

# ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№2 (3) июнь 2018

РЕЙТИНГОВЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЯ ЦИФРОВОЙ  
ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОНОМИК СТРАН ЕАЭС И ЕС  
ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ  
ПРОЦЕССЕ



## Уважаемые читатели!

Сообщаем, что приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 05.07.2018 № 168 научно-практический журнал «Цифровая трансформация» включен в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по экономическим и техническим наукам (направление «информатика, вычислительная техника и управление»).

Ранее журнал входил в данный перечень под старым названием «Информатизация образования» только по техническим наукам (таким образом, статьи по техническим наукам, размещенные в первых двух номерах журнала «Цифровая трансформация», также считаются опубликованными в издании, входящем в перечень ВАК).

Напоминаем, что редакция журнала всегда открыта для сотрудничества и приглашает ученых, педагогов, аспирантов, магистрантов и практикующих

специалистов принять участие в формировании содержания выпусков журнала. Плата за публикацию статей, равно как и за доступ к электронной версии журнала, не взимается.

С электронной версией журнала, редакционной политикой и правилами для авторов можно ознакомиться на сайте [dt.gias.by](http://dt.gias.by). Отправка рукописи научной статьи в редакцию для рассмотрения возможности ее публикации осуществляется при помощи специальной формы на сайте или путем направления ее на адрес электронной почты [afanasenko@unibel.by](mailto:afanasenko@unibel.by).

Читателей, которые предпочитают получать информацию на бумажных носителях, редакция приглашает оформить подписку на журнал «Цифровая трансформация» на квартал либо полугодие. Подписные индексы: 75057 — для индивидуальных подписчиков, 750572 — для ведомственных.

*Редакция журнала «Цифровая трансформация»*



# ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

научно-практический журнал

*Выходит ежеквартально*

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

**Главный редактор**

**В. А. Богуш,**

д. ф.-м. н., ректор БГУИР, Минск, Беларусь

**В. Г. Сафонов,**

д. ф.-м. н., проректор по научной работе, БГУ, Минск, Беларусь

**М. М. Ковалев,**

д. ф.-м. н., профессор кафедры аналитической экономики и эконометрики, БГУ, Минск, Беларусь

**Т. В. Борботько,**

д. т. н., заведующий кафедрой защиты информации, БГУИР, Минск, Беларусь

**А. Н. Курбацкий,**

д. т. н., заведующий кафедрой технологий программирования, БГУ, Минск, Беларусь

**С. Ф. Миксюк,**

д. э. н., профессор кафедры математических методов в экономике, БГЭУ, Минск, Беларусь

**Г. О. Читая,**

д. э. н., заведующий кафедрой математических методов в экономике, БГЭУ, Минск, Беларусь

**А. В. Бондарь,**

д. э. н., заведующий кафедрой экономической политики, БГЭУ, Минск, Беларусь

**Учредитель и издатель:** учреждение «Главный информационно-аналитический центр  
Министерства образования Республики Беларусь»

Издается с IV квартала 1995 г.

Ранее издание выходило под названием «Информатизация образования» (переименовано в 2017 г.).

Свидетельство о регистрации № 662 выдано 27.09.2017 г.

Министерством информации Республики Беларусь.

Все научные статьи проходят рецензирование.

**Приказом ВАК Республики Беларусь от 5 июля 2018 г. №168 журнал включен в Перечень научных изданий  
Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований.**

Издание входит в базу данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ).

**Подписные индексы:**

75057 — для индивидуальных подписчиков, 750572 — для ведомственных подписчиков.

Редакторы: О. В. Афанасенко, А. Б. Бельский.

Корректор: Т. М. Шавердо.

Макет и верстка: О. В. Афанасенко.

Адрес редакции: г. Минск, ул. Захарова, 59. Тел. +375 (17) 210-02-49. E-mail: afanasenko@unibel.by.

<http://dt.giac.by>

Подписано в печать 25.07.2018. Бумага мелованная. Печать цифровая.

Формат 60x84/8. Усл. печ. л. 7,82. Тираж 150 экз. Заказ № 58.

Отпечатано в унитарном предприятии «Типография ФПБ», ЛП 02330/54 от 12.08.2013 г.,

г. Минск, пл. Свободы, 23-103.

© Цифровая трансформация, 2018



# DIGITAL TRANSFORMATION

## Scientific and Practical Journal

*Publication frequency — quarterly*

### EDITORIAL BOARD

#### **Editor-in-chief**

**V. A. Bogush,**

Doctor of Science (Physics and Mathematics), Rector of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Belarus

**V. G. Safonov,**

Doctor of Science (Physics and Mathematics), Vice-rector for Science, Belarusian State University, Minsk, Belarus

**M. M. Kovalev,**

Doctor of Science (Physics and Mathematics), Professor of the Department of Analytical Economics and Econometrics, Belarusian State University, Minsk, Belarus

**T. V. Borbotko,**

Doctor of Science (Technology), Head of the Department of Information Security, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Belarus

**A. N. Kurbackij,**

Doctor of Science (Technology), Head of the Department of Programming Technologies, Belarusian State University, Minsk, Belarus

**S. F. Miksyuk,**

Doctor of Science (Economics), Professor of the Department of Mathematical Methods in Economics, Belarusian State Economic University, Minsk, Belarus

**G. O. Chitaya,**

Doctor of Science (Economics), Head of the Department of Mathematical Methods in Economics, Belarusian State Economic University, Minsk, Belarus

**A. V. Bondar,**

Doctor of Science (Economics), Head of the Department of Economic Policy, Belarusian State Economic University, Minsk, Belarus

**Founder and publisher:** Establishment "The Main Information and Analytical Center of the Ministry of Education of the Republic of Belarus".

The journal has been published since fourth quarter of 1995.

The publication previously came out under the title "Informatization of Education" (renamed in 2017).

All scientific articles are peer reviewed.

**The journal is included in the List of Scientific Publications of the Republic of Belarus for publication of the results of dissertation research and in the database "Russian Index of Scientific Citation".**

Editors: O. V. Afanasenko, A. B. Belsky.

Corrector: T. M. Shaverdo.

Layout: O. V. Afanasenko.

Address of editorial office: 59 Zakharova Str., 220088 Minsk, Republic of Belarus.

Phone: +375 (17) 210-02-49.

E-mail: [afanasenko@unibel.by](mailto:afanasenko@unibel.by).

<http://dt.giac.by>

© Digital Transformation, 2018



# СОДЕРЖАНИЕ

№ 2 (3), июнь, 2018

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

- 5** Рейтинговый анализ уровня цифровой трансформации экономик стран ЕАЭС и ЕС  
**Авторы:** Г. Г. Головенчик
- 19** Методика исследования интеллектуальной составляющей электронной экономики  
**Автор:** В. С. Князькова
- 29** О концептуальных подходах к организации цифровой трансформации национальной экономики Беларуси  
**Авторы:** Д. М. Крупский
- 37** Подход к визуализации многовариантных сценарных прогнозов основных экономических показателей производственного предприятия  
**Автор:** И. Е. Перминова
- 47** Технологии 3D-печати в образовательном процессе  
**Автор:** И. Г. Майоров, А. Б. Бельский

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- 54** Применение автоматизированной информационно-аналитической системы мониторинга подготовки научных работников высшей квалификации для анализа динамики развития послевузовского образования в Республике Беларусь  
**Авторы:** А. К. Сутурин, Н. А. Никоненко
- 60** Анализ методов управления светодиодной подсветкой дисплейных устройств  
**Авторы:** Д. В. Чистобаев, Е. А. Краснобаев

# CONTENTS

No 2 (3), June, 2018

## ECONOMIC SCIENCES

- 5** Rating Analysis of the Level of Digital Transformation of the Economies of EAEU and EU the Countries  
**Authors:** G. G. Goloventchik
- 19** The Methodology of Intellectual Component of E-economy Research  
**Author:** V. S. Knyazkova
- 29** On Conceptual Approaches to Digital Transformation of the National Economy of Belarus  
**Authors:** D. M. Krupsky
- 37** An Approach to Visualization of Multivariate Scenario Forecasts of the Main Economic Indicators of a Production Enterprise  
**Author:** I. E. Perminova
- 47** Technologies of 3D-printing in the Educational Process  
**Author:** I. G. Mayorov, A. B. Belsky

## TECHNICAL SCIENCES

- 54** Application of the Automated Information-analytical System for Monitoring the Highest Qualification Scientific Personnel Training with the Aim of the Analysis of the Postgraduate Education Development Dynamics in the Republic of Belarus  
**Authors:** A. K. Sutturin, N. A. Nikonenko
- 60** Analysis of Control Methods for LED Backlighting of Display Devices  
**Authors:** D. V. Chistobaev, E. A. Krasnobaev

## Рейтинговый анализ уровня цифровой трансформации экономик стран ЕАЭС и ЕС

**Г. Г. Головенчик**, старший преподаватель  
E-mail: galinagoloventchik@mail.ru

УО «Белорусский государственный университет», ул. Ленинградская, д. 20, 220030, г. Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** В статье рассмотрена проблема оценки уровня развития в стране цифровой экономики с помощью международных ИКТ-рейтингов, проанализированы их недостатки. На основе изученных методик сформирована оригинальная рейтинговая система оценки развития цифровой экономики, включающая 22 показателя, объединенных в пять субиндексов. Разработанный метод оценки эффективности использования ИКТ в различных сферах деятельности апробирован на некоторых странах ЕАЭС и ЕС. По итогам проведенного анализа определены основные проблемные направления, на которые необходимо обратить внимание для обеспечения роста показателей Беларуси в мировых ИКТ-рейтингах.

**Ключевые слова:** цифровая экономика; информационное общество; информационно-коммуникационные технологии; рейтинговая оценка; индексы; система рейтинговых показателей

**Для цитирования:** Головенчик, Г. Г. Рейтинговый анализ уровня цифровой трансформации экономик стран ЕАЭС и ЕС / Г. Г. Головенчик // Цифровая трансформация. – 2018. – № 2 (3). – С. 5–18.



© Цифровая трансформация, 2018

## Rating Analysis of the Level of Digital Transformation of the Economies of EAEU and EU the Countries

**G. G. Goloventchik**, Senior Lecturer  
E-mail: galinagoloventchik@mail.ru

Belarusian State University, 20 Leningradskaya Str., 220030 Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** The article considers the problem of assessing the level of development in the country of the digital economy with the help of international ICT ratings, their shortcomings are analyzed. Based on the methods studied, the original rating system for evaluating the development of the digital economy has been formed, including 22 indicators, combined into five subindexes. The developed method for assessing the effectiveness of ICT use in various fields of activity has been tested in some countries of the EAEC and the EU. Based on the results of the analysis, the main problem areas were identified, which should be addressed to ensure the growth of Belarus indicators in the world ICT ratings.

