

Научная статья
УДК 338.24:519.86
DOI: 10.25683/VOLBI.2023.65.792

Nikolay Dmitrievich Dmitriev
Assistant of the Graduate School of Industrial Economics,
Peter the Great St. Petersburg
Polytechnic University
Saint Petersburg, Russian Federation
dmitriev_nd@spbstu.ru

Andrey Aleksandrovich Zaytsev
Doctor of Economics,
Professor of the Graduate School of Industrial Economics,
Peter the Great St. Petersburg
Polytechnic University
Saint Petersburg, Russian Federation
andrey_z7@mail.ru

Laszlo Ungvari
Doctor of Economics,
Professor of the Graduate School of Industrial Management,
Peter the Great St. Petersburg
Polytechnic University
Saint Petersburg, Russian Federation
ungvari@driem-international.com

Николай Дмитриевич Дмитриев
ассистент Высшей инженерно-экономической школы,
Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого
Санкт-Петербург, Российская Федерация
dmitriev_nd@spbstu.ru

Андрей Александрович Зайцев
д-р экон. наук,
профессор Высшей инженерно-экономической школы,
Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого
Санкт-Петербург, Российская Федерация
andrey_z7@mail.ru

Ласло Унгвари
д-р экон. наук,
профессор Высшей школы производственного менеджмента,
Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого
Санкт-Петербург, Российская Федерация
ungvari@driem-international.com

РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ КАПИТАЛОМ ЧЕРЕЗ ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ

5.2.2 — Математические, статистические и инструментальные методы экономики

Аннотация. Математическое моделирование может существенно развить аппарат управления экономическими процессами. В настоящей статье предлагается развить систему управления интеллектуальным капиталом предприятия на основе экономико-математического аппарата. Результирующим показателем, характеризующим результат эффективного управления интеллектуальным капиталом, выступает интеллектуальная рента предприятия. Методической основой исследования выступает оптимизационное моделирование. Авторским коллективом подчеркивается существенная значимость интеллектуальной ренты в современном промышленном производстве, что актуализирует вопросы исследования зависимостей ее формирования и распределения. Целью настоящей статьи является адаптация авторского инструментария оценки интеллектуальной ренты в экономико-математический аппарат управления интеллектуальным капиталом через оптимизационные модели. Предложенный подход позволяет подготовить экономико-математическое обоснование для эффективного распределения финансовых ресурсов в интересах максимизации интеллектуального рентного дохода промышленных предприятий. Применение экономико-математических методов в рационализации принятия решений для максимизации

эффективности промышленных предприятий предлагается осуществить путем алгоритмизации действий в процессе ведения анализа данных. Для обработки данных использовано компьютерное обеспечение и код на языке программирования Python. Проведение апробации на предприятии позволило распределить инвестиции в интеллектуальные активы для максимизации интеллектуальной ренты, на основе распределения появляется возможность использовать оптимизированные значения инвестиций для каждого периода. Внедрение предложенного инструментария в практику управления позволит рационализировать распределение инвестиционных и финансовых ресурсов, а также обеспечит баланс между максимальным уровнем интеллектуальной ренты и доступными ресурсами. Результаты данного исследования могут использоваться предприятиями для повышения эффективности управления их интеллектуальным капиталом в условиях цифровой экономики.

Ключевые слова: интеллектуальный капитал, интеллектуальная рента, управление ресурсами, интеллектуальное развитие, математические методы, экономико-математическое моделирование, максимизация эффективности, распределение ресурсов, оптимизационные модели, алгоритмы оптимизации

Для цитирования: Дмитриев Н. Д., Зайцев А. А., Унгвари Л. Развитие экономико-математического аппарата управления интеллектуальным капиталом через оптимизационные модели // Бизнес. Образование. Право. 2023. № 4(65). С. 35—42. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.65.792.

Original article

DEVELOPMENT OF THE ECONOMIC AND MATHEMATICAL APPARATUS OF INTELLECTUAL CAPITAL MANAGEMENT THROUGH OPTIMIZATION MODELS

5.2.2 — Mathematical, statistical and instrumental methods of economic

Abstract. Mathematical modeling can significantly advance the management of economic processes. This article proposes to develop a system for managing a company's intellectual capital

based on economic and mathematical tools. The resulting indicator characterizing the effective management of intellectual capital is the company's intellectual rent. The methodological basis of the

study is optimization modeling. The authors emphasize the significance of intellectual rent in modern industrial production, which makes the questions of researching its formation and distribution relevant. The purpose of this article is to adapt the authors' toolkit for assessing intellectual rent to the economic and mathematical management framework of intellectual capital through optimization models. The proposed approach allows preparing an economic and mathematical justification for the efficient distribution of financial resources in the interest of maximizing the intellectual rent income of industrial enterprises. The application of economic and mathematical methods in rationalizing decision-making to maximize the efficiency of industrial enterprises is proposed to be implemented through algorithmic actions in the data analysis process. Computer software and Python programming language code

were used for data processing. The pilot study conducted at the enterprise enabled the distribution of investments in intellectual assets for maximizing intellectual rent, and based on this distribution, it is possible to use optimized investment values for each period. Implementing the proposed toolkit in management practice will rationalize the distribution of investment and financial resources and ensure a balance between the maximum level of intellectual rent and available resources. The results of this study can be used by enterprises to improve the efficiency of managing their intellectual capital in the conditions of a digital economy.

