

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-3-152-161>

УДК 334.764 : 519.86

© 2022

Поступила 25.08.2022

Received 25.08.2022



Принята в печать 22.09.2022

Accepted 22.09.2022

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОЦЕНКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СОЗДАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИННОВАЦИОННЫХ СОЛЬВАТОВ

Людмила Г. Матвеева^{1*}, Татьяна А. Овсянникова²,
Екатерина В. Каплюк³, Екатерина А. Лихацкая¹

¹ ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»;

ул. М. Горького, 88, г. Ростов-на-Дону, 344002, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;

ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

³ ИУЭС ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»;

ул. Чехова, 22, г. Таганрог, 347922, Российская Федерация

Благодарность

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-28-00050,

<https://rscf.ru/project/22-28-00050> в Южном федеральном университете

Аннотация. В исследовании обосновывается важность, особенно в текущих условиях масштабного кризиса, обусловленного беспрецедентным давлением коллективного Запада на Россию, объективной количественной оценки целесообразности создания инновационных альянсов (сольватов) в промышленности региона – базовой платформы структурного реформирования национальной экономики. Цель статьи состоит в том, чтобы на основе анализа теоретических концепций и подходов к формированию инновационных альянсов (сольватов) в промышленности региона разработать рекомендации по применению интеллектуального инструментария поддержки принятия решений по рациональному использованию ресурсов участниками с учетом их специфики и функциональной роли в циркулярном процессе создания новой ценности. Методологической основой исследования выступает конвергенция ресурсно-целевого (синхронизация размеров потенциала с целями) и системно-синергетического подходов. Используются методы научного анализа и синтеза, экономико-математического моделирования, BigData. Информационная база исследования сформирована с использованием официальной информации Федеральной службы государственной статистики, а также данных внутренней отчетности промышленных предприятий. Определено, что в сложных трансформационных процессах, которые отражают новую экономическую политику государства, необходимо объективно оценивать возможности сольватов в промышленности конкретного

региона, а также выявлять причины недоиспользования их потенциала. Обосновано, что успешная реализация функций управления распределением (между участниками сольвата) и рациональностью использования ресурсного потенциала объединения во многом сопряжена с эффективностью анализа потенциального эффекта, который может продуцироваться различными формами взаимодействия. Предложен модельный инструментарий оценки целесообразности и эффективности различных вариантов организации производственно-технологических взаимодействий участников, основанных на принципах циркулярности и инклюзивности.

Ключевые слова: промышленность, инновационный сольват, экономико-математическая модель, ресурсный потенциал, инструментарий, оценка, синергетический эффект, циркулярная экономика

Для цитирования: Экономико-математический инструментарий оценки целесообразности создания промышленных инновационных сольватов / Матвеева Л.Г. [и др.] // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 3. С. 152-161. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-3-152-161>

ECONOMIC AND MATHEMATICAL TOOLS FOR ASSESSING THE FEASIBILITY OF CREATING INDUSTRIAL INNOVATIVE SOLVATES

**Lyudmila G. Matveeva^{1*}, Tatiana A. Ovsyannikova²,
Ekaterina V. Kaplyuk³, Ekaterina A. Likhatskaya¹**

¹ FSAEI HE "The Southern Federal University";
88 M. Gorky str., Rostov-on-Don, 344002, the Russian Federation

² FSBEI HE "Maikop State Technological University";
191 Pervomayskaya str., Maikop, 385000, the Russian Federation

³ Institute of public administration in economical, ecological and social systems of FSAEI HE
"The Southern Federal University"; FSBEI HE "The Southern Federal University";
22 Chekhov str., Taganrog, 347922, the Russian Federation

Acknowledgment

The study was supported by the grant of the Russian Science Foundation No. 22-28-00050,
<https://rscf.ru/project/22-28-00050> at the Southern Federal University

Abstract. The study substantiates the importance of an objective quantitative assessment of the feasibility of creating innovative alliances (solvates) in the industry of the region as the basic platform for structural reform of the national economy especially in the current conditions of a large-scale crisis caused by the unprecedented pressure of the collective West on Russia. The purpose of the research is to develop recommendations for the use of intelligent tools of decision support for the rational use of the resources by the participants on the basis of the analysis of theoretical concepts and approaches to the formation of innovative alliances (solvates) in the industry of the region, taking into account their specifics and functional role in the circular process of creating new values.