**Keywords:** digital economy; information society; information and communication technologies; rating evaluation; indices; rating system

**For citation:** Goloventchik G. G. Rating analysis of the level of digital transformation of the economies of EAEU and EU the countries. *Cifrovaja transformacija* [Digital transformation], 2018, 2 (3), pp. 5–18 (in Russian).

© Digital Transformation, 2018

**Введение.** В последнее время все больше информации о тех или иных аспектах современной экономической жизни мировая общественность получает из различных рейтингов, с помощью которых характеризуется развитие отдельных стран и их место в мировой экономике, а также объективно оценивается имидж страны в глобальном мире.

Международные рейтинги становятся все более важным источником информации о потенциале и динамике развития отдельных стран. Нынешняя актуальность изучения позиции страны в мировой системе координат обусловлена тем, что рейтинги выступают индикатором необходимости осуществления мер, направленных на преодоление недостатков и создание широких

возможностей для наращивания конкурентных преимуществ.

**Основная часть.** Одним из самых заметных явлений последнего десятилетия является переход к очередному этапу глобализации — цифровой трансформации, заключающейся в принципиальном изменении структуры мировой экономики, ее глобальной виртуализации благодаря появлению новых форм трансграничного движения виртуальных товаров, капиталов, труда. В связи с этим измерение уровня развития цифровой экономики конкретной страны и степени ее цифровой глобализации становится важнейшей задачей для исследователей.

Уровень развития цифровой экономики и рейтинг страны измеряют на основе различных композитных индексов, интегрирующих отдельные субиндексы, которые отвечают за цифровую трансформацию отдельных секторов экономики и жизни общества.

Наиболее известны рейтинги, основанные на следующих индексах:

– Индекс развития информационно-коммуникационных технологий (ICT Development Index — IDI);

– Индекс цифровой экономики и общества (Digital Economy and Society Index — DESI);

– Индекс мировой цифровой конкурентоспособности (IMD World Digital Competiveness Index — WDCI);

– Индекс цифровой эволюции (Digital Evolution Index — DEI);

– Индекс цифровизации экономики Boston Consulting Group (e-Intensity);

– Индекс сетевой готовности (Networked Readiness Index — NRI);

– Индекс развития электронного правительства (The UN Global E-Government Development Index — EGDI);

– Индекс электронного участия (E-Participation Index — EPART);

– Индекс глобального подключения (Global Connectivity Index — GCI, Huawei);

– Глобальный индекс инноваций (The Global Innovation Index — GII).

Результаты этих рейтингов по отдельным странам ЕАЭС и ЕС сведены в таблицу 1.

Различия рейтингов заключаются в подборе исходных показателей (характеристик уровня использования в стране достижений цифровой экономики) и их группировке в субиндексы.

Анализ показателей существующих международных индексов и рейтингов, методологии

формирования из них микроиндексов, субиндексов и композитного индекса, плюсов и минусов, общности и отличий позволит в дальнейшем использовать их для формирования новых авторских индексов, отражающих уровень готовности стран к цифровой экономике и степени цифровой глобализации.

Индекс развития информационно-коммуникационных технологий (IDI). Последний рейтинг стран на основе индекса развития ИКТ опубликован в 2017 г. (IDI-2017), в составе ежегодного отчета «Измерение информационного общества» [1], подготовленного Международным союзом электросвязи (МСЭ). IDI вычисляется МСЭ с 2009 г. и поэтому позволяет отслеживать динамику развития страны в области ИКТ. В Беларуси IDI используется Министерством связи и информатизации как инструментарий по анализу развития информационного общества в нашей стране. Также он входит в Государственную программу развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 гг. [2].

В 2017 г. страновые профили были составлены для 176 стран мира (для сравнения, в 2013 г. рейтинг охватывал 157 стран). Беларусь уже второй год подряд занимает 32-е место, улучшив значение индекса на 3,57 %. Это позволяет говорить о том, что наша страна целенаправленно идет к выполнению цели, поставленной перед ней Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. — войти в топ-30 стран по уровню развития ИКТ.

IDI строится на основе трех субиндексов, каждый из которых объединяет свой набор показателей, характеризующих отдельную группу процессов: ИКТ-доступ, ИКТ-использование, ИКТ-навыки. Агрегирование показателей в субиндексы происходит по формуле среднего арифметического, в свою очередь субиндексы агрегируются в композитный индекс с весами 0,4; 0,4; 0,2 соответственно.

Европейская Комиссия ежегодно оценивает состояние цифровизации стран ЕС по Индексу цифровой экономики и общества (DESI), который дает представление об уровне развития цифровой экономики в 28-ми странах ЕС.

DESI-2018 рассчитывается как композитный индекс, который суммирует разные индикаторы цифрового развития и отслеживает эволюцию стран ЕС с точки зрения их цифровой конкурентоспособности. Базами данных индекса DESI являются базы Евростата, МСЭ и ООН.

Таблица 1. Отдельные страны ЕАЭС и ЕС в рейтингах развития цифровой экономики  
 Table 1. Selected countries of the EAEU and the EU in the ratings of the development of the digital economy

| Страна         | IDI 2017 | DESI 2018 | WDCI 2018 | DEI 2017 | NRI 2016 | EGDI 2016 | EPART 2016 | GCI 2018 | GII 2018 | Среднее место |
|----------------|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|------------|----------|----------|---------------|
| Великобритания | 5        | 7         | 10        | 8        | 8        | 1         | 1          | 5        | 4        | 5,4           |
| Швеция         | 11       | 2         | 3         | 2        | 3        | 6         | 27         | 3        | 3        | 6,7           |
| Финляндия      | 22       | 3         | 5         | 3        | 2        | 5         | 10         | 6        | 7        | 7,0           |
| Дания          | 4        | 1         | 4         | 4        | 11       | 9         | 22         | 7        | 8        | 7,8           |
| Германия       | 12       | 14        | 18        | 17       | 15       | 15        | 27         | 14       | 9        | 15,7          |
| Эстония        | 17       | 9         | 25        | 21       | 22       | 13        | 55         | 22       | 24       | 23,1          |
| Литва          | 41       | 13        | 29        | –        | 29       | 23        | 17         | 24       | 40       | 27,0          |
| Польша         | 49       | 24        | 36        | 35       | 42       | 36        | 14         | 38       | 39       | 34,8          |
| Чехия          | 43       | 17        | 33        | 27       | 36       | 50        | 76         | 29       | 27       | 37,6          |
| Латвия         | 35       | 19        | 35        | 28       | 32       | 45        | 84         | –        | 34       | 39,0          |
| Россия         | 45       | –         | 40        | 39       | 41       | 35        | 32         | 36       | 46       | 39,3          |
| Венгрия        | 48       | 23        | 46        | 32       | 50       | 46        | 91         | 30       | 33       | 44,3          |
| Болгария       | 50       | 26        | 43        | 41       | 69       | 52        | 43         | 43       | 37       | 44,9          |
| Казахстан      | 52       | –         | 38        | –        | 39       | 33        | 67         | 45       | 74       | 49,7          |
| Румыния        | 58       | 28        | 47        | –        | 66       | 75        | 60         | 39       | 49       | 52,8          |
| Беларусь       | 32       | –         | –         | –        | –        | 49        | 76         | 42       | 86       | 57,0          |
| Армения        | 75       | –         | –         | –        | 56       | 87        | 84         | –        | 68       | 74,0          |
| Кыргызстан     | 109      | –         | –         | –        | 95       | 97        | 67         | –        | 94       | 92,4          |

Примечание. Разработано на основе [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10].  
 Note. Developed on the basis of [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10].

DESI есть среднее арифметическое пяти субиндексов, агрегирование которых происходит с разными весами: подключенность (отражает уровень развития инфраструктуры фиксированного и беспроводного широкополосного доступа); человеческий капитал (позволяет оценить долю населения, которая обладает навыками, необходимыми для пользования сервисами, предоставляемыми сетью Интернет); использование Интернета населением (учитывает активность использования

населением различных сервисов в сети Интернет); интеграция бизнеса с цифровыми технологиями (определяет уровень цифровизации бизнеса, включая использование e-торговли); цифровые государственные услуги (оценивает объем государственных услуг, предоставляемых в электронной форме) [3].

Швейцарская школа бизнеса IMD представила в 2018 г. свой уже шестой Индекс мировой цифровой конкурентоспособности (WDCI-2018),

отражающий оценку возможностей и готовности стран адаптироваться к развитию цифровых технологий. WDCI базируется на 50 критериях, которые агрегируются в три субиндекса первого уровня (состоящие из трех субиндексов второго уровня): знания (таланты, образование, наука); технологии (регулирование, капитал, уровень развития связи, экспорт); готовность (адаптация, гибкость бизнеса, IT-интеграция бизнеса).

Критерии от 4 до 6 сначала агрегируются с равными весами в субиндексы второго уровня, причем веса hard-критериев в два раза больше, чем веса soft-критериев, измеряемых в баллах экспертами, а затем субиндексы второго уровня агрегируются в субиндексы первого уровня. Каждый из субиндексов второго уровня в композитном WDCI имеет одинаковый вес примерно 11,1% [4].

Популярен также рейтинг цифрового развития и конкурентоспособности страны, составляемый университетом Тафта (США) совместно с Mastercard. Рейтинг формируется с учетом двух основных факторов: текущий уровень цифрового развития и темпы роста оцифровывания за последние девять лет, которые определяются на базе 170-ти показателей, характеризующих темпы цифровизации и объединенных в четыре субиндекса: уровень предложения, спрос на цифровые технологии, институциональная среда, инновационный климат. В итоге рассчитывается Индекс цифровой эволюции (DEI), отражающий прогресс в развитии цифровой экономики, в соответствии с которым все страны разделяются на четыре категории.

Первая категория включает страны-лидеры в инновациях, в прошлом уже демонстрировавшие свое цифровое развитие и сохраняющие темпы роста, эффективно использующие свои преимущества. Вторая категория — страны, которые достигли высокого уровня цифрового развития ранее, но в настоящее время замедлили свою активность и находятся на грани риска «выпадения» из этой категории. В третьей категории группируются страны, достигшие не самого высокого уровня цифрового развития, но обладающие большим потенциалом и демонстрирующие последовательный и уверенный рост, что в перспективе дает им возможность для перехода в более высокую категорию цифрового развития. В четвертой категории находятся страны с низким уровнем цифрового развития [5].

Авторитетным экспертом в области цифровой экономики выступает компания The Boston Consulting Group (BCG), которая с 2008 г. по 2015 г.

оценивала уровень развития цифровой экономики в 85 странах мира по Индексу цифровизации экономики BCG (e-Intensity). Индекс e-Intensity есть комплексная оценка по 28 показателям, которая рассчитывается как средневзвешенная сумма трех субиндексов: развитие инфраструктуры, онлайн-расходы, активность пользователей. Субиндекс «инфраструктура» отображает степень развития инфраструктуры и скорость и качество доступа в Интернет (фиксированного и мобильного). Субиндекс «онлайн-расходы» включает в себя расходы на электронную торговлю и онлайн-рекламу. Субиндекс «активность пользователей» показывает вовлеченность государства, граждан и бизнеса в использование возможностей цифровой экономики и рассчитывается как средневзвешенное значение трех субиндексов более низкого уровня: активность компаний, активность потребителей и активность государственных учреждений. Все субиндексы формируются из средневзвешенных значений нескольких параметров, лежащих в их основе [6].