Keywords: *intellectual capital, intellectual rent, resource management, intellectual development, mathematical methods, economic and mathematical modeling, efficiency maximization, resource allocation, optimization models, optimization algorithms*

For citation: Dmitriev N. D., Zaytsev A. A., Ungvari L. Development of the economic and mathematical apparatus of intellectual capital management through optimization models. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law.* 2023;4(65):35—42. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.65.792.

Введение

Актуальность темы. Повышение знаниеинтенсивности производства приводит к расширению исследований в области управления интеллектуальным капиталом предприятий, который становится ключевым активом и движущей силой экономического роста. Подвергаются трансформации и другие категории, в т. ч. рентные отношения. Особое значение приобретает интеллектуальная рента как результат эффективности использования интеллектуального капитала.

Методы управления интеллектуальным капиталом развиваются и все еще нуждаются в совершенствовании с учетом развития цифровых возможностей рационализации управленческих решений. Принятие управленческих решений с интеграцией цифровых систем позволяет проводить учет многих переменных и обеспечивать их балансировку. В таком контексте новые исследования в области оптимизации и аналитики позволяют разработать действенные инструменты поддержки принятия решений в условиях неопределенности.

Непосредственно математический базис позволяет на практике учитывать различные факторы и обстоятельства социально-экономического характера в процессе принятия управленческих решений о распределении инвестиций для максимизации отдачи от интеллектуального капитала.

Вышесказанное обуславливает актуальность исследования по развитию экономико-математического аппарата к управлению интеллектуальным капиталом, учитывающего его рентный характер. Данный подход может быть полезен менеджменту предприятий, поскольку адаптация его методического аппарата к реальным данным и экономическим показателям на предприятиях позволит максимизировать эффективность использования интеллектуального капитала путем улучшения процессов принятия управленческих решений по распределению ресурсов, в первую очередь инвестиционных.

Изученность проблемы. В рамках подготовки материала для построения исследования был проведен анализ по вопросам управления интеллектуальным капиталом и осуществления экономико-математического моделирования. Анализ интеллектуального капитала проведен в работах Й. Рууса, С. Пайка и Л. Фернстрём [1], М. К. Ахтямова [2], В. В. Мануйленко, Г. А. Ермаковой [3], в которых предложены ключевые подходы адаптации теории интеллектуального капитала к различным аспектам интенсивного развития производства, в т. ч.

и в российских условиях хозяйствования. Также интерес в контексте данного исследования вызвали работы Р. Лópez Sáez с соавт. [4] и Р. О. de Pablos, R. D. Tennyson и J. Zhao [5], в которых детализирован вклад интеллектуального капитала в экономику, уделяя особое место связи между интеллектуальным капиталом и технологическими инновациями для разработки и реализации корпоративных стратегий управления интеллектуальным капиталом.

Исследования Л. В. Левченко и О. А. Карпенко [6; 7] направлены на анализ вопросов формирования и использования интеллектуального капитала в экономике, что в результате будет способствовать образованию интеллектуальной ренты у экономических субъектов и ее дальнейшему распределению. Отдельные аспекты в данных работах адаптированы к контексту исследования интеллектуальной ренты в статьях Н. Д. Дмитриева и А. А. Зайцева [8; 9]. Полученный материал послужил основой для разработки подхода к развитию экономико-математического аппарата управления интеллектуальным капиталом через оптимизационные модели.

Методологической базой для разработки алгоритмов оптимизации использования ключевых аспектов интеллектуального капитала выступили работы по построению экономико-математических моделей и эконометрическому моделированию Д. Катаевского [10], Е. Л. Богдановой, К. А. Соловейчика, К. Г. Аркиной [11], С. А. Айвазяна, В. С. Мхитаряна [12], а также работы зарубежных исследователей по осуществлению оптимизационного моделирования — S. Sra, S. Nowozin и S. J. Wright [13] и D. G. Luenberger и Y. Ye [14]. Данные исследования предлагают достаточный объем информации для построения различных оптимизационных моделей и методов их решения.

Исследователями отмечается, что совершенствование экономико-математического аппарата оптимизационных моделей связано с использованием передовых технологий, в частности цифровых решений, способных использовать алгоритмы машинного обучения для решения задач линейного и нелинейного программирования. Несмотря на обширность существующих работ, проблема максимизации интеллектуальной ренты остается недостаточно изученной. Многие аспекты управления интеллектуальным капиталом в разрезе формирования интеллектуальной ренты требуют более глубокого исследования и применения новых подходов, что определяет актуальность и ценность представленного исследования.

Стоит отметить, что имеется достаточное количество статей и работ фундаментального характера, позволяющих развить аппарат использования оптимизационных моделей. Например, в статьях Д. Г. Родионова, Д. А. Алферьева и Л. В. Николовой [15; 16] и Д. А. Марковца и Р. В. Файзуллина [17] рассмотрены вопросы использования оптимизационных инструментов на разных уровнях управления, а в работах Б. В. Корнейчука [18], Н. Н. Трофимовой [19], А. А. Афанасьева, И. П. Проворовой и Р. В. Файзуллина [20] обуславливается возможность использования цифровых решений и структурированных платформ для проведения оптимизационных мероприятий, в т. ч. в промышленности.

