий, кризисов в результате сбоя в экономической системе, вооруженных конфликтов, реформ, пандемии и т.п.

характерной для неразрывных пар «РСВО-РТ» (триад «РОУВ-РРИД-РТ»)⁸ развитых и прогрессивно развивающихся стран мира особенностью является то, что они выступают в условиях воздействия и глобализации одним из главных механизмов международной интеграции страновых ЦСРС, способных эффективно функционировать и выполнять указанную выше функцию трансформации при благоприятности в них (S-K-I)-климата во взаимосвязи, взаимодействии и взаимообусловленности как с национальными, так и международной экономикой и общественностью.

В силу сказанного, актуальной для любой страны (в том числе Узбекистана), развивающейся в условиях воздействия и глобализации, задачей является достижение эффективности функционирования неразрывной пары «РСВО-РТ» путем обеспечения на нём благоприятного (S-K-I)-климата. Для комплексного решения данной задачи необходима разработка и реализация научно обоснованной стратегии планирования развития пары «РСВО-РТ» [9]. Причем такая стратегия должна быть научно обоснована только на основе системного исследования процессов функционирования пары «РСВО-РТ», протекающих в условиях воздействия и глобализации, степени благоприятности характерной для неё (S-K-I)-климата и эффективности выполнения ею функции трансформации сбережений (S) в эффективное развитие человеческого капитала (K) через РСВО и эффективные инвестиции в продукты научных исследований и научно-инновационной деятельности (I). А это, естественным образом, требует рассматривать и изучать страновые РСВО (РОУВ, РРИД) и РТ в одной «упряжке» как ЦСРС, представленную в виде неразрывной пары «РСВО-РТ» (триады «РОУВ-РРИД-РТ»), обладающей характерной для неё благоприятным (S-K-I)-климатом для эффективного выполнения ею функции трансформации, следовательно, разработки адекватных моделей и методов исследования эффективности процессов функционирования неразрывной пары «РСВО-РТ» и (S-K-I)-климата на нём, эффективности выполнения ею функции трансформации [8; 9]. Ибо с помощью этих моделей и методов можно моделировать, оптимизировать, прогнозировать поведения пары и процессы выполнения ею функции трансформации во взаимосвязи, взаимодействии и взаимообусловленности с рынками труда, инноваций и инвестиций, а также с целями государственной политики развития человеческого капитала, науки, инновации, экономики и общества.

Необходимость рассматривать и системно исследовать пару «РСВО-РТ» как ЦСРС обусловлена тем, что [8; 9]:

- все страны вынуждены постоянно думать о развитии, обеспечении конкурентоспособности и устойчивости функционирования ЦСРС;

- в основе объединения РОУВ, РРИД, РТ в одну «упряжку» лежит принцип их функционирования во взаимодействии, взаимообусловленности и взаимосвязи как друг с другом, так и с общественностью, экономикой,

⁸ Далее, для сокращения выкладок, будем считать пару «РСВО-РТ» и триаду «РОУВ-РРИД-РТ» синонимами, так как РСВО включает в себя РОУВ и университетским РРИД.

государственной политикой социально-экономического развития страны в условиях воздействия и глобализации.

Отметим, что основным требованием, предъявляемым к системному исследованию пары «РСВО-РТ» (триады «РОУВ-ПРИД-РТ»), является комплексный учёт принципов и особенностей функционирования, типов сущностей и отношений, свойств и закономерностей, присущих процессам, протекающим в ней, а также факторов, формирующих развитие явлений, характерных для этой пары, рассматриваемой в качестве ЦСРС. Ибо удовлетворение данного требования является необходимым условием для научно обоснованного стратегирования развития пары «РСВО-РТ» как ЦСРС.⁹ Причем разработка научно обоснованной стратегии развития пары «РСВО-РТ» как ЦСРС преследует цель [8; 9], которая заключается в нахождении решения следующих задач¹⁰:

1) разработка и обоснование теоретических и методологических основ формализованного модельного представления, системного исследования и стратегирования развития пары «РСВО-РТ»;

2) разработка и обоснование моделей упорядоченно формализованного представления и системного исследования процессов функционирования неразрывной пары «РСВО – РТ», обладающей (S-K-I)-климатом для выполнения ею функции трансформации сбережений (S) в эффективное развитие человеческого капитала (K) через РСВО и эффективные инвестиции в продукты научных исследований и научно-инновационной деятельности (I);

3) системное исследование пары «РСВО-РТ» (эффективности процессов функционирования и степени благоприятности (S-K-I)-климата пары «РСВО-РТ», эффективности выполнения ею функции трансформации) как объекта стратегирования на основе разработанных моделей в целях научного обоснования решений стратегирования развития этой пары.

Достижение последовательного решения поставленных выше задач (далее будем именовать их как последовательные задачи) может содействовать принятию научно-обоснованных мер по обеспечению в паре «РСВО-РТ» эффективности развития человеческого капитала, продуктивной занятости и инновационного развития экономики, основанной на знаниях. Это имеет важное значение в свете стратегии «Узбекистан-2030» [1] и Указа Президента Республики Узбекистан от 30.10.2025 г. № УП-201 «Об организационных мерах по внедрению системы стратегического планирования и развития» [2]. Несмотря на достигнутые учеными и экспертами результаты в мировой практике развития рынка сферы образования [3-6], однако, в настоящее время отсутствует теоретико-

⁹ Поскольку, удовлетворив данное требование можно достичь эффективных результатов системного исследования, обеспечивающих научную обоснованность стратегирования развития пары «РСВО-РТ». Причем таковыми результатами системного исследования могут являться выводы, методы, модели, количественные и качественные оценки, диагнозы, прогнозы, предложения, рекомендации, программы, меры, механизмы, конкурентные преимущества ресурсного, академического, научно-инновационного, технологического и экономического характера.

¹⁰ Эти задачи постоянно находятся в центре внимания государственных властей, общественности, экспертов и ученых, занимающихся стратегированием ЦСРС.

методологическое решение указанных последовательных задач. Обусловлено это отсутствием модели процесса функционирования пары «РСВО-РТ» как ЦСРС, для построения которой необходимо удовлетворение требования к системному исследованию при воздействии на неё внутренних и внешних факторов в указанных выше условиях. Хотя в большинстве работ рассматриваются либо некоторые универсальные, обобщенные в определенной степени формализованные модели, ориентированные лишь на сферу образовательных услуг, в которых не учитываются типы сущностей и отношений, характерные для пары «РСВО-РТ», либо учитывающие эти типы в достаточно широком плане, не позволяющем конкретно решить последовательные задачи относительно пары «РСВО-РТ». Не отрицая полезности имеющегося в распоряжении учёных и экспертов интеллектуальных разработок, отметим, что в настоящее время остро назрела также необходимость разработки специализированного теоретико-методологического базиса, основанного на социально-экономической системологии [10], применяющей системный подход, методику и принципы системного исследования пары «РСВО-РТ» (как ЦСРС), а также ориентированной на целевое выполнение характерной для нее следующей функции трансформации при благоприятности (S-K-I)-климата на ней [8; 9]:

- через РОУВ сбережений институтов спроса на нем (потребителей образовательных услуг – физических лиц, находящихся в здравом уме резидентов и нерезидентов, в том числе пенсионеров, которые способны обучаться за счет собственных сбережений¹¹ (S) и/или привлеченных денежных средств спонсоров, доноров, банков и развивать человеческий капитал) в эффективные инвестиции, осуществленные ими на развитие человеческого капитала вузами (с применением результатов передовой мировой науки и новых технологий), позволяющего обеспечить их выпускникам эффективную способность труда¹² на РТ;

- результатов (продуктов) научных исследований и научно-инновационной деятельности (сокращенно – ПИНИД) в эффективные объекты интеллектуальной собственности (сокращенно – ОИС) и авторские права, которые востребованы на РРИД и внедряются в академическую (учебную и учебно-методическую) и научно-инновационную деятельность их собственников, а также в производстве других заинтересованных лиц;

- через рынок труда творческих и креативных способностей труда участников (профессоров, доцентов, преподавателей, ученых, докторантов, стажеров и одаренных студентов) РРИД¹³ в эффективные факторы

¹¹ Включающими в себя материальную (денежную) S_m и нематериальную S_n (базовые знания, навыки, опыт лица, его талант, одоренность, уровень IQ) виды сбережения (т.е. $S=S_m+S_n$).

¹² Причем эффективная способность труда подразумевает достижение выпускниками вузов продуктивной (высокодоходной и устойчивой) занятости (*productive employment*).

¹³ При этом профессеры, доценты, преподаватели и ученые вузов могут дополнительно применять свой интеллектуальный труд в производстве в качестве привлеченных консультантов и экспертов с достойной оплатой труда, характерного для продуктивной (высокодоходной и устойчивой) занятости. Докторанты вузов могут не только внедрить результаты своих исследований в производство, но и получить при этом дополнительную работу в качестве консультанта и эксперта. Студенты, участвовавшие в научно-

инвестиционно-инновационного развития экономики и инновационного бизнеса¹⁴ на основе реализации ПИНИД в виде проектов их трансфера и коммерциализации в бизнес¹⁵.