Индекс сетевой готовности (NRI) рассчитывается ежегодно совместно Всемирным экономическим форумом (WEF), Всемирным банком (WB) и Международной школой бизнеса INSEAD с 2002 г. [7].

NRI представляет собой оценку способности страны использовать возможности ИКТ в сетевых целях. NRI, во-первых, предоставляет информацию об основных факторах, влияющих на развитие сетевой экономики, с целью их учета в государственной политике. Во-вторых, в долгосрочном плане такая информация способствует вовлечению в сетевое пространство большего числа людей, организаций и сообществ со всего мира. NRI не только оценивает готовность той или иной страны к участию в информационном мире, но и показывает, что лежит в основе различий между странами.

Индекс развития электронного правительства (EGDI) рассчитывается Департаментом экономического и социального развития ООН (UNDESA) один раз в два года.

EGDI — это композитный индекс, измеряющий готовность и возможность национальных органов управления использовать ИКТ для организации и реализации государственных услуг населению и бизнесу. Он базируется на наблюдении за техническими особенностями и содержанием национальных web-сайтов всех 193 государств-членов ООН. Отслеживаются также используемые правительственные стратегии по

реализации концепции электронного правительства и поставок основных сервисов.

Выделяются два аспекта, влияющие на развитие электронного правительства: потенциал инфраструктуры ИКТ, позволяющей улучшить качество услуг населению и бизнесу, т. е. готовность страны к созданию электронного правительства; готовность — действия со стороны правительства, направленные на обеспечение информацией и знаниями населения.

EGDI оценивает также характеристики доступа к электронному правительству, главным образом технологическую инфраструктуру и образовательный уровень, чтобы представить, как страна использует возможности ИКТ для национального, экономического, социального и культурного развития. Индекс интересен для политиков и специалистов, поскольку позволяет проводить анализ состояния и позицию стран в мире в области готовности к развитию и использованию электронного правительства.

EGDI есть средневзвешенное трех нормализованных субиндексов: «Объем и качество онлайн-услуг», «Развитость телекоммуникационной инфраструктуры» и «Человеческий капитал». Каждый из субиндексов, в свою очередь, является средневзвешенным своих показателей.

По итогам 2016 г. Беларусь заняла 49-е место из 193, Казахстан — 33-е, Россия — 35-е, Армения — 87-е, Кыргызстан — 97-е. Значение EGDI для Беларуси составило 0,6625, что значительно выше общемирового EGDI — 0,4922 [8, р. 154]. За период 2010–2016 гг. индекс Республики Беларусь увеличился с 0,4900 балла до 0,6625 балла, обеспечив тем самым рост рейтинга с 64 до 49 места. Отметим, что в 2004 г. Беларусь была только на 81-м месте.

Еще одной составляющей оценки развития цифровой экономики является публикуемый ООН Индекс электронного участия (EPART) — показатель развития сервисов активной коммуникации между гражданами и государством. Цель индекса EPART заключается в отражении механизмов электронного участия граждан в правительственных веб-сайтах. Сферы электронного участия, в свою очередь, рассматриваются через призму технологий участия, включающих специализированные порталы и другие интернет-сайты, социальные сети, мобильные платформы и устройства, технологии открытого правительства и данных.

Из стран-членов ЕАЭС Россия разместилась на 32-м месте, Казахстан и Кыргызстан — на 67-м, Беларусь — на 76-м (в 2014 г. была на 92-м месте), Армения — на 84-м. В целом, отставая в силу ряда

объективных причин от государств-лидеров, Беларусь по оценке МСЭ и ООН относится к группе стран, непосредственно следующих за лидерами, имеющих большой потенциал и демонстрирующих динамику развития ИКТ.

Глобальный индекс сетевого взаимодействия (GCI) с 2014 г. публикуется компанией Huawei для оценки прогресса крупнейших стран мира в области развития цифровых технологий. GCI анализирует 40 показателей на основе четырех субиндексов — предложения, спроса, опыта и потенциала, учитывающих пять передовых технологий: сети широкополосной связи, центры обработки данных, облачные сервисы, большие данные и интернет вещей. GCI-2018 оценивает 79 стран на которые приходится 95% мирового ВВП.

Беларусь занимает в GCI-2018 42-е место, ее соседи по ЕАЭС располагаются на 36-м (Россия) и 45-м (Казахстан) местах рейтинга. Как отмечается в докладе, Беларусь продемонстрировала результаты выше среднемировых и имеет впечатляющие показатели по скорости широкополосного доступа в Интернет (как фиксированного, так и мобильного), развитию облачных сервисов и центров обработки данных. ИТ-индустрия Беларуси выделяется среди других секторов экономики по причине постоянно растущих доходов и стремительного наращивания экспорта [9].

Глобальный инновационный индекс (The Global Innovation Index — GII) рассчитывается с 2007 г. французской бизнес-школой INSEAD и Корнельским университетом (США) при поддержке Всемирной организации по интеллектуальной собственности (WIPO), является важнейшим в мире индикатором инновационных успехов страны. В недавно опубликованном рейтинге GII-2018 [10] Беларусь находится на 86-м месте в мире, причем если по инновационным ресурсам (input) она 60-я, то по результатам (output) — только 110-я, в связи с чем по эффективности инновационной системы страна занимает только 119-е место. В то же время результаты Беларуси по ИКТ-показателям существенно лучше общего рейтинга. Так, согласно GII-2018, по доле ИКТ-экспорта наша страна 23-я, по качеству ИКТ-доступа — 31-я, по ИКТ-использованию — 36-я, по е-участию — 74-я, по электронным госуслугам — 86-я.

Видно, что Беларусь активно включилась в международные рейтинги оценки развития цифровой экономики, а значит, отслеживает не только «свое» место в рейтинге, но и динамику изменений во времени, сравнивая себя с другими странами. Отрицательные тренды отдельных индексов цифрового развития служат сигналом

Таблица 2. Анализ рассматриваемых в международных рейтингах групп показателей развития цифровой экономики

Table 2. Analysis of the groups of indicators of development of the digital economy considered in international ratings

| Группы показателей                                  | WDCR | DEI | DESI | e-Intensity | IDI | NRI | EGDI | EPART | GCI |
|---|------|-----|------|-------------|-----|-----|------|-------|-----|
| Оценка институциональной среды                      | +    | +   | -    | -           | -   | +   | -    | -     | +   |
| Оценка уровня инновационного окружения              | +    | +   | -    | -           | -   | +   | -    | -     | +   |
| Развитость телекоммуникационной инфраструктуры      | +    | +   | +    | +           | +   | +   | +    | +     | +   |
| Доступность ИК-услуг по цене                        | -    | -   | +    | +           | -   | +   | -    | -     | -   |
| Уровень образования населения                       | +    | -   | -    | -           | +   | -   | +    | -     | -   |
| Развитие практических навыков использования ИКТ     | +    | -   | +    | +           | +   | +   | +    | -     | -   |
| Направления использования интернета населением      | +    | +   | +    | +           | -   | +   | -    | -     | -   |
| Использование цифровых технологий в бизнесе         | +    | +   | +    | +           | -   | +   | -    | -     | +   |
| Доступ к государственным электронным услугам        | +    | +   | +    | +           | -   | +   | +    | +     | +   |
| Оценка информационной безопасности                  | +    | +   | -    | -           | -   | -   | -    | -     | -   |
| Развитость сектора ИКТ                              | -    | -   | -    | -           | -   | -   | -    | -     | +   |
| Уровень международного сотрудничества в области ИКТ | -    | -   | -    | -           | -   | -   | -    | -     | -   |
| Влияние ИКТ на экономику                            | -    | -   | -    | -           | -   | +   | -    | -     | +   |
| Влияние ИКТ на социум                               | -    | -   | -    | -           | -   | +   | -    | -     | -   |

Примечание. Разработано на основе [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10].

Note. Developed on the basis of [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10].

для организаций и руководящих государственных структур к принятию соответствующих мер по их преодолению, а положительные — свидетельствуют о правильно выбранном направлении цифрового реформирования экономики.

Анализ рассмотренных в международных рейтингах отдельных групп показателей развития цифровой экономики, представленный в таблице 2, показал, что развитость телекоммуникационной инфраструктуры страны учитывают все приведенные индексы. Оценка институциональной базы и уровня инновационного окружения (политической и деловой среды, которая стимулирует процессы цифровизации) производят только в индексах WDCR, DEI, NRI и GCI. Доступность ИК-услуг по цене входит

только в три индекса: DESI, e-Intensity и NRI. Уровень образования населения и развитие практических навыков использования ИКТ учитывают три индекса: WDCR, IDI, EDGI. Направления использования Интернета населением и использование цифровых технологий в бизнесе оценивают WDCR, DEI, DESI, e-Intensity и NRI. Развитость государственных электронных услуг анализируют практически все индексы, кроме IDI. Развитость сектора ИКТ представлена лишь в GCI. Влияние ИКТ на экономику и социум анализирует только NRI, последствия развития ведущих цифровых технологий — также GCI. Показатели международного сотрудничества в области ИКТ (такие, как доля иностранных инвестиций среди всех затрат на ИКТ, доля международных контрактов

в ИКТ-отрасли, доля иностранных организаций в секторе ИКТ и т. п.) не рассматривает ни один рейтинг.

Таким образом, индексы WDCR, DEI, NRI и GCI объединяют в большей степени институциональные, экономические и технологические показатели, отражающие развитость нормативно-правовой и научно-исследовательской базы, использование ИКТ в бизнесе, информационную безопасность. Индексы DESI, e-Intensity, IDI, EGDI и EPART имеют более социальную направленность и отражают социально-экономическую интеграцию — они предназначены для оценки уровня развития информационного общества; эти индексы мало учитывают цифровизацию бизнеса и промышленности, развитость e-торговли.

К недостаткам международных индексов развития цифровой экономики можно отнести то, что они не учитывают особенности каждой из стран, происходит своеобразная подгонка показателей стран под расчетные требования международных индексов. Существующие методики не позволяют, по нашему мнению, всесторонне оценить степень развития в стране цифровой экономики. Указанные методики оценивают в основном техническую сторону, отождествляя, таким образом, развитие цифровой экономики и уровень ИКТ-инфраструктуры и подготовленности населения. Но цифровая экономика — это сложное комплексное явление, связанное с процессом трансформации социально-экономических институтов общества на микро- и макроуровне. В этой связи, на наш взгляд, необходимо проводить оценку цифровой экономики на основе целого ряда показателей, которые позволяют проанализировать цифровую экономику на различных уровнях.