Целесообразность разработки темы. Современная экономика всё больше ориентируется на интеллектуальный капитал как на ключевой составной элемент устойчивого развития предприятия. Однако до сих пор существует потребность в улучшении механизмов управления интеллектуальным капиталом и повышения эффективности распределения ресурсов. Существующие методы управления интеллектуальным капиталом зачастую недостаточно эффективны в условиях быстро развивающихся цифровых технологий. Разработка подходов, основанных на экономико-математическом моделировании и использовании цифровых технологий, позволяет создавать более адаптивные системы управления.

Цель исследования заключается в интеграции инструментария оценки интеллектуальной ренты в экономико-математический аппарат управления интеллектуальным капиталом через оптимизационное моделирование. Для достижения поставленной цели предлагается решить следующие **задачи**: проанализировать потенциал применения экономико-математического аппарата для максимизации интеллектуальной ренты; предложить вариант оптимизационной модели для распределения инвестиционных ресурсов с ориентацией на максимизацию интеллектуальной ренты; протестировать оптимизационную модель на реальных данных предприятия для обоснования ее использования в практике управления.

Научная новизна исследования состоит в разработке нового подхода к управлению интеллектуальным капиталом, основанного на использовании экономико-математического аппарата и ориентированного на максимизацию интеллектуальной ренты. Предложенный подход включает оптимизационное моделирование для более рационального распределения инвестиционных ресурсов предприятий для увеличения отдачи от интеллектуального капитала.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке подхода к управлению интеллектуальным капиталом, который основан на интеграции экономико-математического аппарата и принципиальных основ максимизации интеллектуальной ренты. Результаты исследования расширяют понимание роли использования интеллектуального капитала в экономическом контексте и способствуют развитию научного знания в области управления им.

Практическая значимость работы состоит в разработке и предложении инструментария для оптимизации управления интеллектуальным капиталом, который может быть применен на промышленных предприятиях. Предложенная модель позволяет более эффективно распределять финансовые ресурсы для максимизации интеллектуальной ренты, что в итоге может привести к увеличению экономической эффективности деятельности предприятий.

Основная часть

Анализ математического аппарата оптимизационной модели. Математическое представление рентного механизма управления интеллектуальным капиталом на промышленных предприятиях допустимо использовать в оптимизационных моделях, которые широко применяются для решения экономических и управленческих задач, включая ресурсный менеджмент и принятие решений. Математические модели могут выстраиваться на базе цифровых алгоритмов, которые возможно интегрировать в стратегии развития предприятий в условиях цифровизации, учитывая, что моделирование выступает основным структурным элементом инновационного развития [21; 22].

Качественная проработка моделей является необходимым условием для прогнозирования различных вопросов в построении экономических отношений. Структурные перестроения в экономике, которые на предыдущих этапах не поддавались прогнозированию, становятся объяснимы через математические алгоритмы [23; 24]. Адаптируя математические алгоритмы к вопросам рентного функционала, в моделях появляется возможность анализировать разные аспекты деятельности хозяйствующих субъектов, например производственные процессы и вопросы рационализации инвестирования [25—27]. В результате имеется возможность описать рентный механизм управления интеллектуальным капиталом как часть целевой функции или ограничений, которые могут быть использованы для оптимизации распределения инвестиций и эффективного использования ресурсного потенциала на разных уровнях управления.

Непосредственно оптимизационные модели позволяют формализовать и оптимизировать расчет интеллектуальной ренты, учитывая различные факторы и ограничения. Цель оптимизационных моделей заключается в максимизации интеллектуальной ренты путем оптимального распределения ресурсов и управления интеллектуальным капиталом. Главным элементом оптимизации выступают доступные ресурсы, характеризующие эффективность использования интеллектуального капитала, но при этом требуется обеспечить доступ к информации об корректирующихся переменных.

Комплекс проанализированных исследований позволяет предложить авторский алгоритм построения оптимизационной модели интеллектуальной ренты в виде следующей последовательности: 1) формулировка целевой функции; 2) определение переменных; 3) формулировка ограничений; 4) разработка математических уравнений; 5) решение оптимизационной модели; 6) анализ результатов. Для максимизации интеллектуального рентного дохода на промышленных предприятиях, основанного на интенсивном использовании ресурсного потенциала, оптимизационная модель может выглядеть следующим образом:

$$\text{Maximize } IR(x_1, x_2, x_n), \quad (1)$$

где x_1, x_2, x_n — переменные, представляющие долю инвестиций в каждый из компонентов интеллектуального капитала; $IR(x_1, x_2, x_n)$ — функция, представляющая интеллектуальную ренту, которая зависит от распределения инвестиций в компоненты интеллектуального капитала, при ограничениях: $x_1 + x_2 + x_n = 1$ (сумма долей инвестиций равна 100 %); $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_n \geq 0$ (доли инвестиций неотрицательны). Дополнительные

ограничения, связанные с доступным бюджетом, ресурсами и другими факторами, также могут быть добавлены в модель.

