

## ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

**А. Ю. Юркова**

*студент Института управленческих кадров, Академия управления при Президенте Республики  
Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: anastasia.yurkova2003@mail.ru*

Научный руководитель: **Н. И. Белодед**

*доцент Института управленческих кадров, Академия управления при Президенте Республики Беларусь,  
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: nbeloded@gmail.com*

В настоящее время актуальными являются вопросы совершенствования организации производства на основе «цифровизации» процесса производства и управления. Цифровая трансформация производства предполагает организацию внедрения современных инновационных технологий и продуктов, адаптацию и разработку новых бизнес-моделей к условиям цифровой экономики и за счёт этого качественное улучшение бизнес-процессов, включая процесс производства продукции. Автор статьи рассматривает основные экономико-математические модели, которые могут применяться при анализе хозяйственной деятельности smart-предприятий с программами цифровой экономики.

**Ключевые слова:** экономико-математическое моделирование; анализ; smart-предприятие; цифровая трансформация; производство.

## ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELS OF THE DYNAMICS OF ENTERPRISE DEVELOPMENT IN CONDITIONS OF DIGITAL TRANSFORMATION

**A. Y. Yurkova**

*student of the institute of management personnel, Academy of Public Administration under the Aegis  
of the President of the Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus, e-mail: anastasia.yurkova2003@mail.ru*

Academic supervisor: **N. I. Beloded**

*assistant professor of the institute of management personnel, Academy of Public Administration under the Aegis  
of the President of the Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus, e-mail: nbeloded@gmail.com*

Currently, the issues of improving the production of the organization based on the "digitalization" of the production process and management are relevant. Digital transformation of production involves the organization in the introduction of modern innovative technologies and products, the adaptation and development of new business models to the conditions of the digital economy and thereby the qualitative improvement of business processes, including the production process. The author of the article examines the main economic and mathematical models that can be used in the analysis of the economic activity of smart enterprises with digital economy programs.

**Keywords:** economic and mathematical modeling; analysis; enterprise; digital transformation; production.

В наше время цифровая трансформация играет одну из самых значительных ролей и является достаточно глубоким и масштабным процессом в анализе хозяйственной деятельности смарт-предприятий с программами цифровой экономики. Поэтому статья посвящена исследованию опыта в экономико-математическом моделировании в смарт-предприятиях, а также анализу возможностей, которые применяются или могут быть применены в анализе хозяйственной деятельности смарт-предприятий [1].

Процедура формирования цифровой экономики сопровождается процессом цифровизации всех производственных предприятий, т. е. применение новейших технологий, в число которых входит:

- машинное обучение;
- облачные технологии;
- обработка и анализ больших объемов информации (данных);
- машинный интеллект;
- 3D-печать и др.

Именно внедрение и применение новых технологий (цифровых инструментов) предоставляет возможность регулировать деятельность предприятия и управлять его производством удаленно.

Цифровая трансформация основывается на применении экономико-математических методов моделирования. Набор, состоящий из эффективных экономико-математических методов моделирования, позволяет не только повышать объем выпускаемой продукции и при этом привести издержки предприятия к минимуму, но и повышать доступность оборудования, анализировать данные на сегодняшний день и сопоставлять их с предыдущими, делать соответствующие выводы, и в конечном итоге, составлять прогнозы, максимально приближенные к реальности, на основе имеющихся данных.

В соответствии с вышесказанным можно отметить следующие многообещающие тенденции развития экономико-математического моделирования смарт-предприятий [2]:

1. С учетом перехода к неоиндустриальной смарт-экономике произошли изменения в макроэкономической производственной функции. Ее эволюцию можно объяснить с использованием методов экономико-математического моделирования. Внедрение современных технологий в производство привело к появлению новых сочетаний классических факторов производства и даже возникновению новых факторов, таких как информатизация или искусственный интеллект.

В соответствии с этими факторами (отметим как I) можно предложить несколько спецификаций производственной функции предприятий:

- аналог Кобба – Дугласа – мультипликативная функция, где факторы производства представлены в натуральном измерении (формула 1):

$$y = a_0 K^{a_1} L^{a_2} I^{a_3};$$

- аддитивно-мультипликативная функция, где факторы производства представлены в стандартизированном виде (формула 2):

$$y = a_1 K + a_2 L + a_3 I + a_4 K + a_5 L + a_6 I.$$

2. Применение различных вариаций всеми известной модели межотраслевого баланса Леонтьева при прогнозировании экономики, что дает возможность осуществить решение многих задач:

- рассчитать макроэкономические показатели, промежуточное потребление, затраты ресурсов;
- осуществить анализ влияния спроса, цен, изменений в заработной плате на экономику в целом и на отдельные отрасли;

- повысить спрос при введении цифровых бизнес-моделей и увеличении цифрового сотрудничества с клиентами за счет снижения транзакционных издержек.