Разработка и применение сводного Индекса развития цифровой экономики (далее — ИРЦЭ) представляет важную задачу, решение которой позволит выявить проблемные места развития цифровой экономики в Республике Беларусь. Устранение проблем, в свою очередь, позволит Беларуси занимать все более высокие позиции в глобальной конкурентной среде и, соответственно, места в различных мировых рейтингах.

Процедура исчисления ИРЦЭ реализуется в следующих этапах:

- обоснование структуры рейтинговой системы (иерархии субиндексов) и перечня показателей;
- организация сбора первичной информации;
- нормализация шкал, по которым соотносятся показатели (как необходимое условие их агрегирования);

– обоснование моделей свертки информации (агрегирования и взвешивания) на всех уровнях иерархии рейтинговой системы;

– вычисление индексов и упорядочение на их основе стран в рейтинге.

Методология формирования рейтинга стран по уровню развития цифровой экономики может быть отображена в виде иерархической трехуровневой модели:

– готовность страны к внедрению цифровых технологий, т. е. уровень развития ИКТ-инфраструктуры и доступа к ней населения и бизнеса;

– интенсивность применения цифровых технологий в экономике, т. е. активность их использования в повседневной жизни и бизнесе;

– влияние цифровых технологий на валовый национальный доход (ВНД) — это оценка вклада цифровой экономики в развитие всей национальной экономики.

Рейтинговый ИРЦЭ позволяет оценивать текущее развитие и перспективы и соответственно складывается из следующих пяти субиндексов (таблица 3, рисунок 1):

– качество ИКТ-инфраструктуры и доступа в Интернет;

– интенсивность использования Интернета;

– человеческий капитал;

– цифровизация экономики;

– результативность цифровой трансформации экономики.

Таким образом, анализируемые показатели группируются в пять блоков, что позволяет не только установить рейтинг страны по значению сводного ИРЦЭ, но и оценить ее позицию по отдельным направлениям.

Рейтинг страны по уровню развития цифровой экономики зависит от комплекса показателей, включенных в рейтинговую систему, и методическим подходом к их агрегированию. По своей структуре рейтинг является иерархическим: на первом уровне показатели, которые непосредственно измеряются или оцениваются в баллах экспертами, нормализуются (отображаются на интервале [0; 1]) и затем агрегируются, образуя субиндексы второго уровня, которые, в свою очередь, агрегируются в субиндексы первого уровня иерархии. Итоговый рейтинговый индекс находится на вершине иерархии рейтинговой системы.

Показатели базируются на статистических данных международных организаций, таких как ООН, МСЭ, МВФ, Всемирный банк и др., а также данных, публикуемых органами государственной статистики в странах-объектах исследования.

Таблица 3. Методика расчета индекса развития цифровой экономики  
 Table 3. Methodology for calculating the index of the development of the digital economy

| Наименования субиндексов и показателей   | Уд. вес, %              |                      |
|--|-------------------------|----------------------|
|  | показателя в субиндексе | субиндекса в индексе |
| 1. Субиндекс «Качество ИКТ-инфраструктуры и доступа в Интернет»  |                         | 20,0                 |
| 1.1. Доля домашних хозяйств, имеющих доступ к Интернету, в общем числе домашних хозяйств, %                          | 20,0                    |                      |
| 1.2. Количество абонентов стационарного ШПД на 100 человек населения, единиц   | 20,0                    |                      |
| 1.3. Количество абонентов мобильного ШПД, на 100 человек населения, единиц   | 20,0                    |                      |
| 1.4. Пропускная способность международных каналов Интернета на одного пользователя интернета, кбит/с                 | 20,0                    |                      |
| 1.5. Цена фиксированной широкополосной связи (доля ВВП на душу населения), %   | 20,0                    |                      |
| 2. Субиндекс «Интенсивность использования Интернета»   |                         | 15,0                 |
| 2.1. Поиск информации, чтение новостей, в процентах от общего числа пользователей                                    | 16,7                    |                      |
| 2.2. Общение в социальных сетях, в процентах от общего числа пользователей   | 16,7                    |                      |
| 2.3. Просмотр, прослушивание и скачивание медиаконтента, в процентах от общего числа пользователей                   | 16,7                    |                      |
| 2.4. Осуществление финансовых операций, в процентах от общего числа пользователей                                    | 16,7                    |                      |
| 2.5. Покупка товаров, получение услуг, в процентах от общего числа пользователей                                     | 16,7                    |                      |
| 2.6. Взаимодействие с органами государственного управления, в процентах от общего числа пользователей                | 16,7                    |                      |
| 3. Субиндекс «Человеческий капитал»  |                         | 20,0                 |
| 3.1. Уровень грамотности взрослого населения, %  | 25,0                    |                      |
| 3.2. Удельный вес охвата населения начальным, средним и высшим образованием, процентов                               | 25,0                    |                      |
| 3.3. Фактическая продолжительность образования, лет  | 25,0                    |                      |
| 3.4. Удельный вес интернет-пользователей, имеющих базовые цифровые навыки, в общем количестве пользователей          | 25,0                    |                      |
| 4. Субиндекс «Цифровизация экономики»  |                         | 20,0                 |
| 4.1. Удельный вес организаций, использующих ШПД, в процентах от общего числа организаций, имеющих доступ к Интернету | 33,3                    |                      |
| 4.2. Удельный вес списочной численности работников организаций сектора ИКТ в списочной численности работников, %     | 33,3                    |                      |
| 4.3. Удельный вес организаций, имеющих веб-сайт, в общем количестве организаций, %                                   | 33,3                    |                      |
| 5. Субиндекс «Результативность цифровой трансформации экономики»   |                         | 25,0                 |
| 5.1. Доля валовой добавленной стоимости сектора ИКТ в валовой добавленной стоимости по экономике, %                  | 25,0                    |                      |
| 5.2. Доля экспорта ИКТ-услуг в общем объеме экспорта услуг, %  | 25,0                    |                      |
| 5.3. Экспорт ИКТ-услуг на 1000 долл. ВВП по ППС, долл. США   | 25,0                    |                      |
| 5.4. Удельный вес розничного товарооборота через интернет-магазины в розничном товарообороте торговли, %             | 25,0                    |                      |

Примечание. Собственная разработка.  
 Note. Own development.

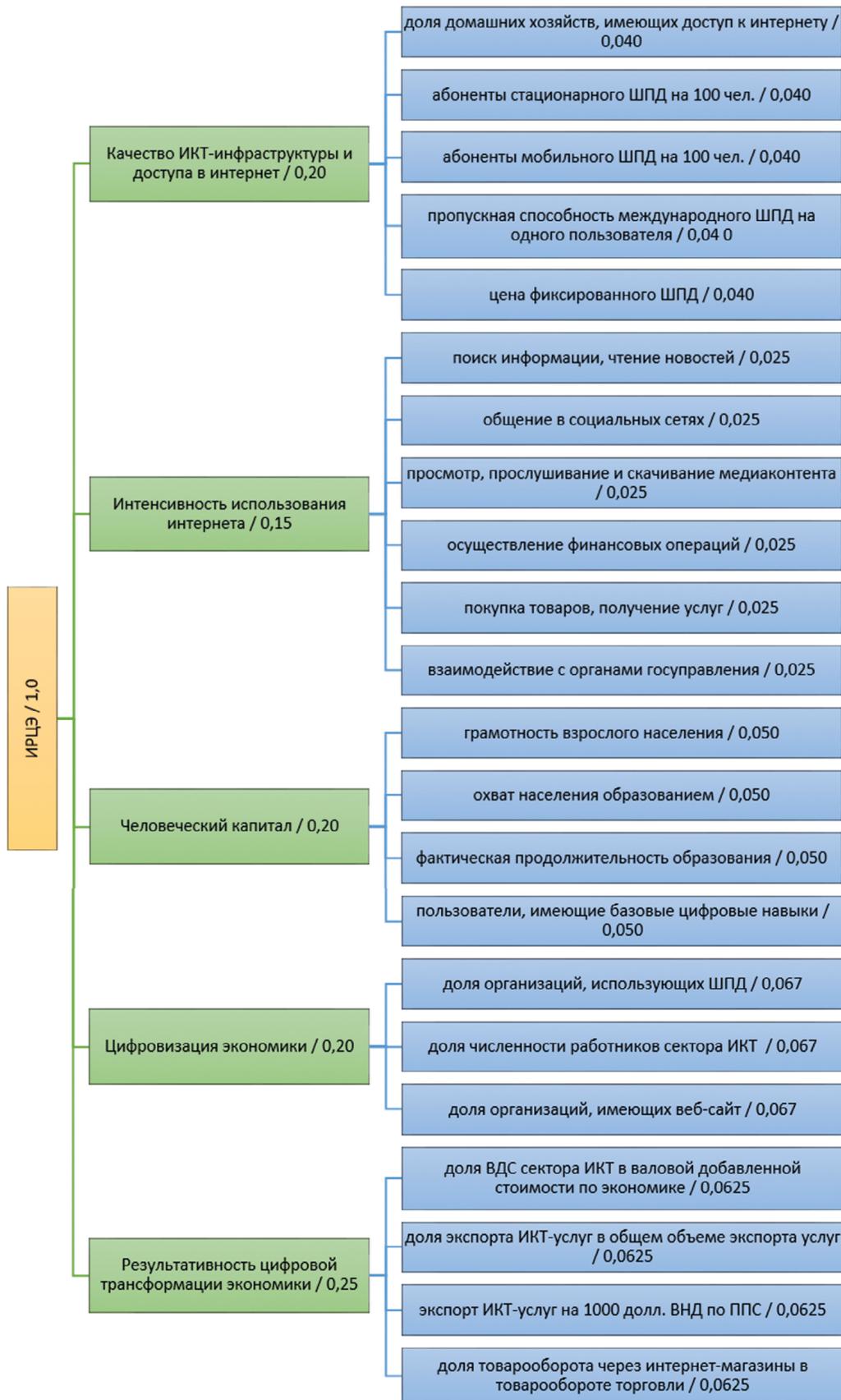


Рис. 1. Качественная схема структуры индекса развития цифровой экономики с указанием весовых коэффициентов показателей

Fig. 1. Qualitative scheme of the structure of the Index of the development of the digital economy with indication of the weight coefficients of indicators

Субиндекс «Качество ИКТ-инфраструктуры и доступа в Интернет» характеризует наличие условий для развития цифровой экономики. Показатели, входящие в этот субиндекс, оценивают уровень использования Интернета населением страны и ИКТ-технологий в сфере бизнеса. Основными показателями являются распространение мобильной телефонии; использование домашними хозяйствами Интернета (в т. ч. с широкополосным доступом); пропускная способность международных каналов Интернета на одного пользователя; доступность Интернета в стране как уровень расходов на подписку на фиксированный ШПД.

Субиндекс «Интенсивность использования Интернета» учитывает активность использования населением и бизнесом различных сервисов в Интернете. Основными показателями являются: использование социальных сетей и другого интернет-контента (новостей, музыки, видео), использование совершеннолетними гражданами интернет-банкинга и е-торговли.