The methodological basis of the research is the convergence of resource-targeted (synchronization of potential sizes with goals) and systemic-synergetic approaches. Methods of scientific analysis and synthesis, economic and mathematical modeling, BigData have been used in the research. The information basis of the research has been formed using official information from the Federal State Statistics Service, as well as data from internal reporting of industrial enterprises. It has been determined that in complex transformational processes that reflect the new economic policy of the state, it is necessary to objectively assess the possibilities of solvates in the industry of a particular region,

as well as to identify the reasons for underutilization of their potential. It has been substantiated that the successful implementation of the functions of managing the distribution (between the solvate participants) and the rational use of the resource potential of the association is largely associated with the objectivity of the analysis of the potential effect that can be produced by various forms of interaction. Model tools for assessing the feasibility and effectiveness of various options for organizing production and technological interactions of participants based on the principles of circularity and inclusiveness have been proposed.

Keywords: industry, innovative solvate, economic and mathematical model, resource potential, tools, assessment, synergetic effect, circular economy

For citation: *Economic and mathematical tools for assessing the feasibility of creating industrial innovative solvates / Matveeva L.G. [et al.] // New technologies. 2022. Vol. 18, No. 3. P. 152-161. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-3-152-161>*

В условиях беспрецедентных трансформаций существующего миропорядка, кардинальной смены экономической политики России в сторону структурного реформирования национальной экономики (прежде всего промышленности) существенно актуализируется

проблема формирования механизма и поддерживающего его инструментария реализации новых экономических инициатив, в частности императива импортозамещения [11]. Это важно особенно в промышленной сфере, создающей не только базовую основу развития остальных отраслей, но также во многом определяющей и реализующей новую экономическую политику страны, ее экспортный потенциал, национальную безопасность, резильентность и суверенитет.

Задачи исследования: 1) формирование теоретико-концептуальных основ и методологического базиса разработки инструментария оценки целесообразности создания инновационных сольватов в промышленности региона, нацеленного на рациональное использование ресурсов в рамках циркулярной модели, достижения синергетического эффекта; 2) верификация экономико-математического инструментария сравнительной оценки альтернативных вариантов формообразований инновационных сольватов в промышленности региона.

Исследование направлено на развитие научной тематики в рамках теории промышленной модернизации, что подтверждается введением в научный оборот нового понятия – инновационные сольватации в промышленности;

обоснованием необходимости реализации в инновационных сольватах циркулярной бизнес-модели для рационального и экологичного использования ресурсов, достижения инновационного резонанса во всех подсистемах сольвата и рационального симбиоза между участниками, а также синергетического и мультипликативного эффекта; возможностью применения экономико-математического инструментария поддержки принятия решений менеджментом промышленных предприятий для разработки альтернативных сценариев их эффективного инновационного взаимодействия.

Масштабное распространение инноваций, информационных технологий, активизация процессов цифровизации и переход ряда промышленных предприятий на модель экономики замкнутого цикла изменили парадигму взаимодействий и взаимосвязей участников инновационно-технологических процессов в промышленной иерархии [1; 4; 5; 6; 13]. Эти изменения, диктуемые и современной спецификой протекающего масштабного экономического кризиса, определяют необходимость диверсификации производства в рамках политики импортозамещения, направленной на устранение разрывов в технологических процессах в связи с сокращением импорта