При этом решение последовательных задач позволяет разработать стратегию развития неразрывной пары «РСВО-РТ», что требует [8]:

- трактовку сущности и содержания, выявление особенностей и характеристик неразрывной пары «РСВО-РТ» с формированием соответствующего ей понятийного аппарата и теоретического базиса;

- разработку методологических основ и принципов построения формализованной модели и системного исследования на основе этой модели пары «РСВО-РТ» и (S-K-I)-климата на ней;

- выявление на основе системного исследования: типов сущностей и отношений, свойств и закономерностей, присущих отношениям и процессам, протекающим при функционировании и регулировании пары «РСВО-РТ»; факторов, формирующих развитие явлений, характерных для неё и (S-K-I)-климата;

- нахождение методов анализа и оценки степени благоприятности (S-K-I)-климата, характерного для среды пары «РСВО-РТ», и эффективности выполнения ею функции трансформации;

- анализ и разработку методов достижения: сбалансированности спроса и предложения как на РСВО (РОУВ и РРИД), так и РТ; взаимной согласованности функционирования и регулирования пары «РСВО-РТ»; эффективности образования и выхода молодежи на рынок труда, а также решение связанных ними других задач;

- разработку мер и механизмов по достижению благоприятности (S-K-I)-климата в среде пары «РСВО-РТ» и эффективности выполнения ею функции трансформации.

Материалы, методология и принципы исследования

В работе, которая является продолжением работы [8], использованы: материалы работ, приведенных в списке использованной литературы; системный подход к анализу, методы построения моделей, социально-экономическая системология [8-10] и концепция стратегирования [7; 9], на основе положений которых трактуется, даются модели и исследуется функционирование пары «РСВО-РТ»; положения механизмов функционирования сферы высшего образования и занятости, а также результаты работ по исследованию аспектов РСВО и РТ, на которые [8] основываются сформулированные в данной работе выводы, предложения и рекомендации.

инновационной деятельности, могут быть привлечены к работам по реализации проектов трансфера и коммерциализации указанных результатов в новом производстве или инновационном бизнесе.

¹⁴ Подразумевается эффективное инвестирование в ПИНИД (I) через РРИД или инвестирование ПИНИД (как сбережений) в инновационное развитие экономики и бизнеса.

¹⁵ Путем поддержки бизнес инкубаторов, бизнес акселераторов, технопарков, корпоративных и национальных R&D (Research&Development) систем и создания на этой основе Start-up, Spin-off, Сателлитных и Reverse engineering субъектов бизнеса.

Для нахождения решения последовательных задач справедливы с научной точки зрения положения и принципы касательно понятийного аппарата, теоретического и методологического базиса, которые приведены в работах [8-10], а также работах, указанных в списке литературы [3-6] и других соответствующих источниках. Ибо на основе этих положений и соответствующих научных источников [8-10] можно строить методологию и принципы системного исследования пары «РСВО-РТ» (триады «РОУВ-ПРИД-РТ»), ее функции трансформации и (S-K-I)-климата. А на основе работ [7; 8-10] можно строить стратегию развития пары «РСВО-РТ» и достижения в ее среде благоприятности (S-K-I)-климата и эффективности выполнения ею функции трансформации.

Результаты

Нахождение решения последовательных задач, находящихся в центре внимания государственных органов, общественности, экспертов, ученых и практиков, направлено на получение обоснованных мер по достижению в стране благоприятных условий для: роста спроса на непрерывное развитие человеческого капитала в соответствии с реальными потребностями общества и возможностями пары «РСВО-РТ», функционирующего во взаимосвязи, взаимодействии и взаимообусловленности с экономикой, общественностью, целями и задачами государственной политики социально-экономического развития; эффективной трансформации сбережений в качественное образование, обеспечивающее развитие человеческого капитала и формирующее на этой основе эффективную для социально-экономического развития способность труда людей, обладающих базовыми и современными знаниями, практическими навыками, компетенциями, квалификацией,¹⁶ беспрепятственного перехода образованных лиц (особенно молодёжи), обладающих способностью труда, на РТ, содействующий им в нахождении возможных вариантов эффективного приложения потенциала способности труда; достижения трудящимися реализации права на достойный труд и продуктивную занятость, а также регулярное повышение ими уровня квалификации; добровольного выхода занятых людей на пенсию и достойного для человека пенсионного возраста уважения, внимания, пенсионного и социального обеспечения. Поэтому в современных условиях требуется решение последовательных задач на основе приведенных выше положений, а также основанной на них методологии и принципов системного исследования.

Анализ работ зарубежных и узбекских ученых [3-6], которые посвящены исследованию рынка образовательных услуг и его взаимосвязи с рынком труда, показал, что их результаты недостаточны для решения указанной выше задачи из-за того, что эти рынки не рассматриваются как неразрывная пара «РСВО-РТ», функционирующая во взаимосвязи, взаимодействии и взаимообусловленности с общественностью и экономикой, целями, задачами и приоритетами государственной политики развития страны.

¹⁶ При этом подразумевается качественная подготовка сферой образования кадров, способных креативно мыслить, компетентно ставить и решать задачи в соответствии с присвоенной им квалификацией.

В этой связи необходимо решение последовательных задач с учетом отмеченных в [8] и выше особенностей пары «РСВО-РТ». В частности, пара «РСВО-РТ»: обладает типами сущностей и отношений; свойствами и закономерностями, присущими для процессов, протекающих в ней; находится под воздействием факторов, формирующих развитие явлений, характерных для неё; выполняет характерную для неё функцию трансформации, в силу которой, прямо отражает уровень развития человеческого капитала (потенциала), общества и экономики, научно-технического прогресса, креативности и инновационной продуктивности национальных кадров, степень их продуктивной занятости в экономике; обладает особым для выполнения функции трансформации (S-K-I)-климатом, определяемым экономическим потенциалом, активностью, рисками, привлекательностью и конкурентоспособностью её институциональной структуры, уровень благоприятности которого зависит от различных внешних и внутренних факторов; функционирует и регулируется во взаимосвязи, взаимодействии и взаимообусловленности с экономикой и общественностью, целями, задачами и приоритетами государственной политики развития страны. Уровень благоприятности (S-K-I)-климата пары «РСВО-РТ» может эквивалентно отражать степень эффективности выполнения ею функции трансформации и наоборот – степень эффективности выполнения парой «РСВО-РТ» функции трансформации может отражать уровень благоприятности (S-K-I)-климата на ней. Так как относящиеся к сущности пары «РСВО-РТ» понятия эффективность функционирования этой пары, функции трансформации и благоприятность (S-K-I)-климата для выполнения данной функции являются взаимосвязанными категориями. Причем взаимосвязанными категориями являются:

- сбережения, направленные на развитие человеческого капитала;
- качественные образовательные услуги вузов на РСВО, основанные на их ПИНИД, которые нацелены на развитие человеческого капитала;
- способности труда (в рамках человеческого капитала), которые востребованы на РТ и восприняты экономикой как продуктивная занятость;
- полученные выгоды от услуг труда для работника и работодателя.

Это обусловлено тем, что результаты системного исследования процессов и состояния функционирования пары «РСВО-РТ» (триады «РОУВ-ПРИД-РТ»), протекающих в условиях воздействия и глобализации, степени благоприятности характерной для неё (S-K-I)-климата и эффективности выполнения ею функции трансформации сбережений (S) в эффективное развитие человеческого капитала (K) через РСВО и эффективные инвестиции в продукты научных исследований и научно-инновационной деятельности (I), могут служить важной информацией при разработке стратегии планирования развития данной пары (триады) и вовлеченных мер по обеспечению:

- сбалансированности спроса и предложения на РВ и РТ, а также в рамках пары «РСВО-РТ» (триады «РОУВ-ПРИД-РТ»);
- эффективности высшего образования и выхода молодежи (выпускников вузов) на РТ;

- функционирования и регулирования РСВО и РТ в их взаимосвязи, взаимодействии и взаимообусловленности как пара «РСВО-РТ»;
- эффективности роли пары «РСВО-РТ» в развитии человеческого капитала, достижении продуктивной (высокодоходной и устойчивой) занятости и инновационного развития экономики и общества.

Пара «РОУВ-РТ» может эффективно выполнять свою функцию при благоприятном для нее (S-K-I)-климате, что может быть обеспечено государством и общественностью¹⁷ на основе механизма функционирования и регулирования этой пары.¹⁸ Данный механизм должен быть увязан с общественностью, экономикой, государственной политикой социально-экономического развития. Причем поведение спроса и предложения на РСВО, в силу их возможностей и ожиданий, различно и весьма изменчиво, сильно реагирует на воздействие внешних и внутренних факторов, в зависимости от которых сберегатели и университеты могут переориентировать свой капитал в наиболее выгодные для них объекты инвестирования. (S-K-I)-климат обладает потенциалом мощности, слагаемым из потенциалов мощностей институтов структуры пары «РСВО-РТ», функционирование которых обеспечивается организованным механизмом эффективного перераспределения на конкурентной основе сбережений между ними в соответствии с конъюнктурой пары «РСВО-РТ».