Субиндекс «Человеческий капитал» характеризует человеческий капитал как самостоятельный ресурс и важный элемент национального богатства, накопленный запас ИКТ-навыков и знаний.

Субиндекс «Цифровизация экономики» отражает степень интеграции бизнеса с цифровыми технологиями. Его показатели характеризует использование предприятиями ИКТ для проведения платежей, использование интернет-маркетинга, способность компаний по усовершенствованию продукции на основе цифровых решений.

Субиндекс «Результативность цифровой трансформации экономики» оценивает экономические последствия, возникающие в результате использования технологий цифровой экономики. Измерение результативности цифровой трансформации экономики базируется на оценке объема цифровой продукции (товары, работы, услуги), отношении объема поступлений от экспорта цифровых услуг к ВВП (вклад ИКТ-экспорта в формирование ВВП).

Методика расчета ИРЦЭ была проверена на информации из отчетов ООН, МСЭ, Всемирного банка, Евростата за 2016 г. [8; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17] (сведения по некоторым показателям за 2017 г. еще отсутствуют). Сравнение развития цифровой экономики в странах ЕАЭС было проведено с несколькими европейскими странами, к числу которых были отнесены: «локомотив» европейской экономики — Германия; европейские лидеры цифрового развития — Великобритания, Дания, Финляндия, Швеция; страны Балтии —

Латвия, Литва, Эстония; страны ЦВЕ, с которыми мы находились в 1991 г. в приблизительно равных стартовых условиях — Болгария, Венгрия, Румыния, Чехия.

Расчет субиндексов и сводного ИРЦЭ проводился также с целью выявления проблемных областей и выдачи на этой основе рекомендаций по развитию тех или иных направлений цифровизации народного хозяйства Беларуси. Итоги расчетов субиндексов и композитного ИРЦЭ представлены в таблице 4.

В таблице 4 позиции Беларуси в плане развития цифровой экономики предстают в более оптимистичном свете, нежели в таблице 1, где Беларусь среди стран ЕАЭС (без учета Армении и Кыргызстана, рейтинг которых в ИРЦЭ не рассчитывался из-за недостатка статистической информации) и ЕС занимает последнее место. По итогам проведенных расчетов рейтинговая оценка Беларуси превосходит композитный индекс четырех стран.

Сравнение Беларуси со странами ЕС и ЕАЭС по ИРЦЭ показывает, что развитие цифровой экономики в нашей стране значительно опережает Болгарию, Румынию и страны ЕАЭС, незначительно отстает от среднего по ЕС (Германия, Чехия, Латвия, Литва, Венгрия), однако очень заметно уступает европейским лидерам. То, о чем раньше можно было лишь предполагать, сейчас подкреплено выполненными расчетами: отношение ИРЦЭ шести стран, расположившихся выше по рейтингу, чем наша страна, к ИРЦЭ Беларуси составляет от 1,0 до 1,2, таким образом Беларусь находилась бы на уровне крепких европейских «средняков», если бы не наличие некоторых проблемных областей, на которые и хотелось бы в дальнейшем обратить особое внимание.

Несмотря на неплохие темпы роста рынка Интернета в нашей стране, пока сохраняется определенное отставание Беларуси от среднеевропейских показателей развития и доступности для населения услуг ШПД доступа в Интернет. Развитие Интернета сдерживает, прежде всего, недостаточная мотивация его использования. Определяющим фактором также является относительно невысокая по сравнению с развитыми странами платежеспособность населения и, как результат, неудовлетворительные показатели обеспеченности компьютерами домашних хозяйств нашей страны и также все еще недостаточные показатели по степени интегрированности в глобальное веб-пространство.

По уровню использования Интернета населением, а особенно по оказанию государствен-

Таблица 4. Значения индекса развития цифровой экономики для некоторых стран ЕАЭС и ЕС  
 Table 4. The values of the index of development of the digital economy for some countries of the EAEU and the EU

| Страна          | Качество ИКТ-инфраструктуры и доступа в Интернет | Интенсивность использования Интернета | Человеческий капитал | Цифровизация экономики | Результативность цифровой трансформации экономики | ИРЦЭ          |
|-----------------|--|---------------------------------------|----------------------|------------------------|---|---------------|
| Швеция          | 0,8141   | 0,9343                                | 0,6604               | 0,9334                 | 0,9235  | 0,8526        |
| Финляндия       | 0,6606   | 0,8944                                | 0,6122               | 0,9964                 | 0,8304  | 0,7956        |
| Великобритания  | 0,8165   | 0,7734                                | 0,7056               | 0,8693                 | 0,6487  | 0,7565        |
| Дания           | 0,7710   | 0,9473                                | 0,7147               | 0,8024                 | 0,5330  | 0,7330        |
| Эстония         | 0,5683   | 0,8301                                | 0,5384               | 0,8839                 | 0,5668  | 0,6643        |
| Германия        | 0,5384   | 0,5408                                | 0,6155               | 0,7231                 | 0,4879  | 0,5785        |
| Чехия           | 0,4228   | 0,5272                                | 0,4954               | 0,8073                 | 0,5564  | 0,5633        |
| Латвия          | 0,3623   | 0,7095                                | 0,5931               | 0,7003                 | 0,4128  | 0,5408        |
| Литва           | 0,3763   | 0,6874                                | 0,6199               | 0,7212                 | 0,2721  | 0,5146        |
| Венгрия         | 0,2469   | 0,5845                                | 0,5183               | 0,7668                 | 0,4295  | 0,5015        |
| Польша          | 0,3256   | 0,4837                                | 0,5650               | 0,6786                 | 0,3297  | 0,4688        |
| <b>Беларусь</b> | <b>0,3118</b>                                    | <b>0,4980</b>                         | <b>0,5548</b>        | <b>0,6458</b>          | <b>0,3481</b>                                     | <b>0,4642</b> |
| Румыния         | 0,3263   | 0,4525                                | 0,1353               | 0,6239                 | 0,3708  | 0,3776        |
| Россия          | 0,3245   | 0,2332                                | 0,4571               | 0,4558                 | 0,2287  | 0,3396        |
| Болгария        | 0,2464   | 0,4308                                | 0,0512               | 0,6212                 | 0,3466  | 0,3350        |
| Казахстан       | 0,3710   | 0,1590                                | 0,4732               | 0,0000                 | 0,0000  | 0,1927        |

Примечание. Разработано на основе [8; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17].

Note. Developed on the basis of [8; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17].

ных цифровых услуг, Беларусь опережает всего пять стран. По развитию человеческого капитала Беларусь находится на средневропейском уровне и несколько отстает от лидеров (Великобритании, Дании и Литвы) в первую очередь за счет низкого уровня обладания элементарными цифровыми навыками (40 % против 50–60 % у стран Балтии). ИКТ-инфраструктура, которая отвечает современным требованиям и обеспечивает возможность цифровой трансформации социально-экономической жизни Беларуси, ничего не значит без должного развития человеческого капитала. Если население не будет уметь

пользоваться теми возможностями и преимуществами, которые предоставляются новейшими цифровыми технологиями (e-gov, e-commerce, e-learning, Smart City), то формируемая доступная высокоскоростная сеть передачи данных не сможет эффективно применяться. Развитие цифровых навыков населения является основой роста всех отраслей белорусской экономики и имеет жизненно важное значение для обеспечения доступа к государственным и частным цифровым услугам, а также для повышения конкурентоспособности как отдельно взятого предприятия, так и страны в целом.

С целью преодоления отсталости от ведущих цифровых стран следует создавать общество, обладающее необходимыми цифровыми навыками. Для ускорения развития использования Интернета населением необходимо продолжить обучение широких слоев населения цифровой грамотности, расширить социальную базу использования ИКТ и повысить их социальную востребованность; обеспечить возможность использования ИКТ, в частности Интернета, как можно более широкому слою населения в Беларуси.

Процессы внедрения и применения ИКТ выступают одним из ключевых условий повышения эффективности использования факторов производства, стимулирования экономического роста, формирования у отечественных товаропроизводителей устойчивых конкурентных преимуществ на внутреннем и внешнем рынках, генерирования инноваций. В Беларуси по итогам 2016 г. доля валовой добавленной стоимости белорусского сектора ИКТ в валовой добавленной стоимости по экономике оценивается в 5,2 %, при этом лишь две из анализируемых стран превзошли отечественный результат — это цифровые лидеры ЕС Великобритания (5,7 %) и Швеция (6,1 %).

Доля экспорта ИКТ-услуг в общем объеме экспорта услуг у Беларуси достаточно велика — 24,6 %, однако у Германии, Швеции и Финляндии этот показатель намного выше (40,7 %, 46,6 %, и 48,9 % соответственно). Развитие торговли товарами и услугами посредством Интернета в Беларуси находится едва ли не в стадии формирования (2,3 % в розничном товарообороте торговли). В итоге по результативности цифровой трансформации экономики мы занимаем 3-е место с конца рейтинга.

В целях дальнейшего развития цифровой экономики страны необходимо заложить в промышленности и сельском хозяйстве основы технологий, которые будут необходимы для цифровизации белорусской экономики. В качестве примера такой технологии можно привести пятое поколение мобильной связи 5G, которая может стать базовой инфраструктурой для мира виртуальной реальности, интернета вещей, потокового воспроизведения высококачественного видео, интернет-телевидения, появления все большего числа устройств, работающих по принципу «always online». Увеличение пропускной способности сетей передачи данных окажет положительное влияние на возможности транзитного потенциала страны, а также на качество и объем накопленной информации.

**Заключение.** На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что на сегодняшний

день сформирован достаточно обширный аппарат оценки степени развития цифровой экономики с помощью различных международных композитных индексов.

Вместе с тем международные методики оценки развития цифровой экономики не лишены недостатков, к которым можно отнести оценку в основном ИКТ-инфраструктуры и интернет-вовлеченности населения. В этой связи появилась необходимость разработки Индекса развития цифровой экономики (ИРЦЭ), которой позволит выявить проблемные места процесса цифровизации в Республике Беларусь, устранить существующие проблемы и тем самым повысить позиции Беларуси в различных мировых цифровых рейтингах.

Методология формирования рейтинга стран по уровню развития цифровой экономики создана в виде иерархической трехуровневой модели: готовность страны к внедрению новых цифровых технологий; интенсивность применения цифровых технологий в народном хозяйстве; влияние цифровых технологий.

Проверка методики расчета ИРЦЭ путем сравнения по широкому ряду показателей Республики Беларусь с несколькими европейскими странами показала, что развитие цифровой экономики в нашей стране значительно опережает Болгарию, Румынию и страны ЕАЭС, незначительно отстает от среднего по ЕС (Германия, Чехия, Латвия, Литва, Венгрия), однако очень заметно уступает европейским лидерам.