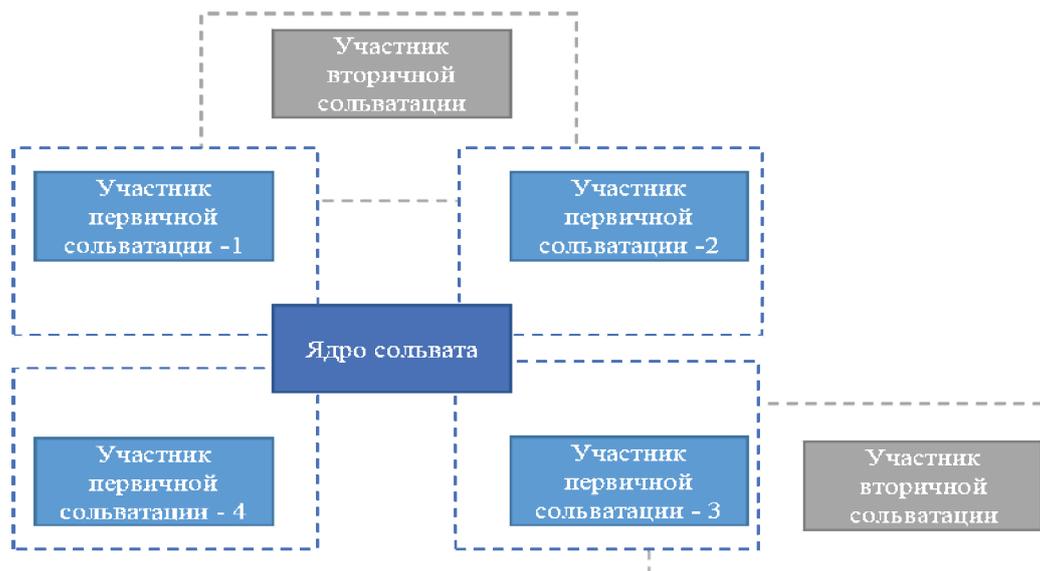


Рис. 1. Графическое представление структуры инновационного сольвата

Fig. 1. Graphical representation of the structure of an innovative solvate

необходимой продукции из недружественных стран. Но важно учитывать, что помимо замещения импорта необходима выверенная экспортная стратегия, ориентированная на дружественные страны и формируемая за счет производства промышленностью высококонкурентной и высокотехнологичной продукции.

В связи с этим актуализируется задача реализации в новых структурах – инновационных промышленных альянсах (сольватах) – циркулярной бизнес-парадигмы, основанной на концепте экономики замкнутого цикла, обеспечивая достаточно высокую степень эффективности для хозяйствующих субъектов, что подтверждается теоретически и эмпирически [7; 8; 9, 13 и др.]. Указанная эффективность в объединениях такого типа обеспечивается, во-первых, наличием рационального симбиоза, способствующего проявлению инновационного отклика и инновационного резонанса во всех подсистемах сольвата; во-вторых, интегрирующим потенциалом драйверов инновационного развития промышленности в регионах; в-третьих, достижением баланса интересов участников. Сольватационное взаимодействие в рамках

единой технологической цепи создания ценностей, по мнению исследователей, реализуется на платформе модели экономики замкнутого цикла, когда в процесс инициирования и внедрения инноваций вовлечены все участники цепи на всех этапах [9, p. 100–110]. В соответствии с принципами циркулярной модели в инновационных сольватах появляется возможность формирования так называемой «сольватной оболочки», которая имеет иерархическую структуру, аккумулирует и целеориентирует потенциал всех участников, способствуя тем самым появлению синергетического и мультипликативного эффекта.

На рис. 1 показана двухкомпонентная структура инновационного сольвата, из которой видна, во-первых, возможность формирования модели взаимодействия участников по типу первичной и вторичной сольватации; во-вторых, их подчиненность вышестоящему субъекту управления (ядро сольвата), что делает этот процесс соответствующим парадигме циркулярной экономики.