При этом благоприятный (S-K-I)-климат в среде пары «РСВО-РТ» приносит выгоду: работнику - продуктивную занятость, дающую ему достойную оплату его труда и положение в трудовом коллективе и обществе; работодателю - прибыль и производственное развитие.

Таким образом, справедливо мнение о том, что обеспечение эффективности функционирования пары «РСВО-РТ» и выполнения ею функции трансформации, на основе результатов системного исследования процессов функционирования пары «РСВО-РТ», протекающих в условиях воздействия и глобализации, степени благоприятности характерной для неё (S-K-I)-климата и эффективности выполнения ею функции трансформации сбережений (S) в эффективное развитие человеческого капитала (K) через РСВО и эффективные инвестиции в продукты научных исследований и научно-инновационной деятельности (I), может быть достигнуто путем решения последовательных задач.

На фоне всего сказанного, можно выдвинуть гипотезу о том, что парой «РСВО-РТ» может быть достигнута эффективность функционирования и выполнения функции трансформации лишь в том случае, если государством обеспечивается благоприятный для неё (S-K-I)-климат на основе разработки и реализации стратегии, базирующейся на результатах системного

¹⁷ В лице общественности могут выступать профильные негосударственные некоммерческие организации (ННО), профсоюзы и потребители, заинтересованные в развитии человеческого капитала, которые связаны с рынком вузов и рынком труда, экономической и общественной деятельностью.

¹⁸ Причем (S-K-I)-климат обладает потенциалом мощности, слагаемым из потенциалов мощностей институтов структуры пары «РСВО-РТ», функционирование которых обеспечивается организованным механизмом эффективного перераспределения на конкурентной основе сбережений между ними в соответствии с конъюнктурой пары «РСВО-РТ».

исследования (S-K-I)-климата и эффективности функции трансформации пары «РСВО-РТ» и имеющегося потенциала её институционального роста, зависящего от потенциалов роста участников «РСВО и РТ».

При этом степень благоприятности (S-K-I)-климата пары «РСВО-РТ» зависит от качества регулирования этой пары, эффективности функций университетов (вузов) и спроса на ПИНИД и образовательные услуги вузов, а также уровня развитости: бизнес-системы (Business system)¹⁹, с характерным для нее бизнес-климатом; (R&D)-системы с характерным для нее (R&D)-климатом; финансово-кредитной системы (ФКС), обеспечивающей их финансирование через финансовый рынок (ФР) с характерным для него (S-I)-климатом [8; 9]; сферы высшего образования с характерным для неё РСВО и (S-K-I)-климатом. Поэтому можно говорить о взаимосвязи и взаимодействии (S-K-I)-климата, (R&D)-климата, бизнес-климата и (S-I)-климата в модели инновационного развития бизнеса и экономики, учитывающей факторы инклюзивности.²⁰

Основанием для справедливости гипотезы могут служить теоретико-методологические положения касательно пары «РСВО-РТ» (триады «РОУВ-РРИД-РТ»), которые приведены выше и в работах [8-10].

В целом, результаты анализа состояния РОУВ во взаимосвязи с РТ по Узбекистану и в разрезе отдельных его регионов, проведенного на основе официальной статистики и выводов известных исследований [3-6], могут характеризовать состояние и проблемы сферы высшего образования, но не пары «РСВО-РТ» в целом и (S-K-I)-климата на нём. Поэтому можно говорить о справедливости высказанного мнения и выдвинутой гипотезы, что указывает на необходимость решения последовательных задач.

Основываясь на справедливости высказанного мнения и выдвинутой гипотезы, можно сформулировать цель – на основе решения последовательных задач разработка предложений и рекомендаций по достижению эффективности высшего образования и успешного выхода молодежи на РТ с достаточным человеческим потенциалом развития, обеспечивающего продуктивную занятость. В частности:

- эффективно трансформироваться сбережениям через РСВО в качественное высшее образование обучающихся, в результате которой у них целенаправленно и методично формируется определенная способность труда, эквивалентная уровню накопленного в образовательном учреждении потенциала развития человеческого капитала, подтвержденного им в соответствии с требованием спроса на РТ;

- стать трудоспособным выпускником образовательного учреждения и достичь эффективного выхода на РТ, позволяющий ему обрести достойный

¹⁹ Причем бизнес-система включает в себя все виды и формы субъектов бизнеса (в том числе университеты, вузы) и частного предпринимательства.

²⁰ Государство одновременно регулирует (R&D)-систему, бизнес-систему, ФР, сферу образования и участвует в бизнесе и его инновационном развитии, а также на ФР, РТ, РСВО, рынках инноваций (в т.ч. на РРИД), реальных товаров и услуг в роли спроса и предложения. Ибо такие обязанности государства обусловлены необходимостью обеспечения благоприятности бизнес-климата, (S-K-I)-климата, (R&D)-климата и (S-I)-климата в их взаимосвязи и взаимодействии.

труд и продуктивную занятость (с правом на непрерывное развитие уровня профессиональной квалификации) в экономике;

- обеспечить реализацию права на добровольное принятие решения о выходе образованного трудящегося на пенсию, позволяющую ему достойное общественное внимание и пенсионное обеспечение, начисляемое в зависимости от уровня развития человеческого капитала, накопленного стажа работы и обретенных в течение жизни человеческих заслуг, объема пенсионных отчислений.

В силу всего сказанного, справедлива вербальная модель процесса функционирования пары «РСВО-РТ» (триады «РОУВ-РРИД-РТ») и последовательности выполнения ею функции трансформации в разрезе ее уровней, этапов, сегментов, фаз [8], а также структурная модель в виде рис.1, которые приведены в работе автора, опубликованной в №17 данного журнала [8; 9]²¹. Причем применение в этих моделях принципа разбиения процесса функционирования пары «РСВО-РТ» (триады «РОУВ-РРИД-РТ») и порядка выполнения ею функции трансформации на уровни, этапы, сегменты, фазы позволит:

- классифицировать и дать характеристику составляющим и процессу функционирования пары «РСВО-РТ, её функции трансформации и (S-K-I)-климату в соответствии с принципами и особенностями функционирования пары, характерными для неё типами сущностей и отношений в разрезе её уровней, этапов, сегментов, фаз;

- проводить системное исследование пары «РСВО-РТ» в разрезе каждого её уровня, этапа, сегмента, фазы во взаимосвязи, взаимодействии и взаимообусловленности с экономикой, общественностью, целями, задачами и приоритетами государственной политики развития страны в указанных условиях воздействия и глобализации, в том числе исследовать процессы функционирования, связанные с функцией трансформации, и оценить уровень благоприятности (S-K-I)-климата пары «РСВО-РТ» на основе результатов анализа, моделирования и прогнозирования в разрезе каждого ее уровня, этапа, сегмента, фазы.

В силу сказанного, можно утверждать, что: «Пара «РСВО-РТ» может достичь эффективности выполнения функции трансформации (в разрезе ее уровней, этапов, сегментов, фаз) лишь в том случае, если государством обеспечивается благоприятный для этого (S-K-I)-климат²² на ней».

В силу данного утверждения, а также мнения и гипотезы, можно проводить на основе модели, представленной в виде рис.1, исследование эффективности процессов функционирования пары «РСВО-РТ», протекающих в условиях воздействия и глобализации, степени благоприятности характерной для неё (S-K-I)-климата и эффективности выполнения ею функции трансформации сбережений (S) в эффективное

²¹ Эти модели необходимы для цели системного исследования в рамках комплексного решения поставленной задачи, цели и последовательности задач.

²² (S-K-I)-климат характеризуется привлекательностью, активностью, экономическим потенциалом, конкурентоспособности, безопасностью, рисками участников РСВО (РОУВ, РРИД) и РТ.

развитие человеческого капитала (К) через РСВО и эффективные инвестиции в продукты научных исследований и научно-инновационной деятельности (I). Также можно дать оценку рисков, степени активности и привлекательности, уровня финансово-экономического потенциала, конкурентоспособности институциональной структуры пары «РСВО-РТ» и её элементов.

Основываясь на справедливости высказанного мнения, выдвинутой гипотезы и утверждения можно для исследования модели, представленной в работе (на рис. 1, которая соответствует вербальной модели) [8], применить в рамках решения поставленной задачи метод математического моделирования, основанный на применении цепей (графов) Маркова, выраженных системой уравнений А.Н. Колмогорова [11-14]. Причем отметим, что применение данного метода в одном ряду с ранее примененными двумя методами²³ [8], расширяет возможности системного исследования эффективности процессов функционирования пары «РСВО-РТ», протекающих в условиях воздействия и глобализации, степени благоприятности характерной для неё (S-K-I)-климата и эффективности выполнения ею функции трансформации.