Рейтинг на основе ИРЦЭ показывает, что в Беларуси необходимо развитие и укрепление ИКТ-инфраструктуры, прежде всего за счет повышения доступности для домашних хозяйств компьютеров, снижения расходов на оплату услуг связи в общем объеме потребительских расходов, повышения пропускной способности международных каналов ШПД.

Таким образом, требуется усиление инвестиционной активности в сфере цифровой экономики, стимулируемое соответствующей государственной политикой, также необходима дальнейшая цифровизация бизнес-процессов в компаниях, что повлечет за собой рост эффективности, сокращение временных и стоимостных затрат. В целом принятие подобных мер приведет к обеспечению высоких конкурентных позиций нашей страны в мировой экономике в силу того, что между уровнем «продвинутости» сектора ИКТ и уровнем экономического развития имеет место прямая связь: чем больше значение индекса развития цифровой экономики, тем выше ее ВВП.

## Список литературы

1. Measuring the Information Society Report. Volume 1. – Geneva: ITU, 2017. – 156 p.
2. Об утверждении Государственной программы развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 годы: Постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 23 марта 2016 г., № 235; в ред. Постановления Совета Министров Респ. Беларусь от 22.03.2017 г. № 215 [Электронный ресурс] // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2018.
3. The Digital Economy and Society Index (DESI) [Electronic resource] // European Commission. – Mode of Access: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>. – Date of access: 03.06.2018.
4. IMD World Digital Competitiveness Ranking 2017. – IMD World Competitiveness Center, 2017. – 180 p.
5. Digital Planet 2017: How Competitiveness And Trust In Digital Economies Vary Across The World / Bhaskar Chakravorti, Ravi Shankar Chaturvedi. – The Fletcher School, Tufts University, 2017. – 70 p.
6. Банке Б. Россия онлайн? Догнать нельзя отстать. Июнь 2016 / Б. Банке [и др.] [Электронный ресурс] // The Boston Consulting Group. – Режим доступа: [http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Russia-Online\\_tcm27-152058.pdf](http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Russia-Online_tcm27-152058.pdf). – Дата доступа: 05.07.2018.
7. The Global Information Technology Report 2016: Innovating in the Digital Economy / Silja Baller, Soumitra Dutta, Bruno Lanvin. – Geneva: Cornell University, INSEAD, WEF, 2017. – 463 p.
8. United Nations E-Government Survey 2016: E-Government In Support Of Sustainable Development. – United Nations, 2016. – 217 p.
9. Tap Into New Growth With Intelligent Connectivity. Mapping your transformation into a digital economy with GCI 2018 [Electronic resource] // Huawei, Oxford Economics. – Mode of Access: [http://www.huawei.com/minisite/gci/assets/files/gci\\_2018\\_whitepaper\\_en.pdf?v=20180605](http://www.huawei.com/minisite/gci/assets/files/gci_2018_whitepaper_en.pdf?v=20180605). – Date of access: 06.07.2018.
10. The Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation / Editors: S. Dutta, F. Gurry, B. Lanvin. – Geneva: Cornell University, INSEAD, WIPO, 2018. – 430 p.
11. Measuring the Information Society Report. Volume 2: ICT country profiles. – Geneva: ITU, 2017. – 252 p.
12. Digital economy and society. Main Tables [Electronic resource] // Eurostat. – Mode of Access: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/data/main-tables>. – Date of access: 08.07.2018.
13. Telecommunications [Electronic resource] // Data Portal «IndexMundi». – Mode of Access: <https://www.indexmundi.com/factbook/topics/telecommunications>. – Date of access: 08.07.2018.
14. ICT service exports (% of service exports, BoP) [Electronic resource] // The World Bank Group. – Mode of Access: <https://data.worldbank.org/indicator/BX.GSR.CCIS.ZS>. – Date of access: 07.07.2018.
15. Информационное общество в Республике Беларусь: статистический сборник / предс. ред. коллегии И.С. Кангро. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2017. – 109 с.
16. Абдрахманова, Г. И. Индикаторы цифровой экономики: статистический сборник / Г. И. Абдрахманова [и др.]; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2017. – 320 с.
17. Отчет по отрасли информационно-коммуникационных технологий в Республике Казахстан. – Астана: Зерде, КРМГ в Казахстане и Центральной Азии, 2017. – 48 с.

## References

1. Measuring the Information Society Report. Volume 1. Geneva, ITU, 2017. 156 p.
2. *Ob utverzhdanii Gosudarstvennoj programmy razvitija cifrovoj jekonomiki i informacionnogo obshhestva na 2016-2020 gody: Postanovlenie Soveta Ministrov Resp. Belarus', 23 marta 2016 g., № 235; v red. Postanovlenija Soveta Ministrov Resp. Belarus' ot 22.03.2017 g. № 215* [On the approval of the State Program for the Development of the Digital Economy and the Information Society for 2016-2020: Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Resp. Belarus, 23 March 2016, No. 235; in Ed. Decisions of the Council of Ministers of the Republic of Belarus as of 22.03.2017 No. 215]. YurSpektr, National. center of legal information. Rep. of Belarus. Minsk, 2018 (in Russian).
3. The Digital Economy and Society Index (DESI) // European Commission. Available at: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi> (accessed: 03.06.2018).
4. IMD World Digital Competitiveness Ranking 2017. IMD World Competitiveness Center, 2017. 180 p.
5. Bhaskar Chakravorti, Ravi Shankar Chaturvedi. Digital Planet 2017: How Competitiveness And Trust In Digital Economies Vary Across The World. The Fletcher School, Tufts University, 2017. 70 p.
6. Banke B., Butenko V., Kotov I. *Rossija onlajn? Dognat' nel'zja otstat'. Ijun' 2016* [Russia online? Catch up can not be left behind. June 2016] // The Boston Consulting Group. Available at: [http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Russia-Online\\_tcm27-152058.pdf](http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Russia-Online_tcm27-152058.pdf) (accessed: 07.05.2018) (in Russian).
7. Silja Baller, Soumitra Dutta, Bruno Lanvin. The Global Information Technology Report 2016: Innovating in the Digital Economy. Geneva, Cornell University, INSEAD, WEF, 2017. 463 p.
8. United Nations E-Government Survey 2016: E-Government In Support Of Sustainable Development. United Nations, 2016. 217 p.

9. Tap Into New Growth With Intelligent Connectivity. Mapping your transformation into a digital economy with GCI 2018 // Huawei, Oxford Economics. Available at: [http://www.huawei.com/minisite/gci/assets/files/gci\\_2018\\_whitepaper\\_en.pdf?v=20180605](http://www.huawei.com/minisite/gci/assets/files/gci_2018_whitepaper_en.pdf?v=20180605) (accessed: 06.07.2018).
10. The Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation. Geneva, Cornell University, INSEAD, WIPO, 2018. 430 p.
11. Measuring the Information Society Report. Volume 2: ICT country profiles. Geneva, ITU, 2017. 252 p.
12. Digital economy and society. Main Tables // Eurostat. Available at: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/data/main-tables> (accessed: 08.07.2018).
13. Telecommunications // Data Portal «IndexMundi». Available at: <https://www.indexmundi.com/factbook/topics/telecommunications> (accessed: 08.07.2018).
14. ICT service exports (% of service exports, BoP) // The World Bank Group. Available at: <https://data.worldbank.org/indicator/> (accessed: 07.07.2018).
15. *Informacionnoe obshchestvo v Respublike Belarus': statisticheskij sbornik* [Information Society in the Republic of Belarus: statistical digest]. Minsk, National Statistical Committee of the Republic of Belarus, 2017. 109 p. (in Russian).
16. Abdrakhmanova G. I., Gokhberg L. M., Kevesh M. A. *Indikatoriy cifrovoj jekonomiki: statisticheskij sbornik* [Indicators of the digital economy: a statistical compilation] // Nat. Issled. University Higher School of Economics. Moscow, NIU HSE, 2017. 320 p. (in Russian).
17. *Otchet po otrasli informacionno-kommunikacionnyh tehnologij v Respublike Kazahstan* [Report on the industry of information and communication technologies in the Republic of Kazakhstan]. Astana, Zerde, KPMG in Kazakhstan and Central Asia, 2017. 48 p. (in Russian).

Received: 16.07.2018

Поступила: 16.07.2018

## Методика исследования интеллектуальной составляющей электронной экономики

**В. С. Князькова**, магистр экономических наук, магистр технических наук, преподаватель

E-mail: veronika\_@tut.by

УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», ул. П. Бровки, д. 6, 220013, г. Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** В статье приведена методика, позволяющая исследовать интеллектуальную составляющую электронной экономической системы, под которой автор понимает имеющиеся в распоряжении этой системы знания, способности и навыки населения (которые могут быть использованы для достижения целей существования и развития данной системы.), а также систему их приобретения, хранения и передачи. Предлагаемая методика основана на приобретении навыков в сфере информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и изучении особенностей поведения населения Республики Беларусь в электронной экономической среде, что предполагает проведение социологического исследования. В статье также предложена методика обоснования выборочной совокупности для проведения такого рода исследований. Приводятся результаты проведенного автором исследования по уровню и частоте использования компьютерных устройств и сети Интернет населением Беларуси, а также исследуются факторы, оказывающие влияние на данные характеристики развития интеллектуальной составляющей электронной экономики Республики Беларусь.

**Ключевые слова:** электронная (цифровая) экономика; сеть Интернет; пользователи сети Интернет; интеллектуальный потенциал электронной экономики; цифровой разрыв

**Для цитирования:** Князькова, В. С. Методика исследования интеллектуальной составляющей электронной экономики / В. С. Князькова // Цифровая трансформация. – 2018. – № 2 (3). – С. 19–28.



© Цифровая трансформация, 2018

## The Methodology of Intellectual Component of E-economy Research

**V. S. Knyazkova**, Master of Economic Sciences, Master of Technical Sciences, Lecturer

E-mail: veronika\_@tut.by

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,  
6 P. Brovka Str., 220013 Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** The article proposes a methodology that can be used to study the intellectual component of the e-economy system, under which the author understands the knowledge, abilities and skills of the population that are at the disposal of this system, as well as the system of their acquisition, storage and transfer that can be used to achieve the goals of the existence and development of this system. The proposed methodology is based on the study of skills in the field of information and communication technologies (ICT) and behavioral features of the population of the Republic of Belarus in the e-economy environment, which means the need of conducting a sociological survey. The article also proposes a methodology for justifying a sample population for carrying out such research. Results of the research conducted by the author on the level and frequency of use of computer devices and the Internet by the population of Belarus are presented, as well as factors influencing these characteristics of the development of the intellectual component of the e-economy of the Republic of Belarus.

**Key words:** e-economy (digital economy); Internet; Internet users; intellectual potential of e- economy; digital divide

**For citation:** Knyazkova V. S. The Methodology of Intellectual Component of E-economy Research. *Cifrovaja transformacija* [Digital transformation], 2018, 2 (3), pp. 19–28 (in Russian).