В качестве ядра сольвата, обладающего центробежной силой, выступает крупная промышленная компания,

производящая инновационную продукцию, а также ориентированная на соблюдение принципов экономики замкнутого цикла: максимального использования ресурсов, безотходного и экологичного производства, инклюзивности. Включение последнего в систему критериальных признаков экономики замкнутого цикла является инициативой авторов данной статьи и означает не только обеспечение равных прав доступа к ресурсам сольвата всех его участников, но также их равной ответственности за эффективное использование ресурсов в координатах критериев циркулярности. Соблюдение указанных принципов является системной задачей и обуславливает сложную организационную структуру инновационного сольвата и включение в контур первичной сольватации участников, в наибольшей степени обеспечивающих ресурсосбережение, рациональное ресурсопотребление и ресурсоэффективность, повышая возможности в переходе к высокотехнологичной экономике. В составе участников вторичной сольватации выступают компании, создающие «инфраструктурный контур» сольвата – кредитные организации; организации, осуществляющие финансовый консалтинг; венчурные компании, финансирующие разработку малоотходных технологий; организации, осуществляющие внедрение и разработку инноваций (НИИ, вузы, ОКБ) и другие.

Поскольку инновационные сольваты имеют сложную структуру и большое число внутренних связей, это актуализирует применение экономико-математического инструментария оценки целесообразности их создания для объединения в целом и для каждого участника с точки зрения вхождения в состав сольвата в сравнительном контексте с самостоятельной деятельностью.

В качестве базовой основы для разработки такого рода моделей приняты модели формообразования корпоративных структур, представленные в монографии

И.А. Лунева [3, с. 168–198]. Представленная ниже модификация модели показывает сольватационный синергетический эффект от объединения участников первичной сольватации, когда промышленные предприятия объединяются вдоль технологической цепочки производства инновационной продукции (вертикальная интеграция) по модели экономики замкнутого цикла.

При этом очевидно, что такой вариант модели ориентирован на принятие решения о создании нового инновационного сольвата в границах тех регионов, где локализуется свою деятельность крупное промышленное предприятие, способное стать ядром сольвата, и совокупного финансового потенциала участников должно быть достаточно для эффективного функционирования сольвата и наиболее рационального использования ресурсов сольвата в отличие от варианта независимого функционирования его субъектов.

По определению в рамках модели замкнутой экономики сольватационный эффект достигается не только благодаря выполнению критериев циркулярности, но также вследствие осуществления материально-вещественных потоков между участниками с использованием трансфертных цен, которые ниже рыночных.

Постановка оптимизационной задачи формулируется следующим образом. Пусть рассматриваются n ($i=1, \dots, n$) промышленных предприятий, выпускающих определенные виды продукции, необходимой для резильентного функционирования технологической цепи, используя n ($j=1, \dots, n$) видов ресурсов. В контексте данного варианта сольватации устойчивость производства понимается как система методов, стратегий и мероприятий по производству промышленных товаров с помощью экономически обоснованных процессов создания стоимости с условиями минимизации неблагоприятного воздействия на окружающую среду и повышения ценности для заинтересованных сторон [11; 12].

В классической постановке объем выпуска описывается производственной функцией вида: $q_i = f_i(x_i^j)$, где x_i^j – объем ресурса j , затрачиваемого на выпуск единицы i -й продукции; q_i – объемы производства i -го предприятия, входящего в сольват. Рыночные цены на продукцию $P = (p_1, p_2, \dots, p_n)$ и ресурсы $W = (w^1, w^2, \dots, w^n)$ заданы. Доход i -го предприятия – $P_i q_i$, а затраты на ресурсы – $\sum_{j=1}^n w^j x_i^j$. Каждое i -е предприятие получит прибыль: $\pi_i = p_i q_i - \sum_{j=1}^n w^j x_i^j$, а общая прибыль сольвата составит:

$$\pi = \sum_{i=1}^n p_i q_i - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w^j x_i^j.$$

Так как продукция каждого участника сольвата передается по замкнутой технологической цепи другому предприятию не по рыночным, а по трансфертным ценам $P^0 = (p_1^0, p_2^0, \dots, p_n^0)$, для учета не только первичной, но и вторичной сольватации предположим, что продукция видов от 1 до k продается на внешнем рынке, а видов $k+1, \dots, n$ передается далее по технологической цепи сольвата.