С помощью данного метода можно проводить системное исследование (анализ, моделирование, прогнозирование) и оценку эффективности процессов функционирования пары «РСВО-РТ», степени благоприятности характерной для неё (S-K-I)-климата и эффективности выполнения ею функции трансформации посредством моделирования процессов функционирования пары и выполнения этой парой порядка функции трансформации (в разрезе ее уровней, этапов, сегментов, фаз). Причем применение данного принципа разбиения порядка выполнения парой «РСВО-РТ» (триадой «РОУВ-ПРИД-РТ») функции трансформации по фазам на уровни, этапы, сегменты позволит упростить построение графовых моделей в виде цепей Маркова и уравнений А.Н. Колмогорова, что облегчит системное исследование функции трансформации, по результатам которого можно дать оценку уровню благоприятности (S-K-I)-климата.

В целях упрощения процесса исследования можно применить принцип разбиения обобщенной модели, показанной в работе [8] в виде рис.1, на четыре локальные графические модели, приведенных на рис. 1, рис. 2, рис. 3, рис. 4.²⁴

²³ Это: 1) экспертный метод оценки (S-K-I)-климата пары «РСВО-РТ»; 2) эконометрический метод исследования, основанный на применении: эконометрической модели для моделирования, анализа, оценки и прогнозирования состояния (S-K-I)-климата пары «РСВО-РТ»; отдельного класса эконометрической модели спроса и предложения (т.е. системы из семи одновременных уравнений) в паре «РСВО-РТ». Причем при применении второго метода в составе РСВО не учитывается ПРИД так как участвующие в научно-исследовательской и научно-инновационной деятельности студенты после окончания вуза выходят на РТ.

²⁴ При этом на рис. 1, рис. 2, рис. 3, рис. 4: А, В, С, D – это уровни, включающие фазы 1, 2, 3, фазы 4, 5, 6, фазы 7, 8, 9, фазы 10, 11, 12 соответственно, которые характеризуют выход физических лиц на РОУВ, развитие человеческого капитала вузами и послевузовское образование; Е – уровень, включающий фазы 13 и 14 (характеризующие переход лиц с высшим и послевузовским образованием на РТ и обретение ими занятости), который на рис.1 [8] представлен в виде уровней ЕА, ЕВ, ЕС, ЕD, соответствующих уровням А, В, С, D; F – уровень, включающий фазу 15 (характеризующую выход работников на РПКП и регулярное развитие им уровня профессионализма), который на рис.1 представлен в виде уровней FА, FВ, FС, FД, соответствующих уровням А, В, С, D; G – уровень, включающий фазы 16 и 17, характеризующие выход бакалавров, магистров, лиц с ученой степенью PhD и DSc на пенсию с продолжением ими трудовой деятельности на прежнем месте работы или через РТ либо прекращение ими трудовой деятельности по собственному желанию или по состоянию здоровья.

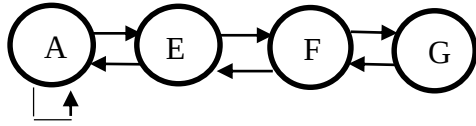


Рис.1. Локальная модель функции трансформации для этапа бакалавриата.

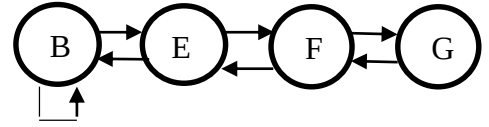


Рис.2. Локальная модель функции трансформации для этапа магистратуры.

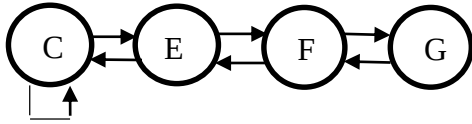


Рис.3. Локальная модель функции трансформации для этапа докторантуры по PhD.

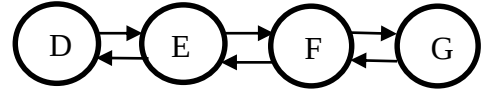


Рис.4. Локальная модель функции трансформации для этапа докторантуры по DSc.

На основе локальных графических моделей, показанных в виде рис. 1, рис. 2, рис. 3, рис. 4, можно построить эквивалентные им локальные математические модели в форме локальных систем дифференциальных уравнений. С помощью этих систем уравнений можно моделировать и прогнозировать процессы, связанные с локальными функциями трансформации, которые протекают в рамках выполняемой каждой из рассматриваемых локальных моделей. В частности, можно представить, составленную на основе рис. 1, математическую модель для моделирования процессов, протекающих в рамках порядка выполнения парой «РСВО-РТ» (ее сегментом, ориентированным на бакалавриатуру) функции трансформации для этапа бакалавриата, в виде системы уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dp_A}{dt} = \lambda_{E \rightarrow A} p_E(t) - \lambda_{A \rightarrow A} p_A(t) - \lambda_{A \rightarrow E} p_A(t) \\ \frac{dp_E}{dt} = \lambda_{A \rightarrow E} p_A(t) + \lambda_{F \rightarrow E} p_F(t) - \lambda_{E \rightarrow A} p_E(t) - \lambda_{E \rightarrow F} p_E(t) \\ \frac{dp_F}{dt} = \lambda_{E \rightarrow F} p_E(t) + \lambda_{G \rightarrow F} p_G(t) - \lambda_{F \rightarrow E} p_F(t) - \lambda_{F \rightarrow G} p_F(t) \\ \frac{dp_G}{dt} = \lambda_{F \rightarrow G} p_F(t) - \lambda_{G \rightarrow F} p_G(t) \end{cases} \quad (1)$$

Найдем решение системы дифференциальных уравнений (1) в виде:

$$p_A(t) = \beta_A e^{\tau t}, p_E(t) = \beta_E e^{\tau t}, p_F(t) = \beta_F e^{\tau t}, p_G(t) = \beta_G e^{\tau t}$$

Подставив значения $p_A(t)$, $p_E(t)$, $p_F(t)$, $p_G(t)$ в систему уравнений (1), получим системы линейных алгебраических уравнений относительно β_A , β_E , β_F , β_G соответственно:

$$\begin{cases} \beta_A \tau e^{\tau t} = \lambda_{E \rightarrow A} \beta_E e^{\tau t} - \lambda_{A \rightarrow A} \beta_A e^{\tau t} - \lambda_{A \rightarrow E} \beta_A e^{\tau t} \\ \beta_E \tau e^{\tau t} = \lambda_{A \rightarrow E} \beta_A e^{\tau t} + \lambda_{F \rightarrow E} \beta_F e^{\tau t} - \lambda_{E \rightarrow A} \beta_E e^{\tau t} - \lambda_{E \rightarrow F} \beta_E e^{\tau t} \\ \beta_F \tau e^{\tau t} = \lambda_{E \rightarrow F} \beta_E e^{\tau t} + \lambda_{G \rightarrow F} \beta_G e^{\tau t} - \lambda_{F \rightarrow E} \beta_F e^{\tau t} - \lambda_{F \rightarrow G} \beta_F e^{\tau t} \\ \beta_G \tau e^{\tau t} = \lambda_{F \rightarrow G} \beta_F e^{\tau t} - \lambda_{G \rightarrow F} \beta_G e^{\tau t} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \beta_A \tau = \lambda_{E \rightarrow A} \beta_E - \lambda_{A \rightarrow A} \beta_A - \lambda_{A \rightarrow E} \beta_A \\ \beta_E \tau = \lambda_{A \rightarrow E} \beta_A + \lambda_{F \rightarrow E} \beta_F - \lambda_{E \rightarrow A} \beta_E - \lambda_{E \rightarrow F} \beta_E \\ \beta_F \tau = \lambda_{E \rightarrow F} \beta_E + \lambda_{G \rightarrow F} \beta_G - \lambda_{F \rightarrow E} \beta_F - \lambda_{F \rightarrow G} \beta_F \\ \beta_G \tau = \lambda_{F \rightarrow G} \beta_F - \lambda_{G \rightarrow F} \beta_G \end{cases}$$

$$\begin{cases} (\lambda_{A \rightarrow A} + \lambda_{A \rightarrow E} + \tau) \beta_A - \lambda_{E \rightarrow A} \beta_E = 0 \\ (\lambda_{E \rightarrow A} + \lambda_{E \rightarrow F} + \tau) \beta_E - \lambda_{A \rightarrow E} \beta_A - \lambda_{F \rightarrow E} \beta_F = 0 \\ (\lambda_{F \rightarrow E} + \lambda_{F \rightarrow G} + \tau) \beta_F - \lambda_{E \rightarrow F} \beta_E - \lambda_{G \rightarrow F} \beta_G = 0 \\ (\lambda_{G \rightarrow F} + \tau) \beta_G - \lambda_{F \rightarrow G} \beta_F = 0 \end{cases}$$

Эти системы алгебраических уравнений должны иметь ненулевое решение, поэтому для определения τ получим алгебраическое уравнение четвертой степени, вычисленное на основе детерминанта:

$$\begin{vmatrix} (\lambda_{A \rightarrow A} + \lambda_{A \rightarrow E} + \tau) & (-\lambda_{E \rightarrow A}) & 0 & 0 \\ (-\lambda_{A \rightarrow E}) & (\lambda_{E \rightarrow A} + \lambda_{E \rightarrow F} + \tau) & (-\lambda_{F \rightarrow E}) & 0 \\ 0 & (-\lambda_{E \rightarrow F}) & (\lambda_{F \rightarrow E} + \lambda_{F \rightarrow G} + \tau) & (-\lambda_{G \rightarrow F}) \\ 0 & 0 & (-\lambda_{F \rightarrow G}) & (\lambda_{G \rightarrow F} + \tau) \end{vmatrix} = 0 \quad (2)$$

Последнее алгебраическое уравнение (2), полученное на основе детерминанта, является характеристическим уравнением матрицы данного уравнения и в то же время - характеристическим уравнением системы (2).