Такая оптимизационная модель может провести расчет оптимального распределения инвестиций в компоненты интеллектуального капитала, чтобы достичь максимальной интеллектуальной ренты на промышленном предприятии. В то же время функция $IR(x_1, x_2, x_n)$ учитывает взаимосвязи между компонентами интеллектуального капитала, она может включать дополнительные параметры, коэффициенты или условия, что зависит от специфики предприятия и уровня его инновационного развития.

Адаптация оптимизационной модели к ограничениям. Предлагается уточнить структуру данной модели и включить в нее инвестиционные аспекты формирования интеллектуального капитала. Для максимизации эффективности предлагается рассматривать увеличение интеллектуальной ренты, которая рассчитывается как разница между прибылью (выручка за вычетом издержек) и нормативной прибылью, вычисляемой как произведение активов на среднюю рентабельность активов в отрасли и на поправочный коэффициент, учитывающий территориальные и отраслевые дифференциации субъекта. Тогда появляется возможность принять инвестиции в интеллектуальный капитал как общий бюджет и оптимизировать его распределение среди этих категорий, чтобы максимизировать интеллектуальную ренту, которую можно представить в следующей формуле:

$$\text{Maximize } IR: IR = R - C - (A \times ROAe \times \beta), \quad (2)$$

где IR — интеллектуальная рента; R — выручка; C — издержки; A — активы; $ROAe$ — средняя рентабельность активов в отрасли; β — поправочный коэффициент, учитывающий территориальные и отраслевые дифференциации субъекта.

В связи с ограничениями данных об объемах интеллектуальной ренты целесообразно обеспечить максимизацию выручки. Уникальная связь каждой категории инвестиций в интеллектуальный капитал с выручкой отражается в следующей функции прибыли:

$$R = f(ED, RD, Pat, IP, DT), \quad (3)$$

где f — функция, которая описывает связь между инвестициями и выручкой.

Данная функция может быть линейной или нелинейной, что зависит от того, какое соотношение между инвестициями и выручкой наиболее точно описывает реальную ситуацию. В процессе анализа была выявлена зависимость выручки от ряда инвестиционных направлений в интеллектуальный капитал: обучение и развитие работников, исследования и разработки, патентная активность, интеллектуальная собственность, цифровые технологии.

Требуется задать бюджетные ограничения:

$$ED + RD + Pat + IP + DT \leq B, \quad (4)$$

где ED — инвестиции в обучение и развитие работников; RD — инвестиции в исследования и разработки; Pat — инвестиции в патентную активность; IP — инвестиции в интеллектуальную собственность; DT — инвестиции в цифровые технологии; B — общий бюджет (инвестиции в интеллектуальный капитал).

Далее требуется задать минимальные инвестиции:

$$ED \geq ED_{min}, RD \geq RD_{min}, Pat \geq Pat_{min}, \\ IP \geq IP_{min}, DT \geq DT_{min}, \quad (5)$$

где ED_{min} , RD_{min} , Pat_{min} , IP_{min} , DT_{min} — минимальные уровни инвестиций в каждую из категорий.

Представленная модель является упрощенной и требует корректировки для реального применения. Для выполнения оптимизации потребуется информация о значениях прибыли, средней рентабельности активов в отрасли, поправочном коэффициенте, бюджете, а также об ограничениях, в частности минимальных уровнях инвестиций для каждого направления и максимально допустимом объеме инвестиций.

Также для детализации модели предлагается включить в нее взаимосвязи между различными категориями инвестиций в интеллектуальный капитал, добавить различные уровни связей с выручкой для каждой категории и учесть временной лаг между инвестициями и их влиянием на прибыль. Целесообразно учесть в модели временные интервалы между инвестициями и увеличением выручки:

$$R(t) = f(ED(t-1), RD(t-1), Pat(t-1), IP(t-1), DT(t-1)), \quad (6)$$

где t — время, в рамках которого предполагается, что происходит задержка в один год ($t-1$) между инвестициями и их влиянием на увеличение выручки.

Модифицированная задача оптимизации принимает следующий вид:

$$\text{Maximize } IR: IR(t) = R(t) - (A(t) \times ROAe \times \beta). \quad (7)$$

В данном случае максимизация $IR(t)$ зависит от максимизации $R(t)$.

Бюджетные ограничения:

$$ED(t) + RD(t) + Pat(t) + IP(t) + DT(t) \leq B. \quad (8)$$

Ограничения на минимальные инвестиции:

$$ED(t) \geq ED_{min}, RD(t) \geq RD_{min}, Pat(t) \geq Pat_{min}, \\ IP(t) \geq IP_{min}, DT(t) \geq DT_{min}. \quad (9)$$

Комплексность моделей с временными интервалами выше, а для их решения могут потребоваться более сложные методы оптимизации для моделирования функции f . Однако их применение может обеспечить более объективные решения экономической задачи.

Моделирование функции f может быть основано на статистическом анализе данных по конкретному предприятию. Например, можно использовать методы машинного обучения для обучения функции на основе собранных данных. В данном случае алгоритм машинного обучения (например, нейронная сеть или градиентный бустинг) «изучает» связь между инвестициями, рентой и выручкой на основе предоставленных данных и затем использует информацию для формирования предсказаний при заданных инвестициях.

Для апробации разработанной оптимизационной модели предлагается адаптировать ее для анализа предприятий промышленного производства. Были собраны данные по предприятию электроэнергетической промышленности. Для анализа проработаны аспекты электроэнергетической

промышленности и исследованы потенциальные возможности для оптимизации хозяйственной деятельности субъектов отрасли на основе статей [28—30].