Тогда сольватационный эффект рассчитывается по следующей формуле:

$$\pi_{ст} = \left[\sum_{i=1}^k p_i q_i + \sum_{i=k+1}^n p_i^0 q_i \right] - \left[\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n w^j x_i^j + \sum_{i=1}^n \sum_{j=k+1}^n p^{j0} x_i^j \right]$$

Целесообразность для отдельного участника входить в состав сольвата определяется требованием, когда прибыль каждого в сольвате выше, чем по отдельности: $\pi_{ст} > \pi$. Для сольвата это требование выглядит так:

$$\left[\sum_{i=1}^k p_i q_i + \sum_{i=k+1}^n p_i^0 q_i \right] - \left[\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n w^j x_i^j + \sum_{i=1}^n \sum_{j=k+1}^n p^{j0} x_i^j \right] > \sum_{i=1}^n p_i q_i - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w^j x_i^j$$

Или после простых преобразований:

$$\sum_{i=k+1}^n p_i^0 q_i - \sum_{i=1}^n \sum_{j=k+1}^n p^{j0} x_i^j > \sum_{i=k+1}^n p_i q_i - \sum_{i=1}^n \sum_{j=k+1}^n w^j x_i^j.$$

Для положительного ответа на вопрос о целесообразности и эффективности создания такого сольвата должно выполняться условие:

$$\frac{\sum_{i=k+1}^n p_i q_i - \sum_{i=1}^n \sum_{j=k+1}^n w^j x_i^j}{\sum_{i=k+1}^n p_i^0 q_i - \sum_{i=1}^n \sum_{j=k+1}^n p^{j0} x_i^j} < 1$$

Принятое допущение о продаже части производимой продукции сольвата на внешнем рынке означает не только сохранение его рыночной ниши, но и рост конкуренции. В целом модель имеет вид:

$$\pi_{ст} = \left[\sum_{i=1}^k p_i q_i + \sum_{i=k+1}^n p_i^0 q_i \right] - \left[\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n w^j x_i^j + \sum_{i=1}^n \sum_{j=k+1}^n p^{j0} x_i^j \right] \rightarrow \max$$

$$q_i = f_i(x_i^j)$$

$$\frac{\sum_{i=k+1}^n p_i q_i - \sum_{i=1}^n \sum_{j=k+1}^n w^j x_i^j}{\sum_{i=k+1}^n p_i^0 q_i - \sum_{i=1}^n \sum_{j=k+1}^n p^{j0} x_i^j} < 1$$

$$x_i^j \geq 0, \quad i=1, n, \quad j=1, n$$

Решением задачи являются величины $(x_i^{j*}, p_i^{0*}) (i=1, n, j=1, n)$.

Авторами были проведены расчеты по представленным моделям на примере латентного сольвата в области сельхозмашиностроения, созданного на базе ГК «Ростсельмаш» (данные являются условно фактическими).

Проведем оценку целесообразности создания промышленного сольвата на основе отобранной группы предприятий: П1 – ООО «Росговский литейный завод», И2 – ООО «Ростовский прессово-раскройный завод», П3 – ООО «ПКФ «Феррум». Каждое из них производит продукцию для ГК «Ростсельмаш», предприятий автотранспорта, РЖД и др. как по эскизам заказчика, так и по определенным стандартам. Пусть каждое из них производит два вида продукции (см. табл. 1)

Предполагается, что данным предприятиям для производства единицы продукции необходимы ресурсы R_i в некотором объеме по нескольким видам производимой продукции (см. табл. 2). Здесь R_1 – сталь, R_2 – чугун.