Характеристическое уравнение (2) имеет четыре различных корня $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$, которые являются характеристическими числами матрицы. Каждому характеристическому числу соответствует свой собственный вектор. Пусть характеристическому числу τ_k соответствует собственный вектор (p_{1k}) , где $k=1,2,3,4$. Тогда система дифференциальных уравнений (1) имеет четыре решения:

1-решение соответствует корню $\tau_k = \tau_1$, которое выглядит:

$$x_{11} = p_{11} e^{\tau_1 t}, \quad x_{21} = p_{21} e^{\tau_1 t}, \quad x_{31} = p_{31} e^{\tau_1 t}, \quad x_{41} = p_{41} e^{\tau_1 t}$$

2-решение соответствует корню $\tau_k = \tau_2$, которое выглядит:

$$x_{12} = p_{12} e^{\tau_2 t}, \quad x_{22} = p_{22} e^{\tau_2 t}, \quad x_{32} = p_{32} e^{\tau_2 t}, \quad x_{42} = p_{42} e^{\tau_2 t}$$

3-решение, соответствует корню $\tau_k = \tau_3$, которое выглядит:

$$x_{13} = p_{13} e^{\tau_3 t}, \quad x_{23} = p_{23} e^{\tau_3 t}, \quad x_{33} = p_{33} e^{\tau_3 t}, \quad x_{43} = p_{43} e^{\tau_3 t}$$

4-решение, соответствует корню $\tau_k = \tau_4$, которое выглядит:

$$x_{14} = p_{14} e^{\tau_4 t}, \quad x_{24} = p_{24} e^{\tau_4 t}, \quad x_{34} = p_{34} e^{\tau_4 t}, \quad x_{44} = p_{44} e^{\tau_4 t}$$

Таким образом, получили фундаментальную систему решений системы дифференциальных уравнений (1).

Общее решение системы дифференциальных уравнений (1) имеет вид:

$$\begin{cases} p_A = C_1 x_{11} + C_2 x_{12} + C_3 x_{13} + C_4 x_{14} \\ p_E = C_1 x_{21} + C_2 x_{22} + C_3 x_{23} + C_4 x_{24} \\ p_F = C_1 x_{31} + C_2 x_{32} + C_3 x_{33} + C_4 x_{34} \\ p_G = C_1 x_{41} + C_2 x_{42} + C_3 x_{43} + C_4 x_{44} \end{cases} \quad (3)$$

Можно представить, составленную на основе рис. 2, математическую модель для моделирования процессов, протекающих в рамках порядка выполнения парой «РСВО-РТ» (ее сегментом, ориентированным на магистратуру) функции трансформации для этапа магистратуры, в виде системы уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dp_B}{dt} = \lambda_{E \rightarrow B} p_E(t) - \lambda_{B \rightarrow B} p_B(t) - \lambda_{B \rightarrow E} p_B(t) \\ \frac{dp_E}{dt} = \lambda_{B \rightarrow E} p_B(t) + \lambda_{F \rightarrow E} p_F(t) - \lambda_{E \rightarrow B} p_E(t) - \lambda_{E \rightarrow F} p_E(t) \\ \frac{dp_F}{dt} = \lambda_{E \rightarrow F} p_E(t) + \lambda_{G \rightarrow F} p_G(t) - \lambda_{F \rightarrow E} p_F(t) - \lambda_{F \rightarrow G} p_F(t) \\ \frac{dp_G}{dt} = \lambda_{F \rightarrow G} p_F(t) - \lambda_{G \rightarrow F} p_G(t) \end{cases} \quad (4)$$

Общее решение системы уравнений (4) выглядит аналогично (3).

Можно представить, составленную на основе рис. 3, математическую модель для моделирования процессов, протекающих в рамках порядка выполнения парой «РСВО-РТ» (ее сегментом, ориентированным на докторантуру PhD) функции трансформации для этапа докторантуры PhD, в виде системы уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dp_C}{dt} = \lambda_{E \rightarrow C} p_E(t) - \lambda_{C \rightarrow C} p_C(t) - \lambda_{C \rightarrow E} p_C(t) \\ \frac{dp_E}{dt} = \lambda_{C \rightarrow E} p_C(t) + \lambda_{F \rightarrow E} p_F(t) - \lambda_{E \rightarrow C} p_E(t) - \lambda_{E \rightarrow F} p_E(t) \\ \frac{dp_F}{dt} = \lambda_{E \rightarrow F} p_E(t) + \lambda_{G \rightarrow F} p_G(t) - \lambda_{F \rightarrow E} p_F(t) - \lambda_{F \rightarrow G} p_F(t) \\ \frac{dp_G}{dt} = \lambda_{F \rightarrow G} p_F(t) - \lambda_{G \rightarrow F} p_G(t) \end{cases} \quad (5)$$

Общее решение системы уравнений (5) выглядит аналогично (3).

Можно представить, составленную на основе рис. 4, математическую модель для моделирования процессов, протекающих в рамках порядка выполнения парой «РСВО-РТ» (ее сегментом, ориентированным на докторантуру DSc) функции трансформации для этапа докторантуры DSc, в виде системы уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dp_D}{dt} = \lambda_{E \rightarrow D} p_E(t) - \lambda_{D \rightarrow D} p_D(t) - \lambda_{D \rightarrow E} p_D(t) \\ \frac{dp_E}{dt} = \lambda_{D \rightarrow E} p_D(t) + \lambda_{F \rightarrow E} p_F(t) - \lambda_{E \rightarrow D} p_E(t) - \lambda_{E \rightarrow F} p_E(t) \\ \frac{dp_F}{dt} = \lambda_{E \rightarrow F} p_E(t) + \lambda_{G \rightarrow F} p_G(t) - \lambda_{F \rightarrow E} p_F(t) - \lambda_{F \rightarrow G} p_F(t) \\ \frac{dp_G}{dt} = \lambda_{F \rightarrow G} p_F(t) - \lambda_{G \rightarrow F} p_G(t) \end{cases} \quad (6)$$

Общее решение системы уравнений (6) выглядит аналогично (3). Причем в системах линейных алгебраических уравнений относительно $\beta_A, \beta_E, \beta_F, \beta_G$, а также в (2) будет отсутствовать $\lambda_{A \rightarrow A}$.

Таким образом, на основе систем дифференциальных уравнений (1), (4), (5), (6), с учетом их аналитических решений, можно автономно моделировать и прогнозировать процессы, связанные с локальными функциями трансформации, которые протекают в рамках выполняемой каждой из рассматриваемых локальных графических моделей, приведенных на рис. 1, рис. 2, рис. 3, рис. 4.

На фоне сказанного, обобщенную модель, представленную на рис. 1 [8], можно представить в виде рисунка 5 [9].

При этом на рис. 5 (в отличие от рис. 1 [8] и в соответствии с локальными моделями, показанными на рис. 1, рис. 2, рис. 3, рис. 4) приняты для сегментов пары «РСВО-РТ», охватывающих этапы Е, F, G, которые ориентированы на сегмент рынков, связанных с: бакалавриатурой (РА) как локальная пара «РА-РТ»; магистратуры (РВ) как локальная пара «РВ-РТ»; докторантурой PhD (РPhD) как локальная пара «РС-РТ»; докторантурой DSc (PD) как локальная пара «PD-РТ» соответственно (с их выходом на соответствующие им сегменты РТ).