Тестирование оптимизационной модели. Реализация оптимизационной модели проведена с помощью кода программирования *Python* и его библиотек для математического моделирования и оптимизации, таких как *NumPy*, *Pandas*, *Scikit-learn* и *SciPy*. Полученные результаты представлены в табл. 1—3.

В табл. 1 представлены расчетные данные за 10 периодов (10-й период — прогнозный) для построения оптимизационной модели, где коэффициент значимости (α) показывает значимость между выручкой и конкретными инвестициями (рассчитано с помощью метода наименьших квадратов), обработаны данные по среднеотраслевой рентабельности ($ROAe$), рассчитан поправочный коэффициент (β) и распределены данные по активам (A) анализируемого предприятия (тыс. руб.).

В табл. 2 представлены оптимизированные значения инвестиций в интеллектуальные активы для максимизации интеллектуальной ренты. В данной модели были введены ограничения: ограничение на суммарные инвестиции в 20 000 тыс. руб., ограничение на минимальное инвестирование в каждое направление (минимум 10 % от максимального бюджета на одно направление в 7 000 тыс. руб.), ограничение на разницу в инвестициях между периодами

(сокращение резких перепадов в инвестиционной политике — разница между инвестициями в соседних периодах не должна превышать 30 % от максимального бюджета). Данные ограничения были сформированы на основе анализа инвестиционной политики предприятия.

Таблица 1

Расчетные данные для построения оптимизационной модели

Период	α_{ED}	α_{RD}	α_{Pat}	α_{IP}	α_{DT}	$ROAe$	β	A
1	1.09	1.01	1.15	1.15	1.03	0.16	0.97	163155.17
2	1.24	1.15	1.03	1.04	1.03	0.16	0.90	169190.19
3	1.25	1.25	1.00	1.00	1.00	0.16	0.99	160607.07
4	1.25	1.14	1.00	1.13	1.12	0.16	0.95	139578.39
5	1.12	1.03	1.00	1.25	1.04	0.16	0.88	131663.55
6	1.01	1.00	1.09	1.25	1.09	0.16	0.90	124758.46
7	1.00	1.00	1.00	1.18	1.03	0.14	0.85	133352.05
8	1.11	1.01	1.00	1.03	1.04	0.13	0.93	138855.12
9	1.14	1.00	1.03	1.09	1.05	0.11	0.85	154985.06
10	1.21	1.00	1.00	1.07	1.00	0.10	0.97	153693.18

Таблица 2

Оптимизированные данные по инвестициям в интеллектуальные активы для построения оптимизационной модели (тыс. руб.)

Период	ED	RD	Pat	IP	DT	B	R	C
1	4982.32	2199.85	4999.85	7799.84	5018.14	25000.00	60211.46	33384.18
2	8000.00	8000.00	5200.00	2600.00	1200.00	25000.00	62225.57	31382.53
3	8000.00	8000.00	5200.18	2400.18	1399.65	25000.01	61121.42	26252.89
4	8000.00	5200.00	2400.00	5199.17	4200.83	25000.00	56870.73	26738.87
5	5010.15	2210.15	5010.15	7773.50	4996.05	25000.00	54163.08	27046.15
6	1200.00	2500.00	5300.00	8000.00	8000.00	25000.00	53150.11	28363.71
7	1201.97	2499.01	5299.01	8000.00	8000.00	24999.99	53329.23	30775.35
8	8000.00	5200.03	2400.03	3299.97	6099.97	25000.00	54037.88	27199.36
9	7444.13	4644.13	3370.55	6170.55	3370.64	25000.00	57913.74	27912.51
10	8000.00	4369.76	2946.92	6583.30	3100.03	25000.01	57933.72	24704.41

В табл. 3 представлены данные по максимально возможным значениям интеллектуальной ренты вследствие эффективного распределения инвестиций в интеллектуальные активы. Значения положительные, тренд также показывает увеличение рентных доходов. Стоит отметить,

что в случае выявления отрицательных значений в процессе оценки интеллектуальной ренты необходимо проводить нормирование (норм.), которое отображает периоды с отрицательной рентой как 0, т. е. приводит информацию об ее отсутствии.

Таблица 3

Максимизированные значения интеллектуальной ренты вследствие оптимизации

Период	NP	Максимизированная IR (тыс. руб.)	Процент IR ренты в P (%)	Максимизированная IR (норм.) (тыс. руб.)	Процент IR ренты в P (норм.) (%)
1	24897.24	1930.04	7.19	1930.04	7.19
2	24371.47	6471.57	20.98	6471.57	20.98
3	25416.71	9451.83	27.11	9451.83	27.11

Период	NP	Максимизированная IR (тыс. руб.)	Процент IR ренты в Р (%)	Максимизированная IR (норм.) (тыс. руб.)	Процент IR ренты в Р (норм.) (%)
4	21139.59	8992.27	29.84	8992.27	29.84
5	18630.36	8486.57	31.30	8486.57	31.30
6	17879.40	6907.00	27.87	6907.00	27.87
7	15896.96	6656.93	29.52	6656.93	29.52
8	16407.08	10431.44	38.87	10431.44	38.87
9	14499.96	15501.28	51.67	15501.28	51.67
10	15615.86	17613.45	53.01	17613.45	53.01