Исходя из приведенных исходных данных, можно рассчитать оптимальный объем произведенной продукции каждого вида, решая оптимизационную задачу о наилучшем использовании ресурсов [12]. Получим: $q_{11} = 4275$, $q_{12} = 6000$, $q_{21} = 4002$, $q_{22} = 2457$, $q_{31} = 6300$, $q_{32} = 4369$. Тогда, зная вектор рыночных цен единицы продукции $P = (p_1, p_2 \dots p_n)$ и вектор цен единицы ресурса $W = (w^1, w^2 \dots w^n)$, можно

Таблица 1

Перечень производимой продукции предприятиями одного сольвата

List of products manufactured by enterprises of one solvate

X _{1.1}	Шкивы
X _{1.2}	Корпуса редукторов
X _{2.1}	Кляммеры
X _{2.2}	Изготовление деталей под запросы заказчика
X _{3.1}	Поковки для железнодорожного транспорта
X _{3.2}	Поковки для сельхозмашиностроения

Table 1

Исходные данные для расчета сольватационных эффектов
(R – количество ресурсов для производства единицы продукции, усл. ед.)

Таблица 2

Initial data for calculating solvation effects
(R is the amount of resources for the production of a unit of output, conventional unit)

Table 2

	R1	R2
X _{1.1}	7	500
X _{1.2}	10	300
X _{2.1}	5	300
X _{2.2}	7	369
X _{3.1}	5	800
X _{3.2}	3	200

рассчитать доход от реализации продукции для i-го предприятия на основе формулы. В табл. 3 представлены стоимостные характеристики показателей для каждого предприятия.

Для уточнения размера получаемого предприятиями эффекта в случае их самостоятельного функционирования необходимо рассчитать прибыль, которая составит: П1 – 1 938 900, П2 – 1 181 860, П3 – 783 364,5. Общая прибыль всех предприятий – 3 904 124,5 (руб).

Объединение предприятий в рамках сольвата позволяет снизить стоимость ресурсов и передавать их по цепочке каждому из участников данной интеграции. Цены определяются сторонами самостоятельно и могут быть представлены как векторы $P^0 = (p_1^0, p_2^0 \dots p_n^0)$ и

$W^0 = (w_1^0, w_2^0 \dots w_n^0)$. Предположим, что часть продукции от 1 до k каждого предприятия попадает на свободный рынок, а вторая часть от k+1 до n передается участникам сольвата. В табл. 4 представлены условные данные распределения продукции и цены, определенные участниками.

Для определения сольватационного эффекта необходимо рассчитать прибыль каждого отдельного участника в структуре сольвата. Она составит: П1 – 1 857 720, П2 – 1 155 160, П3 – 995 860. Общая прибыль будет равна 4 008 740 (руб).

Как видно, прибыль деятельности сольвата выше той, которая может быть получена предприятиями в случае их самостоятельного функционирования, что доказывает целесообразность

Таблица 3

Стоимостные характеристики показателей для предприятий

Cost characteristics of indicators for enterprises						
	П1		П2		П3	
Объем произведенной продукции q_i	4725	6000	4002	2457	6300	4369
Общий объем продукции	q1	10725	q2	6459	q3	10669
P	300	100	250	100	105	50,5
W	100	90	100	90	100	90

Таблица 4

Объемы производства и цены для участников сольвата

Production volumes and prices for solvate participants						
	П ₁		П ₂		П ₃	
Объем произведенной продукции для свободного рынка q_n	3000	2500	2000	1050	3000	1500
Объем произведенной продукции для участника сольвата q_n	1725	3500	2002	1407	3300	2869
p_0	250	100	200	150	150	70
w_0	90	90	90	90	90	90

Table 4

сольватации. Следует также отметить, что эффект для каждого предприятия будет определяться индивидуально, исходя из полученных результатов расчетов, но на принятие окончательного решения о его вхождении в состав сольвата будет влиять еще ряд факторов, таких как, например, политика импортозамещения и другие.

Подводя итог проведенному теоретико-методическому исследованию, сформулируем наиболее значимые выводы.