Показатели межотраслевого баланса могут применяться также для международных сравнений производственных структур и результатов.

Следует проанализировать один из способов общей математической постановки таких задач. Предположим, что затраты матрицы затрат межотраслевого баланса можно снизить за счет смартизации производств в отраслях  $i$  и  $j$ :

$$y = Z_{ij} (1 - S_i S_j),$$

где  $S_i S_j$  – уровень смартизации предприятий, определяемый величиной в диапазоне (0; 1). Стоит отметить, что если одна из сторон, взаимодействующих друг с другом не будет являться смарт-предприятием, то эффекта снижения издержек не будет. При этом уровень смартизации предприятия представляет собой функциональную зависимость от инвестиционных затрат, которые образуются при преобразовании традиционного предприятия в смарт-предприятие.

3. Разновидности транспортных задач, сетевых моделей, задач о назначениях и т. д. являются третьим направлением экономико-математического моделирования смарт-предприятий. Сетевой граф, отражающий взаимодействие покупателей, производителей и других сторон, даст возможность решить нижеперечисленные задачи и проблемы:

- обоснования сетевых эффектов при создании смарт-предприятий в данной отрасли и провести оценку минимально необходимого уровня цифровизации сети, при осуществлении которого расходы от внедрения новых технологий будут покрываться увеличением эффективности работы сети в целом;

- минимизировать издержки при прохождении заказа от заявки до его получения, учитывая лимиты на объем доступных инвестиционных ресурсов;

- улучшить процесс транспортировки товаров (от их проектирования до потребления конечными клиентами), принимая во внимание условия интернета вещей и «умной» инфраструктуры.

Целевая функция в задачах, построенных таким образом, будет иметь следующий вид:

$$Z = \sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min,$$

где  $x_{ij}$  – искомый объем груза, перемещаемый из  $i$ -й вершины в  $j$ -ю;

$c_{ij}$  – затраты на это перемещение.

Данная целевая функция обеспечивает минимизацию издержек при движении из начальной в конечную точку. Для данного вида целевой функции применяются стандартные ограничения: все потребители должны быть удовлетворены, суммарное производство равно суммарному потреблению.

Таким образом, организация производства в условиях цифровой экономики предполагает внедрение современных инновационных технологий и продуктов, адаптацию и разработку новых бизнес-моделей к условиям цифровой экономики [4]. В то же время цифровая трансформация основывается на применении экономико-математических методов моделирования. Можно отметить тенденции развития экономико-математического моделирования смарт-предприятий: эволюция макроэкономической производственной функции, вариации модели межотраслевого баланса Леонтьева, транспортных задач, сетевых моделей и т. д.

Предметом последующих исследований может быть уточнение постановки экономико-математического моделирования в смарт-предприятиях и подходов к осуществлению, т. к. они нуждаются в более детальном изучении особенностей поставленных задач.

При этом результаты исследования могут быть применены в анализе хозяйственной деятельности смарт-предприятий с программами цифровой экономики.

#### **Библиографические ссылки**

1. «Цифровая трансформация предприятия» | Сайт С. П. Курдюмова «Синергетика» [Электронный ресурс]. – URL: [https://spkurdyumov.ru/digital\\_economy/cifrovaya-transformaciya-predpriyatiya/](https://spkurdyumov.ru/digital_economy/cifrovaya-transformaciya-predpriyatiya/) (дата обращения: 04.10.2022).
2. Мадых А. А., Охтенъ А. А. Моделирование трансформации влияния производственных факторов на экономику в процессе становления смарт-промышленности // Экономика промышленности. – 2018. – № 4(84). – С. 26–40.
3. Тинберген Я., Бос Х. Математические модели экономического роста. – М., 2012. – 176 с.
4. Мустафа А., Охтенъ А. А. Цели и задачи управления организационными изменениями при внедрении СМАРТ-систем на промышленных предприятиях // Вестник академии знаний. – 2018. – № 26(3). – С. 12–18.