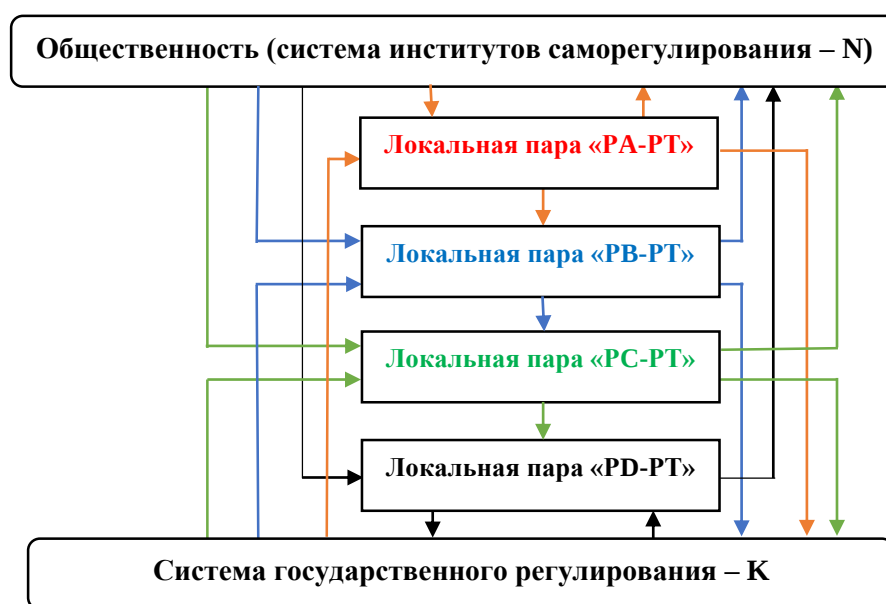


Рис. 5. Упрощенная структурно-функциональная модель для исследования регулируемого процесса функционирования пары «РСВО-РТ» (триады «РОУВ-РРИД-РТ») и выполнения ею функции трансформации

Для исследования регулируемого процесса выполнения парой «РСВО-РТ» (триадой «РОУВ-РРИД-РТ») функции трансформации по упрощенной структурно-функциональной модели, представленной на рис. 5, можно составить для неё обобщенную математическую модель в виде следующей системы дифференциальных уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dp_A}{dt} = \lambda_{N \rightarrow A} p_N(t) + \lambda_{K \rightarrow A} p_K(t) - \lambda_{A \rightarrow N} p_A(t) - \lambda_{A \rightarrow K} p_A(t) - \lambda_{A \rightarrow B} p_A(t) \\ \frac{dp_B}{dt} = \lambda_{A \rightarrow B} p_A(t) + \lambda_{N \rightarrow B} p_N(t) + \lambda_{K \rightarrow B} p_K(t) - \lambda_{B \rightarrow C} p_B(t) - \lambda_{B \rightarrow N} p_B(t) - \lambda_{B \rightarrow K} p_B(t) \\ \frac{dp_C}{dt} = \lambda_{B \rightarrow C} p_B(t) + \lambda_{N \rightarrow C} p_N(t) + \lambda_{K \rightarrow C} p_K(t) - \lambda_{C \rightarrow D} p_C(t) - \lambda_{C \rightarrow N} p_C(t) - \lambda_{C \rightarrow K} p_C(t) \\ \frac{dp_D}{dt} = \lambda_{C \rightarrow D} p_C(t) + \lambda_{N \rightarrow D} p_N(t) + \lambda_{K \rightarrow D} p_K(t) - \lambda_{D \rightarrow N} p_D(t) - \lambda_{D \rightarrow K} p_D(t) \\ \frac{dp_N}{dt} = \lambda_{A \rightarrow N} p_A(t) + \lambda_{B \rightarrow N} p_B(t) + \lambda_{C \rightarrow N} p_C(t) + \lambda_{D \rightarrow N} p_D(t) - \\ - \lambda_{N \rightarrow A} p_N(t) - \lambda_{N \rightarrow B} p_N(t) - \lambda_{N \rightarrow C} p_N(t) - \lambda_{N \rightarrow D} p_N(t) \\ \frac{dp_K}{dt} = \lambda_{A \rightarrow K} p_A(t) + \lambda_{B \rightarrow K} p_B(t) + \lambda_{C \rightarrow K} p_C(t) + \lambda_{D \rightarrow K} p_D(t) - \\ - \lambda_{K \rightarrow A} p_K(t) - \lambda_{K \rightarrow B} p_K(t) - \lambda_{K \rightarrow C} p_K(t) - \lambda_{K \rightarrow D} p_K(t) \end{array} \right. \quad (7)$$

При этом в уравнении (7): А – локальная пара «РА-РТ»; В – локальная пара «РВ-РТ»; С – локальная пара «РС-РТ»; D – локальная пара «РD-РТ»; К – Система государственного регулирования; N – Общество (система институтов саморегулирования).

Найдем решение системы дифференциальных уравнений (7) в виде:

$$p_A(t) = \beta_A e^{\tau t}, \quad p_B(t) = \beta_B e^{\tau t}, \quad p_C(t) = \beta_C e^{\tau t}, \quad p_D(t) = \beta_D e^{\tau t}, \\ p_N(t) = \beta_N e^{\tau t}, \quad p_K(t) = \beta_K e^{\tau t}$$

Подставив значения $p_A(t)$, $p_B(t)$, $p_C(t)$, $p_D(t)$, $p_N(t)$, $p_K(t)$ в систему уравнений (7), получим системы линейных алгебраических уравнений относительно β_A , β_B , β_C , β_D , β_N , β_K соответственно:

$$\left\{ \begin{array}{l} \beta_A \tau e^{\tau t} = \lambda_{N \rightarrow A} \beta_N e^{\tau t} + \lambda_{K \rightarrow A} \beta_K e^{\tau t} - \lambda_{A \rightarrow N} \beta_A e^{\tau t} - \lambda_{A \rightarrow K} \beta_A e^{\tau t} - \lambda_{A \rightarrow B} \beta_A e^{\tau t} \\ \beta_B \tau e^{\tau t} = \lambda_{A \rightarrow B} \beta_A e^{\tau t} + \lambda_{N \rightarrow B} \beta_N e^{\tau t} + \lambda_{K \rightarrow B} \beta_K e^{\tau t} - \lambda_{B \rightarrow C} \beta_B e^{\tau t} - \lambda_{B \rightarrow N} \beta_B e^{\tau t} - \lambda_{B \rightarrow K} \beta_B e^{\tau t} \\ \beta_C \tau e^{\tau t} = \lambda_{B \rightarrow C} \beta_B e^{\tau t} + \lambda_{N \rightarrow C} \beta_N e^{\tau t} + \lambda_{K \rightarrow C} \beta_K e^{\tau t} - \lambda_{C \rightarrow D} \beta_C e^{\tau t} - \lambda_{C \rightarrow N} \beta_C e^{\tau t} - \lambda_{C \rightarrow K} \beta_C e^{\tau t} \\ \beta_D \tau e^{\tau t} = \lambda_{C \rightarrow D} \beta_C e^{\tau t} + \lambda_{N \rightarrow D} \beta_N e^{\tau t} + \lambda_{K \rightarrow D} \beta_K e^{\tau t} - \lambda_{D \rightarrow N} \beta_D e^{\tau t} - \lambda_{D \rightarrow K} \beta_D e^{\tau t} \\ \beta_N \tau e^{\tau t} = \lambda_{A \rightarrow N} \beta_A e^{\tau t} + \lambda_{B \rightarrow N} \beta_B e^{\tau t} + \lambda_{C \rightarrow N} \beta_C e^{\tau t} + \lambda_{D \rightarrow N} \beta_D e^{\tau t} - \\ - \lambda_{N \rightarrow A} \beta_N e^{\tau t} - \lambda_{N \rightarrow B} \beta_N e^{\tau t} - \lambda_{N \rightarrow C} \beta_N e^{\tau t} - \lambda_{N \rightarrow D} \beta_N e^{\tau t} \\ \beta_K \tau e^{\tau t} = \lambda_{A \rightarrow K} \beta_A e^{\tau t} + \lambda_{B \rightarrow K} \beta_B e^{\tau t} + \lambda_{C \rightarrow K} \beta_C e^{\tau t} + \lambda_{D \rightarrow K} \beta_D e^{\tau t} - \\ - \lambda_{K \rightarrow A} \beta_K e^{\tau t} - \lambda_{K \rightarrow B} \beta_K e^{\tau t} - \lambda_{K \rightarrow C} \beta_K e^{\tau t} - \lambda_{K \rightarrow D} \beta_K e^{\tau t} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \beta_A \tau = \lambda_{N \rightarrow A} \beta_N + \lambda_{K \rightarrow A} \beta_K - \lambda_{A \rightarrow N} \beta_A - \lambda_{A \rightarrow K} \beta_A - \lambda_{A \rightarrow B} \beta_A \\ \beta_B \tau = \lambda_{A \rightarrow B} \beta_A + \lambda_{N \rightarrow B} \beta_N + \lambda_{K \rightarrow B} \beta_K - \lambda_{B \rightarrow C} \beta_B - \lambda_{B \rightarrow N} \beta_B - \lambda_{B \rightarrow K} \beta_B \\ \beta_C \tau = \lambda_{B \rightarrow C} \beta_B + \lambda_{N \rightarrow C} \beta_N + \lambda_{K \rightarrow C} \beta_K - \lambda_{C \rightarrow D} \beta_C - \lambda_{C \rightarrow N} \beta_C - \lambda_{C \rightarrow K} \beta_C \\ \beta_D \tau = \lambda_{C \rightarrow D} \beta_C + \lambda_{N \rightarrow D} \beta_N + \lambda_{K \rightarrow D} \beta_K - \lambda_{D \rightarrow N} \beta_D - \lambda_{D \rightarrow K} \beta_D \\ \beta_N \tau = \lambda_{A \rightarrow N} \beta_A + \lambda_{B \rightarrow N} \beta_B + \lambda_{C \rightarrow N} \beta_C + \lambda_{D \rightarrow N} \beta_D - \\ - \lambda_{N \rightarrow A} \beta_N - \lambda_{N \rightarrow B} \beta_N - \lambda_{N \rightarrow C} \beta_N - \lambda_{N \rightarrow D} \beta_N \\ \beta_K \tau = \lambda_{A \rightarrow K} \beta_A + \lambda_{B \rightarrow K} \beta_B + \lambda_{C \rightarrow K} \beta_C + \lambda_{D \rightarrow K} \beta_D - \\ - \lambda_{K \rightarrow A} \beta_K - \lambda_{K \rightarrow B} \beta_K - \lambda_{K \rightarrow C} \beta_K - \lambda_{K \rightarrow D} \beta_K \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (\lambda_{A \rightarrow N} + \lambda_{A \rightarrow K} + \lambda_{A \rightarrow N} + \lambda_{A \rightarrow B} + \tau)\beta_A - \lambda_{N \rightarrow A}\beta_N - \lambda_{K \rightarrow A}\beta_K = 0 \\ (\lambda_{B \rightarrow C} + \lambda_{B \rightarrow N} + \lambda_{B \rightarrow K} + \tau)\beta_B - \lambda_{A \rightarrow B}\beta_A - \lambda_{N \rightarrow B}\beta_N - \lambda_{K \rightarrow B}\beta_K = 0 \\ (\lambda_{C \rightarrow D} + \lambda_{C \rightarrow N} + \lambda_{C \rightarrow K} + \tau)\beta_C - \lambda_{B \rightarrow C}\beta_B - \lambda_{N \rightarrow C}\beta_N - \lambda_{K \rightarrow C}\beta_K = 0 \\ (\lambda_{D \rightarrow N} + \lambda_{D \rightarrow K} + \tau)\beta_D - \lambda_{C \rightarrow D}\beta_C - \lambda_{N \rightarrow D}\beta_N - \lambda_{K \rightarrow D}\beta_K = 0 \\ (\lambda_{N \rightarrow A} + \lambda_{N \rightarrow B} + \lambda_{N \rightarrow C} + \lambda_{N \rightarrow D} + \tau)\beta_N - \lambda_{A \rightarrow N}\beta_A - \\ - \lambda_{B \rightarrow N}\beta_B - \lambda_{C \rightarrow N}\beta_C - \lambda_{D \rightarrow N}\beta_D = 0 \\ (\lambda_{K \rightarrow A} + \lambda_{K \rightarrow B} + \lambda_{K \rightarrow C} + \lambda_{K \rightarrow D} + \tau)\beta_K - \lambda_{A \rightarrow K}\beta_A - \\ - \lambda_{B \rightarrow K}\beta_B - \lambda_{C \rightarrow K}\beta_C - \lambda_{D \rightarrow K}\beta_D = 0 \end{array} \right.$$