© Digital Transformation, 2018

**Введение.** В Республике Беларусь развитие информационного общества и электронной (цифровой) экономики рассматривается как один из основных факторов обеспечения конкурентоспособности и инновационного развития национальной экономики. Наша страна активно сотрудничает по данному вопросу с такими организациями, как Международный союз электросвязи, ООН, Всемирный банк, Евразийский экономический союз [1]. Белорусский ученый-исследователь в данной предметной области Беляцкая Т. Н. под электронной (цифровой) экономикой понимает эволюционную стадию развития экономической системы (вслед за традиционной и индустриальной), основным фактором роста которой становится конвергенция ИКТ и иных отраслевых технологий, порождающая новую отрасль экономики — электронный бизнес. Беляцкая Т. Н. выделяет в электронной экономической системе три уровня: 1) макросистема (электронная экономика национальная или межнациональная), 2) мезосистема (электронный рынок или иерархия) и 3) микросистема (электронный бизнес) [2–5].

Совершенствование электронной экономики сопряжено с развитием так называемого цифрового капитала [6]. Данное понятие было введено аналитиками компании McKinsey и определено ими как ресурсы, необходимые для разработки новой продукции и услуг в цифровой экономике. Цифровой капитал может быть в двух формах. Первая — это так называемые традиционные активы — основные средства, такие как сервера, маршрутизаторы, веб-порталы и базовое программное обеспечение, позволяющее работать в сети Интернет. Вторая форма цифрового капитала — нематериальные активы. К ним относятся и уникальные разработки, способствующие развитию цифровых технологий, и бизнес-модели монетизации деловой активности в сети Интернет, и поведение пользователей, и окружение, побуждающее потребителей приобретать цифровую продукцию и услуги, и возможности, предоставляемые такими технологиями, как big-data, способствующие росту и расширению бизнеса. Таким образом, развитие электронной экономики возможно лишь при условии совершенствования как ее материально-технической базы (например, информационно-коммуникационной инфраструктуры), так и нематериальной составляющей, которая формируется на базе интеллектуального потенциала (ИП) социально-экономической системы.

Под ИП электронной экономики будем понимать имеющиеся в распоряжении электронной экономической системы знания, способности и навыки населения, которые могут быть использованы для достижения целей ее существования и развития, а также систему их приобретения, хранения и передачи.

Системообразующим элементом ИП любой экономической системы — электронной в том числе — является человек, его знания, навыки, умения, а также то, как он умеет их применять в профессиональной деятельности и в быту. При всей значимости данного элемента существуют объективные сложности его измерения и оценки. Международная практика предлагает несколько вариантов. Так, ЮНЕСКО рассчитывает индекс ОДВ (ОДВ — образование для всех) [7]. Этот индекс строится на основе достижения шести целей программы «Образование для всех», которые включают всеобщее начальное образование, грамотность взрослых, качество образования, пол. Более специфическое исследование, направленное на оценку уровня общей грамотности населения, в том числе в сфере ИКТ, проводится ОЭСР. Данная организация инициировала разработку, организацию и проведение нового международного сравнительного исследования взрослых, получившее название «Исследование навыков взрослых как часть Программы по международной оценке компетенций взрослых (PIAAC)» [8]. В данной программе навыки были условно разделены на три группы: грамотность, умение считать и умение решать задачи с использованием современных технологий (навыки в сфере ИКТ входят в последнюю группу). В нашей стране исследование не проводилось. Этот факт и послужил «толчком» к тому, что на кафедре менеджмента БГУИР под руководством зав. кафедрой Беляцкой Т. Н. автор провела исследование, целью которого было оценить интеллектуальный потенциал электронной экономики Республики Беларусь, в том числе оценить уровень навыков населения в сфере ИКТ и факторы, на него влияющие.

**Основная часть.** Исследование проводилось путем опроса населения Республики Беларусь. Предлагаемая методика оценки интеллектуальной составляющей электронной экономики приведена на рисунке 1.

В соответствии с данной методикой на первом этапе была сформулирована основная цель исследования — изучение и оценка интеллектуального потенциала населения с точки зрения развития электронной экономики в Республике Беларусь.

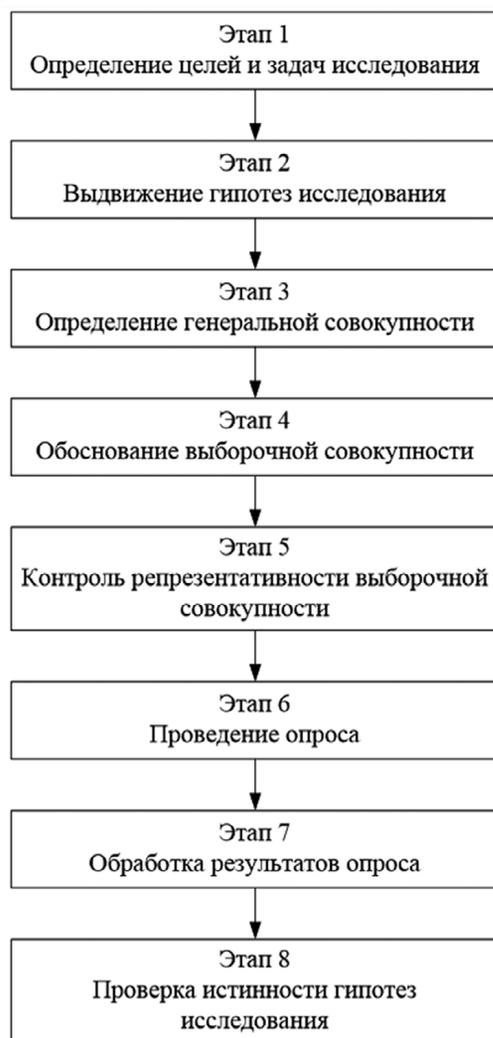


Рис. 1. Методика оценки интеллектуальной составляющей электронной экономики  
 Fig. 1. Methodology for assessing the intellectual component of the e-economy

Основная гипотеза исследования была сформулирована следующим образом. Проведенный предварительный анализ статистических данных об уровне образования населения, расходах государства на образование и науку, а также охвате телекоммуникационной инфраструктурой территории Республики Беларусь позволяет предположить, что одним из основных факторов, оказывающих влияние на интеллектуальный потенциал индивида в электронной экономической системе, в том числе на его навыки в сфере ИКТ, является возраст. Основная гипотеза нейтральна по отношению к другим факторам, влияющим на интеллектуальный потенциал индивида в электронной экономической системе, такие как пол, регион проживания и тип населенного пункта, а также образование. Следовательно, целесообразно сформулировать дополнительные гипотезы:

1) регион проживания не влияет на интеллектуальный потенциал индивида в электронной

экономической системе;

2) пол не влияет на интеллектуальный потенциал индивида в электронной экономической системе;

3) тип населенного пункта (город или сельский населенный пункт) влияет на интеллектуальный потенциал индивида в электронной экономической системе;

4) уровень образования индивида влияет на его интеллектуальный потенциал в электронной экономической системе.

В соответствии с основной гипотезой в анкете присутствуют шесть блоков вопросов. Первый блок называется «Частота использования компьютерной техники и сети Интернет. Доступ к сети Интернет из дома», второй — «Покупательская активность в сети Интернет», третий — «Продолжительность использования компьютерной техники, программных продуктов и сети Интернет. Цели использования», четвертый — «Пути

приобретения навыков в сфере ИКТ. Самооценка их уровня», пятый — «Навыки в сфере ИКТ». Шестой блок анкеты содержит социально-демографические характеристики респондента.

Генеральная совокупность — население Республики Беларусь в возрасте 18 лет и старше. Решение об исключении из генеральной (и, соответственно, выборочной) совокупности лиц младше 18 лет обусловлено тем, что в соответствии со статьей 20 Гражданского кодекса Республики Беларусь гражданская дееспособность лица возникает в полном объеме с наступлением совершеннолетия по достижении им восемнадцатилетнего возраста.

В случае, если генеральная совокупность велика, — как в случае проводимого исследования по Республике Беларусь — ее следует разделить на однородные части, а затем осуществлять отбор единиц внутри этих частей, то есть формировать выборочную совокупность.

При проведении опроса автором была также разработана и апробирована методика обоснования выборочной совокупности для исследования интеллектуальной составляющей электронной экономики, которая может быть использована при приведении подобного рода анализа электронных экономических систем.

Обоснование выборочной совокупности проводилось на основании методических рекомендаций, изложенных в [9–12].

В проведенном нами исследовании определение выборочной совокупности происходило путем разделения исходной генеральной совокупности на качественно однородные слои по принадлежности к географическому региону, а также по признаку «пол» и «возраст» (использовались районированная и квотная выборка). В основе построения районированной выборки были положены семь экономико-географических зон (г. Минск; Минская область; Брестская область; Витебская область; Гомельская область; Гродненская область; Могилевская область), в каждой из которых выделялись городское и сельское население. В качестве источника информации о генеральной совокупности (населении Республики Беларусь) выступили статистические материалы Национального статистического комитета Республики Беларусь.

Пожалуй, самой сложной методической задачей на данном этапе стало определение того объема выборки, который бы обеспечивал ее репрезентативность. Требование репрезентативности является основным, так как резуль-

таты исследования части единиц (объектов) необходимо распространять на всю генеральную совокупность. Другими словами, выборочная совокупность на момент опроса должна выступать моделью генеральной совокупности. Только в случае полного совпадения (в той же пропорции и/или с той же частотой) основных характеристик выборочной совокупности с такими же характеристиками генеральной совокупности можно говорить о генерализуемости (распространении) полученных результатов исследования на исходную совокупность.

Объем выборки зависит от ряда факторов: цель исследования, уровень однородности (или разнородности) изучаемых объектов, а также уровень доверительного интервала допустимой ошибки, который задается целесообразной точностью итоговых обобщений.

Методика расчета объема выборки включает в себя шесть этапов, приведенных на рисунке 2. Предлагаемая методика основана на оценке среднего, так как, во-первых, исследователю известны все характеристики генеральной совокупности, и, во-вторых, необходимо решить поставленную задачу (изучить количественные характеристики исследуемого объекта), при этом нас интересует среднее значение в генеральной совокупности.

Этап 1 предполагает определение доверительного интервала, то есть диапазона, в котором между верхней и нижней границами с определенной вероятностью находится значение параметра в генеральной совокупности. Нами был выбран доверительный вариант, равный 99 %.

На втором этапе следует определить значение нормированного отклонения оценки ( $z$ ) от среднего значения в зависимости от доверительной вероятности ( $\alpha$ ) полученного результата. Значение  $z$  определяется по статистическим таблицам [13]. При  $\alpha = 99\%$   $z = 2,58$ .