Согласно полученным данным, максимизированная интеллектуальная рента выше реальной (табл. 4). В некоторых периодах (во 2-м и 5-м) реальная интеллектуальная рента была отрицательной, что может указывать на проблемы, возникшие в тот момент. Максимизированная интеллектуальная рента в данных периодах была положительной, что может говорить о потенциале для улучшения финансового состояния с помощью эффективного распределения инвестиций в интеллектуальные активы. Общий тренд показывает, что максимизированная интеллектуальная рента превышает реальную во всех случаях, что подчеркивает значимость оптимизации распределения инвестиций для максимизации интеллектуальной ренты. В последний период (10-й) предоставлен прогноз максимизированной интеллектуальной ренты, который следует использовать как руководство для планирования инвестиций в интеллектуальные активы.

Таблица 4

Сравнение максимизированного значения интеллектуальной ренты и реальных значений (тыс. руб.)

Период	Максимизированная IR	Реальная IR
1	1930.04	1581.86
2	6471.57	-4875.13
3	9451.83	7202.07
4	8992.27	6405.73
5	8486.57	-6652.34
6	6907.00	4850.95
7	6656.93	5717.03
8	10431.44	8546.60
9	15501.28	12331.98
10	17613.45 (прогноз)	15838.69

Апробация разработанного инструментария на предприятии позволила оптимально распределить инвестиции в интеллектуальные активы предприятия с целью максимизации интеллектуальной ренты. При отрицательных значениях интеллектуальной ренты в определенные периоды времени требуется проводить комплексный анализ, поскольку это может быть связано с деструктивными процессами

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Руус Й., Пайк С., Фернстрем Л. Интеллектуальный капитал: практика управления / пер. с англ. М. П. Аккая. 2-е изд. СПб. : Высш. шк. менеджмента, 2008. 418 с.

в формировании активов предприятия, несоразмерностью его прибыльности со среднеотраслевыми показателями или отставанием в эффективности управления от конкурентов. Результаты подтверждают применимость инструментария для оптимизации инвестиционных решений, обеспечивающего баланс между целевым уровнем интеллектуальной ренты и инвестиционными ресурсами.

Выводы

Оптимизационные модели позволяют систематизировать и формализовать процесс расчета интеллектуальной ренты, учитывая множество факторов и сложности управления интеллектуальным капиталом. Данные модели могут стать мощным инструментом для принятия информированных решений в области управления интеллектуальным капиталом и оптимизации затрат на интеллектуальное развитие предприятия.

Оптимизационные модели могут быть использованы для управления интеллектуальным капиталом в различных областях, например для распределения ресурсов между различными видами интеллектуального капитала; определения стратегии обучения и развития, которая максимизирует возврат от инвестиций в обучение и развитие; эффективного распределения инвестиций в НИОКР, которые максимизируют возврат от этих инвестиций; определения стратегии управления знаниями, которая рационализирует процессы использования и распространения знаний в организации; определения стратегии управления интеллектуальной собственностью, которая максимизирует возврат от инвестиций в интеллектуальную собственность.

Оптимизационные модели в рентном механизме обеспечивают учет и распределение ренты от использования интеллектуального капитала. Данный механизм может быть интегрирован в модель для прогнозирования и планирования будущих доходов от интеллектуального капитала. Однако создание сложных моделей требует большого объема точных и репрезентативных данных. Выбор уровня сложности модели всегда является компромиссом между точностью и практичностью, поскольку сложные модели могут быть менее интерпретируемыми, что затрудняет их использование на практике. Следует учитывать данные факторы при разработке и применении оптимизационных моделей для управления интеллектуальным капиталом.