Эти системы алгебраических уравнений должны иметь ненулевое решение, поэтому для определения τ получим алгебраическое уравнение шестой степени, вычисленное на основе детерминанта:

$$\left| \begin{array}{cccccc} (\lambda_{B \rightarrow C} + \lambda_{B \rightarrow N} + \lambda_{B \rightarrow K} + \tau) & 0 & 0 & 0 & (-\lambda_{N \rightarrow A}) & (-\lambda_{K \rightarrow A}) \\ (-\lambda_{A \rightarrow B}) & (\lambda_{B \rightarrow C} + \lambda_{B \rightarrow N} + \lambda_{B \rightarrow K} + \tau) & 0 & 0 & (-\lambda_{N \rightarrow B}) & (-\lambda_{K \rightarrow B}) \\ 0 & (-\lambda_{B \rightarrow C}) & (\lambda_{C \rightarrow D} + \lambda_{C \rightarrow N} + \lambda_{C \rightarrow K} + \tau) & 0 & (-\lambda_{N \rightarrow C}) & (-\lambda_{K \rightarrow C}) \\ 0 & 0 & (-\lambda_{C \rightarrow D}) & (\lambda_{D \rightarrow N} + \lambda_{D \rightarrow K} + \tau) & (-\lambda_{N \rightarrow D}) & (-\lambda_{K \rightarrow D}) \\ (-\lambda_{A \rightarrow N}) & (-\lambda_{B \rightarrow N}) & (-\lambda_{C \rightarrow N}) & (-\lambda_{D \rightarrow N}) & (\lambda_{N \rightarrow A} + \lambda_{N \rightarrow B} + \lambda_{N \rightarrow C} + \lambda_{N \rightarrow D} + \tau) & 0 \\ (-\lambda_{A \rightarrow K}) & (-\lambda_{B \rightarrow K}) & (-\lambda_{C \rightarrow K}) & (-\lambda_{D \rightarrow K}) & 0 & (\lambda_{K \rightarrow A} + \lambda_{K \rightarrow B} + \lambda_{K \rightarrow C} + \lambda_{K \rightarrow D} + \tau) \end{array} \right| = 0 \quad (8)$$

Последнее алгебраическое уравнение (8), полученное на основе детерминанта, является характеристическим уравнением матрицы данного уравнения и в то же время - характеристическим уравнением системы (8).

Характеристическое уравнение (8) имеет шесть различных корней $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5, \tau_6$ которые являются характеристическими числами матрицы. Каждому характеристическому числу соответствует свой собственный вектор. Пусть характеристическому числу τ_k соответствует собственный вектор (p_{1k}) , где $k=1,2,3,4,5,6$. Тогда система дифференциальных уравнений (7) имеет шесть решений:

$$\begin{array}{l} \text{1-решение соответствует корню } \tau_k = \tau_1, \text{ которое выглядит:} \\ x_{11} = p_{11}e^{\tau_1 t}, \quad x_{21} = p_{21}e^{\tau_1 t}, \quad x_{31} = p_{31}e^{\tau_1 t}, \quad x_{41} = p_{41}e^{\tau_1 t}, \quad x_{51} = \\ p_{51}e^{\tau_1 t}, \quad x_{61} = p_{61}e^{\tau_1 t} \\ \text{2-решение соответствует корню } \tau_k = \tau_2, \text{ которое выглядит:} \\ x_{12} = p_{12}e^{\tau_2 t}, \quad x_{22} = p_{22}e^{\tau_2 t}, \quad x_{32} = p_{32}e^{\tau_2 t}, \quad x_{42} = p_{42}e^{\tau_2 t}, \quad x_{52} = \\ p_{52}e^{\tau_2 t}, \quad x_{62} = p_{62}e^{\tau_2 t} \\ \text{3-решение, соответствует корню } \tau_k = \tau_3, \text{ которое выглядит:} \\ x_{13} = p_{13}e^{\tau_3 t}, \quad x_{23} = p_{23}e^{\tau_3 t}, \quad x_{33} = p_{33}e^{\tau_3 t}, \quad x_{43} = p_{43}e^{\tau_3 t}, \quad x_{53} = \\ p_{53}e^{\tau_3 t}, \quad x_{63} = p_{63}e^{\tau_3 t} \\ \text{4-решение, соответствует корню } \tau_k = \tau_4, \text{ которое выглядит:} \\ x_{14} = p_{14}e^{\tau_4 t}, \quad x_{24} = p_{24}e^{\tau_4 t}, \quad x_{34} = p_{34}e^{\tau_4 t}, \quad x_{44} = p_{44}e^{\tau_4 t}, \quad x_{54} = \\ p_{54}e^{\tau_4 t}, \quad x_{64} = p_{64}e^{\tau_4 t} \\ \text{5-решение, соответствует корню } \tau_k = \tau_5, \text{ которое выглядит:} \\ x_{15} = p_{15}e^{\tau_5 t}, \quad x_{25} = p_{25}e^{\tau_5 t}, \quad x_{35} = p_{35}e^{\tau_5 t}, \quad x_{45} = p_{45}e^{\tau_5 t}, \quad x_{55} = \\ p_{55}e^{\tau_5 t}, \quad x_{65} = p_{65}e^{\tau_5 t} \end{array}$$

6-решение, соответствует корню $\tau_k = \tau_6$, которое выглядит:
 $x_{16} = p_{16}e^{\tau_6 t}, x_{26} = p_{26}e^{\tau_6 t}, x_{36} = p_{36}e^{\tau_6 t}, x_{46} = p_{46}e^{\tau_6 t}, x_{56} = p_{56}e^{\tau_6 t}, x_{66} = p_{66}e^{\tau_6 t}$

Таким образом, получили фундаментальную систему решений системы дифференциальных уравнений (7).