Выход на траекторию устойчивого промышленного роста даже в условиях действующих ограничений в значительной степени определяется качеством и адекватностью применяемого инструментария поддержки принятия решений в современной кризисной ситуации, направленного на переход с модели догоняющего к модели опережающего развития и росту высокотехнологичного экспорта. Данный переход актуализирует разработку и адекватное применение инструментария поддержки принятия управленческих

решений, направленных на структурное реформирование промышленности. Текущая ситуация требует новых адаптивных инструментов, применение которых позволит не только поддерживать устойчивое состояние национальной экономики, ее независимость и суверенитет, но и выработать стратегию выхода на траекторию роста. На основе формирования инновационных сольватов в региональной промышленности, соответствующих описанным критериям и принципам экономики замкнутого цикла, возможно создание точек инновационного роста отрасли, что, являясь сложной теоретико-прикладной задачей, требует соответствующего инструментария предварительной оценки целесообразности и эффективности их создания с обязательным учетом специфики региона локализации деятельности сольвата, а также принципов синергизма и инклюзивности. Апробация предложенного инструментария подтвердила авторскую гипотезу о возможности

получения положительного сольватационного эффекта участниками промышленной сольватации.

В качестве направлений дальнейших исследований видится дополнение представленного инструментария моделями,

позволяющими оценить возможность и объемы взаимозамещения (дополнения) ресурсных потенциалов участников сольватации для разных вариантов их организации в условиях экономики замкнутого цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Каплюк Е.В., Низов Н.В. Бизнес-модели циркулярной экономики и цифровые технологии в инновационном развитии промышленности // Вестник академии знаний. 2022. № 50 (3). С. 127–134.
2. Лапицкая Н.В. Можей Н.П. Линейная оптимизация и ее приложения: учебно-методическое пособие. Минск: БГУИР, 2018. 179 с.
3. Лунев И.Л. Методология управления потенциалом корпорации: концепция, модели, инструменты: монография. Ростов н/Д: СКНЦ ВШ, 2004. 304 с.
4. Матвеева Л.Г., Каплюк Е.В., Низов Н.В. Пути снижения технологической зависимости промышленности России от импорта в императивах импортозамещения // Вестник Академии знаний. 2021. № 4 (45). С. 184–191.
5. Никитаева А.Ю., Киселева Н.Н. Реконфигурация бизнес-моделей промышленных предприятий: векторы повышения устойчивости в новых реалиях // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. 2021 Т. 23, № 1. С. 110–120.
6. Сухарев О.С. Промышленный рост и технологическая перспектива // Journal of New Economy. 2022. Т. 23, № 1. С. 6–23.
7. Vacovis M.M.C., Borchardt M. Assessing the Influence of Circular Economy Practices in Companies that Orchestrate an Ecosystem of a Brazilian Industrial Cluster [Electronic resource]. Industrial Engineering and Operations Management. 2021 URL: <https://www.semanticscholar.org/author/Marcia-M.-C.-Vacovis/2037747140>.
8. Ching N.T., Ghobakhloo M., Iranmanesh M. [et al.] Industry 4.0 applications for sustainable manufacturing: A systematic literature review and a roadmap to sustainable development. Journal of Cleaner Production. 2021; 334(1): 130-133. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.130133>.
9. Kaplyuk E.V., Matveeva L.G., Chernova O.A. Software-modular approach to coordination of interests of regional participants (using the example of southern regions of Russia). R-economy. 2021; 7(2): 100–110.
10. Kirchherr J. Circular economy and growth: A critical review of “post-growth” circularity and a plea for a circular economy that grows. Resources, Conservation and Recycling. 2022; 179: 106–133.
11. Tedesco M., Simioni F.J., Sehnem S. [et al.] Assessment of the circular economy in the Brazilian planted tree sector using the Re SOLVE framework, Sustainable. Production and Consumption, 2022; 31: 397–406.
12. Tseng M-L., Negash Ye.T., Nagypál N.C. [et al.] A causal eco-industrial park hierarchical transition model with qualitative information: Policy and regulatory framework leads to collaboration among firms. Journal of environmental management. 2021; 292.
13. Wang Z., Xu X., Liang Z. Industrial upgrade and economic governance in the Pearl River Delta – a case study of Dongguan city. China Financ. and Econ. 2016; 4(17).