2. Ахтямов М. К. Концепции и модели систем интеллектуально-инвестиционной поддержки инновационной деятельности конкурентоспособного предпринимательства. СПб. : СПбГПУ, 2008. 240 с.
3. Мануйленко В. В., Ермакова Г. А. Оценка интеллектуального капитала российских корпораций. М. : Проспект, 2020. 192 с.
4. López Sáez P., Martín de Castro G., Navas López J. E., Delgado Verde M. Intellectual Capital and Technological Innovation: Knowledge-Based Theory and Practice. Idea Group Inc, 2010. 398 p. DOI: 10.4018/978-1-61520-875-3.
5. de Pablos P. O., Tennyson R. D., Zhao J. Intellectual Capital Strategy Management for Knowledge-based Organizations. Business Science Reference, 2013. 287 p.
6. Карпенко О. А. Формирование и использование интеллектуального капитала в экономике. Saarbrücken : LAP Lambert Academic Publishing, 2016. 285 с.
7. Левченко Л. В., Карпенко О. А. Интеллектуальный капитал и интеллектуальная рента. Saarbrücken : LAP Lambert, 2016. 94 с.
8. Дмитриев Н. Д. Расчет рентной эффективности обобщенным подходом // International Agricultural Journal. 2022. № 5. Ст. 43.
9. Дмитриев Н. Д., Зайцев А. А. Оценка интеллектуальной ренты на разных уровнях управления: обобщенный подход // International Agricultural Journal. 2022. № 5. Ст. 9.
10. Каталевский Д. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении. М. : Дело, 2015. 496 с.
11. Богданова Е. Л., Соловейчик К. А., Аркина К. Г. Оптимизация в проектном менеджменте: линейное программирование. СПб. : ИТМО, 2017. 164 с.
12. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики. М. : Юнити, 1998. 1022 с.
13. Sra S., Nowozin S., Wright S. J. Optimization for Machine Learning. MIT Press, 2012. 394 p.
14. Luenberger D. G., Ye Y. Linear and Nonlinear Programming. Springer Science & Business Media, 2008. 546 p.
15. Родионов Д. Г., Алферьев Д. А. Устойчивость оптимального плана производства инновационной продукции промышленного предприятия // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2020. № 5. С. 106—119.
16. Родионов Д. Г., Николова Л. В. Системная оптимизация риска инновационной программы региона // Реструктуризация экономики и инженерное образование: проблемы и перспективы развития : сб. тр. науч.-практ. конф. с междунар. участием. СПб. : С.-Петербург. политехн. ун-т Петра Великого, 2015. С. 78—86.
17. Марковец Д. А., Файзуллин Р. В. Оптимизация работы предприятия на основе имитационного моделирования // Вестник Академии управления и производства. 2022. № 3. С. 55—64.
18. Корнейчук Б. В. Информационная экономика: теоретические основы, модели, функционирование, статистика. СПб. : Питер, 2006. 394 с.
19. Трофимова Н. Н. Необходимость применения структурированной платформы разработки продукта с целью повышения оптимизации финансовых расчетов предприятия // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2022. № 11. С. 198—201.
20. Афанасьев А. А., Проворова И. П., Файзуллин Р. В. Спрос промышленного производства на цифровые технологии: глобальные тренды и российская реальность // Московский экономический журнал. 2022. № 10. Ст. 36. DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_10_569.
21. Сердюкова Л. О., Глушкова Ю. О., Нурулин Р. Н. Бизнес-модели инновационного развития в условиях цифровизации // Инновационная деятельность. 2019. № 4. С. 69—77.
22. Туккель И. Л., Яшин С. Н., Иванов А. А. Цифровая трансформация как важная часть инновационного развития // Инновации. 2019. № 3. С. 45—50.
23. Анимиджа Е. Г., Рахмеева И. И. Третья институциональная революция и изменение структуры экономических отношений // Научные труды Вольного экономического общества России. 2020. № 2. С. 206—218. DOI: 10.38197/2072-2060-2020-222-2-206-218.
24. Родионов Д. Г., Мельниченко А. М. Моделирование организационно-экономического механизма управления развитием инновационной среды // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 11-3. С. 72—83.
25. Дмитриев Н. Д., Родионов Д. Г., Зайцев А. А., Викторова Н. Г. Построение и тестирование модели оценки экономической эффективности от внедрения бережливых технологий в корпоративной среде // Бизнес. Образование. Право. 2023. № 2(63). С. 90—97. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.63.613.
26. Родионов Д. Г., Зайцев А. А., Дмитриев Н. Д., Викторова Н. Г. Теоретико-игровой метод рационализации инвестиционной политики экономических субъектов // Бизнес. Образование. Право. 2023. № 2(63). С. 109—117. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.63.614.
27. Ильченко С. В., Ли Ш., Роков А. И. Совершенствование процессов управления качеством на производстве // Russian Economic Bulletin. 2022. № 1. С. 175—180.
28. Маградзе Т., Жильцов С. А., Кубарский А. В. Будущее электроэнергетики в условиях цифровой трансформации // Modern Economy Success. 2020. № 5. С. 158—163.
29. Zaytsev A., Dmitriev N., Rodionov D., Magradze T. Assessment of the innovative potential of alternative energy in the context of the transition to the circular economy // International Journal of Technology. 2021. № 7. Pp. 1328—1338.
30. Дмитриев Н. Д., Родионов Д. Г., Жильцов С. А. Оптимизация управленческих процессов в электроэнергетике на основе математического моделирования // Kant. 2021. № 1. С. 18—23.

REFERENCES

1. Ruus J., Pike S., Fernstrom L. Intellectual capital: management practice. 2nd ed. Saint Petersburg, Higher School of Management publ., 2008. 418 p. (In Russ.)
2. Akhtyamov M. K. *Concepts and models of intellectual and investment support systems for innovative activities of competitive entrepreneurship*. Saint Petersburg, St. Petersburg Polytechnic University publ., 2008. 240 p. (In Russ.)