Общее решение системы дифференциальных уравнений (7) имеет вид:

$$\begin{cases} p_A = C_1x_{11} + C_2x_{12} + C_3x_{13} + C_4x_{14} + C_5x_{15} + C_6x_{16} \\ p_B = C_1x_{21} + C_2x_{22} + C_3x_{23} + C_4x_{24} + C_5x_{25} + C_6x_{26} \\ p_C = C_1x_{31} + C_2x_{32} + C_3x_{33} + C_4x_{34} + C_5x_{35} + C_6x_{36} \\ p_D = C_1x_{41} + C_2x_{42} + C_3x_{43} + C_4x_{44} + C_5x_{45} + C_6x_{46} \\ p_N = C_1x_{51} + C_2x_{52} + C_3x_{53} + C_4x_{54} + C_5x_{55} + C_6x_{56} \\ p_K = C_1x_{61} + C_2x_{62} + C_3x_{63} + C_4x_{64} + C_5x_{65} + C_6x_{66} \end{cases} \quad (9)$$

На основе полученных математических моделей (1), (4), (5), (6) и их решений можно моделировать и прогнозировать процессы на компьютере, связанные с локальными функциями трансформации, которые протекают в рамках выполняемой каждой из рассматриваемых локальных моделей, представленных (в виде цепей Маркова) на рис. 1, рис. 2, рис. 3, рис. 4 соответственно. А на основе математической модели (7) и ее решений можно моделировать и прогнозировать процессы на компьютере, связанные с функцией трансформации, которые протекают в рамках выполняемой парой «РУВО-РТ» (упрощенной структурно-функциональной моделью), представленной на рис. 5 в виде цепей Маркова.

Заключение

Важную роль в развитии человеческого капитала и инновационной экономики, основанной на знаниях, расширения продуктивной занятости в любой стране мира играют национальные пары «РСВО-РТ» (триады «РОУВ-РРИД-РТ»). Причем РТ и взаимосвязанный с рынком инвестиций РСВО, состоящий из РОУВ и РРИД, являющегося частью рынка инноваций, функционируют в одной «упряжке» как ЦСРС – неразрывная пара «РСВО-РТ» (неразрывная триада «РОУВ-РРИД-РТ»), которая обладает характерным для неё (S-K-I)-климатом для выполнения ею функции трансформации сбережений (S) в эффективное развитие человеческого капитала (K) через РОУВ и эффективные инвестиции в продукты научных исследований и научно-инновационной деятельности (I) на РРИД.

Пара «РСВО-РТ»: обладает типами сущностей и отношений; свойствами и закономерностями, присущими для процессов, протекающих в ней; находится под воздействием факторов, формирующих развитие явлений, характерных для неё; выполняет характерную для неё функцию трансформации, в силу которой, прямо отражает уровень развития человеческого капитала (потенциала), общества и экономики, научно-технического прогресса, креативности и инновационной продуктивности национальных кадров, степень их продуктивной занятости в экономике;

обладает особым для выполнения функции трансформации (S-K-I)-климатом, определяемым экономическим потенциалом, активностью, рисками, привлекательностью и конкурентоспособностью её институциональной структуры, уровень благоприятности которого зависит от различных внешних и внутренних факторов; функционирует и регулируется во взаимосвязи, взаимодействие и взаимообусловленность с экономикой и общественностью, целями, задачами и приоритетами государственной политики развития страны.

Уровень благоприятности (S-K-I)-климата пары «РСВО-РТ» может эквивалентно отражать степень эффективности выполнения ею функции трансформации и наоборот – степень эффективности выполнения парой «РСВО-РТ» функции трансформации может отражать уровень благоприятности (S-K-I)-климата на ней.

Университеты (вузы), имеющие высокие рейтинги по индексам международных организаций Quacquarelli Symonds (QS) World University Rankings, Times Higher Education, Academic Ranking of World Universities и др., стали одним из драйверов международной интеграции ЦСРС развитых и развивающихся стран друг с другом в условиях воздействия и глобализации. Дальнейшее усиление международной интеграции национальных пар «РСВО-РТ» (ЦСРС) различных стран расширит границы экономической, трудовой, культурной, научно-академической (вузовской, университетской) и других видов глобализации.

В настоящее время актуальной для всех стран, в том числе Узбекистан, является задача достижения эффективности функционирования неразрывной пары «РСВО-РТ» путем обеспечения на нём благоприятного (S-K-I)-климата. Для комплексного решения данной задачи необходима разработка и реализация научно обоснованной стратегии планирования развития пары «РСВО-РТ». Такая стратегия должна быть научно обоснована только на основе системного исследования эффективности процессов функционирования пары «РСВО-РТ», протекающих в условиях воздействия и глобализации, степени благоприятности характерной для неё (S-K-I)-климата и эффективности выполнения ею функции трансформации сбережений (S) в эффективное развитие человеческого капитала (K) через РСВО и эффективные инвестиции в продукты научных исследований и научно-инновационной деятельности (I). Причем обеспечение благоприятных условий для (S-K-I)-климата, Бизнес климата, (S-I)-климата, (R-D)-климата в их взаимосвязи в целях инклюзивного экономического роста и эффективного развития человеческого капитала – ключевой аспект достижения инвестиционно-инновационного развития и конкурентоспособности страны, основанного на экономике знаний. В частности, человеческий капитал, продуктивная занятость, инвестиции, экономика знаний, инновации и переход к смарт цифровым отношениям и экосистемам, к которым имеет прямое отношение функция трансформации неразрывной пары «РСВО-РТ» с благоприятным (S-K-I)-климатом являются движущими факторами инвестиционно-

инновационного развития общества и экономики с учетом факторов инклюзивности.

Системное исследование процессов функционирования пары «РСВО-РТ», степени благоприятности характерной для неё (S-K-I)-климата и эффективности выполнения ею функции трансформации можно проводить путем применения цепей Маркова, выраженных системой уравнений А.Н. Колмогорова. Причем применение данного метода в одном ряду с ранее примененными двумя методами, приведенными в работе [8] расширяет возможности системного исследования. В целом, результаты такого системного исследования могут служить важной основой и информацией для разработки стратегии планирования развития данной пары «РСВО-РТ».

Список использованной литературы

1. Указ Президента Республики Узбекистан от 11.09.2023 г. № УП-158 «Об утверждении стратегии «Узбекистан-2030» (www.lex.uz).
2. Указ Президента Республики Узбекистан от 30.10.2025 г. № УП-201 «Об организационных мерах по внедрению системы стратегического планирования и развития» (www.lex.uz).
3. Shapor, Maria. Working Paper: Foreign Experience in Assessing the Effectiveness of Educational Reforms Using General Equilibrium Models//Digital archive, ZBW (Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft/Leibniz Information Centre for Economics Düsternbrooker Weg 120, 24105 Kiel, Germany), 2021. -71 p.
4. Савзиханова С.Э. Зарубежный опыт развития сферы образовательных услуг//Креативная экономика, 2013, №10(82). -с.127-135.
5. Доклад о человеческом развитии за 2001 год, ПРООН, Нью-Йорк, «Оксфорд юниверсити пресс».
6. Анализ динамики развития и уровня концентрации высшего образования Узбекистана за 2017-2022 год, проведенный экспертами ИПМИ // UzDaily.uz - <https://www.uzdaily.uz/ru/post/75634>
7. Квинт В.Л. Концепция стратегирования. Том I.-СПб.: СЗИУ РАНХ и ГС, 2019. -132 с.
8. Шохаъзамий Ш.Ш. О формализованном представлении, экспертной оценке и эконометрическом исследовании функционирования пары «Рынок сферы высшего образования – Рынок труда // Научно-методический журнал «Перспективы развития высшего образования» // Издается при организационной поддержке Национального офиса Erasmus+ в Узбекистане и Министерства высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан, №17, 2025. - Т.: НОУ “NEO Hamkor”. -с.23-43.
9. Шохаъзамий Ш.Ш. Концепция стратегирования развития неразрывной пары «Рынок сферы высшего образования-Рынок труда» // Научно-методический журнал «Перспективы развития высшего образования» //

Издается при организационной поддержке Национального офиса Erasmus+ в Узбекистане и Министерства высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан, №15, 2024. - Т.: НОУ “NEO Hamkor”. -с.22-41.

10. Шохазамий Ш.Ш. О возможности применения социально-экономической системологии в стратегировании и научном обосновании стратегий//Материалы Международной научно-практической конференции «Региональное развитие: тенденции, риски и стратегирование», 10.02.2024 года, НУУз, 2024. – сс.93-95.

11. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей. – М.: Наука, 1975.

12. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие, - М.: Высшее образование, 2008. - 479 с.

13. Тараканов К.В., Овчаров Л.А., Тырышкин А.Н. Аналитические методы исследования систем. – М.: Советское радио, 1974. – 240 с.

14. Пономарев К.К. Специальный курс высшей математики. Дифференциальные уравнения, краевые задачи, интегральные уравнения. – М.: Высшая школа, 1974. - 367 с.