REFERENGES:

1. Kaplyuk E.V., Nizov N.V. Business models of the circular economy and digital technologies in the innovative development of an industry. Bulletin of the Academy of Knowledge. 2022; 50(3): 127–134. (In Russ.)
2. Lapitskaya N.V. Mozhey N.P. Linear optimization and its applications: a study guide. Minsk: BSUIR, 2018. (In Russ.)
3. Lunev I.L. Methodology of corporate potential management: concept, models, tools: a monograph. Rostov-on-Don: SKNTS .VSH, 2004. (In Russ.)

4. Matveeva L.G., Kaplyuk E.V., Nizov N.V. Ways to reduce the technological dependence of the Russian industry on imports in the imperatives of import substitution. *Bulletin of the Academy of Knowledge*. 2021; 4(45): 184–191. (In Russ.)
5. Nikitaeva A.Yu., Kiseleva N.N. Reconfiguration of business models of industrial enterprises: vectors of increasing sustainability in new realities. *Bulletin of the Volgograd State University of Economy*. 2021; 23(1): 110–120. (In Russ.)
6. Sukharev O.S. Industrial growth and technological perspective. *Journal of New Economy*. 2022; 23(1): 6–23. (In Russ.)
7. Bacovis M.M.C., Borchardt M. Assessing the Influence of Circular Economy Practices in Companies that Orchestrate an Ecosystem of a Brazilian Industrial Cluster [Electronic resource]. *Industrial Engineering and Operations Management*. 2021. URL: <https://www.semanticscholar.org/author/Marcia-M.-C.-Bacovis/2037747140>.
8. Ching N.T., Ghobakhloo M, Iranmanesh M. [et al.] Industry 4.0 applications for sustainable manufacturing: A systematic literature review and a roadmap to sustainable development. *Journal of Cleaner Production*. 2021; 334(1): 130–133.
9. Kaplyuk E.V., Matveeva L.G., Chernova O.A. Software-modular approach to coordination of interests of regional participants (using the example of southern regions of Russia). *R-economy*. 2021; 7(2): 100–110.
10. Kirchherr J. Circular economy and growth: A critical review of “post-growth” circularity and a plea for a circular economy that grows// *Resources, Conservation and Recycling*. 2022. Vol. 179. 106–133.
11. Tedesco M., Simioni F.J., Sehnem S. [et al.] Assessment of the circular economy in the Brazilian planted tree sector using the Re SOLVE framework, *Sustainable. Production and Consumption*. 2022; 31: 397–406.
12. Tseng M-L., Negash Ye.T., Nagypál N.C. [et al.] A causal eco-industrial park hierarchical transition model with qualitative information: Policy and regulatory framework leads to collaboration among firms. *Journal of environmental management*. 2021; 292.
13. Wang Z., Xu X., Liang Z. Industrial upgrade and economic governance in the Pearl River Delta – a case study of Dongguan city. *China Financ. and Econ*. 2016; 4(17).

Информация об авторах / Information about the authors

Матвеева Людмила Григорьевна, доктор экономических наук, профессор ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

matveeva@sfedu.ru

Овсянникова Татьяна Анатольевна, доктор философских наук, профессор ФГБОУ ВО Майкопский государственный технологический университет

prorector_nr@mkgu.ru

Каплюк Екатерина Валерьевна, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник ИУЭС ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

ekapluk@gmail.com

Лихацкая Екатерина Александровна, старший преподаватель ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

elihackaya@sfedu.ru

Lyudmila G. Matveeva, Doctor of Economics, a professor of FSAEI HE “The Southern Federal University”

matveeva@sfedu.ru

Tatyana A. Ovsyannikova, Doctor of Philosophy, a professor of FSBEI HE “Maikop State Technological University”

prorector_nr@mkgu.ru

Ekaterina V. Kaplyuk, Candidate of Economics, a senior researcher of Institute of public administration in economical, ecological and social systems of FSAEI HE “The Southern Federal University”;

ekapluk@gmail.com

Ekaterina A. Likhatskaya, a senior lecturer of FSAEI HE “The Southern Federal University”

elihackaya@sfedu.ru