3. Manuilenko V. V., Ermakova G. A. Assessment of the intellectual capital of Russian corporations. Moscow, Prospekt, 2020. 192 p. (In Russ.)
4. López Sáez P., Martín de Castro G., Navas López J. E., Delgado Verde M. Intellectual Capital and Technological Innovation: Knowledge-Based Theory and Practice. Idea Group Inc, 2010. 398 p. DOI: 10.4018/978-1-61520-875-3.
5. de Pablos P. O., Tennyson R. D., Zhao J. Intellectual Capital Strategy Management for Knowledge-based Organizations. Business Science Reference, 2013. 287 p.
6. Karpenko O. A. Formation and use of intellectual capital in the economy. Saarbrücken, LAP Lambert Academic Publishing, 2016. 285 p. (In Russ.)
7. Levchenko L. V., Karpenko O. A. Intellectual capital and intellectual rent. Saarbrücken, LAP Lambert, 2016. 94 p. (In Russ.)
8. Dmitriev N. D. Calculation of rental efficiency by a generalized approach. *International Agricultural Journal*. 2022;5:43. (In Russ.)
9. Dmitriev N. D., Zaitsev A. A. Assessment of intellectual rent at different levels of management: a generalized approach. *International Agricultural Journal*. 2022;5:9. (In Russ.)
10. Katalevskii D. Fundamentals of simulation modeling and system analysis in management. Moscow, Delo, 2015. 496 p. (In Russ.)
11. Bogdanova E. L., Soloveitchik K. A., Arkina K. G. Optimization in project management: linear programming. Saint Petersburg, ITMO publ., 2017. 164 p. (In Russ.)
12. Aivazyan S. A., Mkhitarian V. S. Applied statistics and fundamentals of econometrics. Moscow, Yuniti, 1998. 1022 p. (In Russ.)
13. Sra S., Nowozin S., Wright S. J. Optimization for Machine Learning. MIT Press, 2012. 394 p.
14. Luenberger D. G., Ye Y. Linear and Nonlinear Programming. Springer Science & Business Media, 2008. 546 p.
15. Rodionov D. G., Alfer'ev D. A. Stability of the optimal plan for the production of innovative products of an industrial enterprise. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU = St. Petersburg State Polytechnical University Journal*, 2020;5: 106—119. (In Russ.)
16. Rodionov D. G., Nikolova L. V. Systemic risk optimization of the innovation program of the region. *Restrukturizatsiya ekonomiki i inzhenernoe obrazovanie: problemy i perspektivy razvitiya = Economic Restructuring and Engineering education: Problems and prospects of development. Proceedings of the scientific and practical conference with international participation*. Saint Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University publ., 2015:78—86. (In Russ.)
17. Markovets D. A., Faizullin R. V. Optimization of the enterprise based on simulation modeling. *Vestnik Akademii upravleniya i proizvodstva = Bulletin of the Academy of Management and Production*, 2022;3:55—64. (In Russ.)
18. Korneichuk B. V. Information economy: theoretical foundations, models, functioning, statistics. Saint Petersburg, Piter, 2006. 394 p. (In Russ.)
19. Trofimova N. N. The need to use a structured product development platform in order to improve the optimization of financial calculations of the enterprise. *Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii = Competitiveness in the global world: economics, science, technology*. 2022;11:198—201. (In Russ.)
20. Afanasyev A. A., Provorova I. P., Fayzullin R. V. Demand of industrial production for digital technologies: global trends and Russian reality. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal = Moscow Economic Journal*. 2022;10:36. (In Russ.) DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_10_569.
21. Serdyukova L. O., Glushkova Yu. O., Nurullin R. N. Business models of innovative development in the conditions of digitalization. *Innovatsionnaya deyatel'nost' = Innovative activity*. 2019;4:69—77. (In Russ.)
22. Tukkel I. L., Yashin S. N., Ivanov A. A. Digital transformation as an important part of innovative development. *Innovatsii = Innovation*. 2019;3:45—50. (In Russ.)
23. Animitsa E. G., Rakhmeeva I. I. The third institutional revolution and the change in the structure of economic relations. *Nauchnye trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii = Scientific works of the Free Economic Society of Russia*. 2020;2:206—218. (In Russ.) DOI: 10.38197/2072-2060-2020-222-2-206-218.
24. Rodionov D. G., Melnichenko A. M. Modeling of the organizational and economic mechanism for managing the development of the innovation environment. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava = Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. 2019;11-3:72—83. (In Russ.)
25. Dmitriev N. D., Rodionov D. G., Zaytsev A. A., Victorova N. G. Building and testing a model for assessing economic efficiency from the introduction of lean technologies in a corporate environment. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law*. 2023;2(63):90—97. (In Russ.) DOI: 10.25683/VOLBI.2023.63.613.
26. Rodionov D. G., Zaytsev A. A., Dmitriev N. D., Victorova N. G. Game-theoretic rationalization method of economic entities' investment policy. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law*. 2023;2:109—117. (In Russ.) DOI: 10.25683/VOLBI.2023.63.614.
27. Ilchenko S. V., Li Sh., Rogov A. I. Improvement of quality management processes in production. *Russian Economic Bulletin*. 2022;1:175—180. (In Russ.)
28. Magradze T., Zhiltsov S. A., Kubarsky A. V. The future of electric power industry in the conditions of digital transformation. *Modern Economy Success*. 2020;5:158—163 (In Russ.)
29. Zaytsev A., Dmitriev N., Rodionov D., Magradze T. Assessment of the innovative potential of alternative energy in the context of the transition to the circular economy. *International Journal of Technology*. 2021;7:1328—1338.
30. Dmitriev N. D., Rodionov D. G., Zhiltsov S. A. Optimization of management processes in the electric power industry based on mathematical modeling. *Kant*. 2021;1:18—23. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 01.08.2023; одобрена после рецензирования 04.09.2023; принята к публикации 08.10.2023.
The article was submitted 01.08.2023; approved after reviewing 04.09.2023; accepted for publication 08.10.2023.