На третьем этапе необходимо определиться с методом отбора объекта наблюдения в выборочную совокупность. В зависимости от выбранного метода выделяют два типа выборки — повторная либо бесповторная. При повторном отборе исследователь возвращает попавшую в выборку единицу наблюдения после регистрации (получения информации); таким образом, единица наблюдения может неоднократно включаться в выборку, и генеральная совокупность не меняется. При бесповторной выборке единица наблюдения, попавшая в выборочную совокупность, удаляется из генеральной совокупности;

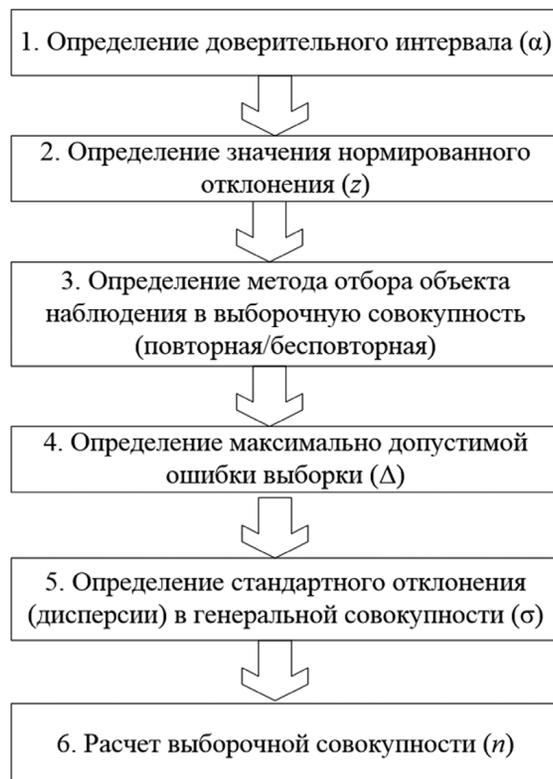


Рис. 2. Методика расчета объема выборки для оценки интеллектуальной составляющей электронной экономики  
 Fig. 2. Methodology for calculating the sample size for assessing the intellectual component of the e-economy

таким образом, объем генеральной совокупности в процессе исследования сокращается. Отметим, что обычно в социально-экономической статистике не применяется повторная выборка; тем не менее, данная методика может применяться для любых объемов генеральной совокупности, поэтому мы акцентируем внимание на данном вопросе.

На четвертом этапе определяется максимально допустимая ошибка выборки  $\Delta$ , которая зависит от выбранного доверительного интервала. На этапе 1 нами был выбран доверительный вариант, равный 99 %. Следовательно, допустимая ошибка выборки  $\Delta$  равна 1 % или 0,01.

На пятом этапе определяется стандартное отклонение среднего (дисперсию) в генеральной совокупности ( $\sigma$ ). Обычно исследователю предлагается использовать значения оценочное или из прошлых исследований. В данном исследовании одной из особенностей является наличие исчерпывающей информации о генеральной совокупности, поэтому дисперсия рассчитывалась на основании данных Национального статистического комитета Республики Беларусь о половозрастной структуре населения Республики Беларусь по формуле 1:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^q (X_i - \bar{X})^2}{q}, \quad 1)$$

где  $\sigma^2$  — стандартное отклонение (дисперсия) в генеральной совокупности;

$X_i$  — значение признака по  $i$ -му объекту наблюдения;

$\bar{X}$  — среднее значение по изучаемому признаку в генеральной совокупности;

$q$  — количество объектов наблюдения (численность генеральной совокупности).

Расчет дисперсии проводился при помощи программного обеспечения Microsoft Excel. Полученные расчеты показали, что значение среднеквадратического отклонения  $\sigma$  равно 0,15, следовательно, значение дисперсии  $\sigma^2$  равно 0,0225.

На заключительном (шестом) этапе проводится расчет выборочной совокупности. Для повторного отбора размер выборки рассчитывается по формуле 2:

$$n = \frac{z^2 \times \sigma^2}{\Delta^2}, \quad (2)$$

где  $n$  — размер выборки;

$z$  — нормируемое отклонение, определяемое на основе выбранного уровня доверительности;

$\sigma$  — стандартное отклонение (дисперсия) в генеральной совокупности;

$\Delta$  — максимально допустимая ошибка выборки.

Для бесповторного отбора размер выборки на основе оценки среднего рассчитывается по формуле 3 [14]:

$$n = \frac{N \times \sigma^2 \times z^2}{z^2 \times \sigma^2 + \Delta^2 \times N}, \quad (3)$$

где  $N$  — объем генеральной совокупности;

$n$  — размер выборки;

$z$  — нормируемое отклонение, определяемое на основе выбранного уровня доверительности;

$\Delta$  — максимально допустимая ошибка выборки;

$\sigma$  — стандартное отклонение (дисперсия) в генеральной совокупности.

На третьем этапе алгоритма реализации методики по расчету объема выборки было указано, что в исследовании будет использоваться бесповторная выборка, следовательно, размер выборки  $n$  будет рассчитан по формуле (3) и составит:

$$n = \frac{7\,652\,480 \times 0,15^2 \times 2,58^2}{2,58^2 \times 0,15^2 + 0,01^2 \times 7\,652\,480} = 1497,4 \approx 1500.$$

Таким образом, объем выборочной совокупности был принят равным 1500 человек; при такой выборке ошибка составляет 2,53 % (или 0,0253), что обеспечивает высокий уровень точности результатов исследования.

Контроль репрезентативности выборки осуществлялся по региональным пропорциям численности населения, пропорциям между городским и сельским населением, пропорциям между мужчинами и женщинами, а также пропорциям между возрастными группами (были выделены семь возрастных групп: 18–24 года; 25–34 года; 35–44 года; 45–54 года; 55–64 года; 65–74 года; 75 лет и старше). Отметим, что удельный вес квоты в выборочной совокупности полностью соответствует ее удельному весу в генеральной совокупности.

Сам опрос был проведен в конце 2017 / начале 2018 года на кафедре менеджмента БГУИР студентами специальности «Экономика электронного бизнеса». Уровень подготовки каждого интервьюера для проведения опроса был достаточным.

Контроль качества заполнения анкеты осуществлялся в несколько этапов:

1) визуальный контроль логичности полученных от респондентов данных на этапе кодирования информации;

2) телефонный контроль с целью проверки факта участия людей в опросе, выяснения соответствия указанных в анкетах социально-демографических характеристик респондентов их реальным социально-демографическим характеристикам);

3) компьютерная проверка базы данных исследования с использованием специализированного программного обеспечения, направленная на поиск анкет, заполненных одинаково или практически одинаково (85–95 % совпадений в ответах) с последующим визуальным сопоставлением и дополнительной телефонной проверкой выявленных анкет.

Обработка результатов опроса так же, как и установление истинности (либо ложности) выдвинутых гипотез, проводилась при помощи программного обеспечения Microsoft Excel, IBM SPSS Statistics.

В рамках данной статьи приведем результаты анализа ответов на вопросы первого блока анкеты «Частота использования компьютерной техники и сети Интернет. Доступ к сети Интернет из дома».

В вопросе «Когда Вы в последний раз использовали компьютер (в понятие «компьютер» здесь включены: персональные компьютеры, ноутбуки, планшеты, смартфоны)?» вариант ответа «В течение последних 3 месяцев» выбрали 70 % респондентов, из них 53 % женщин и 47 % мужчин. Вариант ответа «От 3 месяцев до 1 года назад» выбрали 3,5 % респондентов, из них 39,6 % женщин и 60,4 % мужчин; вариант ответа «Более года назад» выбрали 1,9 % респондентов, из них 43 % женщин и 57 % мужчин; вариант ответа «Не пользуюсь компьютером» выбрали 24,6 % опрошенных, из них 62 % женщин и 38 % мужчин. На вопрос «Когда Вы в последний раз пользовались сетью Интернет?» отвечали респонденты, которые в первом вопросе указали, что они в принципе пользуются компьютером — это 1131 человек. Из них в течение последних 3 месяцев пользовались сетью Интернет 94,5 %; от 3 месяцев до 1 года назад — 2,4 %; более 1 года назад пользовались сетью Интернет 1,5 %; не используют сеть Интернет 1,6 %.

Распределение респондентов по регионам Республики Беларусь, ответивших на данные вопросы «В течение последних 3 месяцев» представлено на рисунке 3.

Таким образом, сложно сказать, что региональный аспект играет решающую роль в использовании компьютеров и сети Интернет так же, как и гендерный.

Далее покажем распределение ответов респондентов на данные вопросы в зависимости от типа населенного пункта. Порядка 75% жителей городов и поселков городского типа Беларуси использовали компьютер и сеть Интернет в течение последних трех месяцев; 55% жителей сельских населенных пунктов использовали компьютер

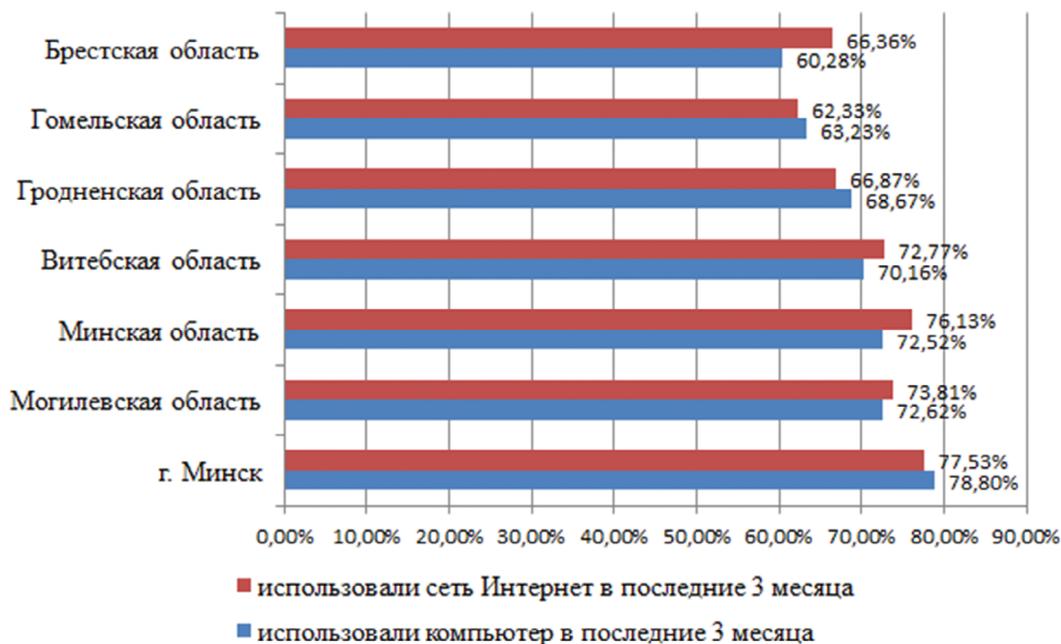


Рис. 3. Распределение респондентов, которые использовали компьютер и сеть Интернет в течение последних трех месяцев, по регионам Республики Беларусь, %

Fig. 3. Distribution of respondents who used the computer and the Internet during the last three months, by regions of the Republic of Belarus, %

(рисунок 4) и 53% использовали сеть Интернет в течение последних трех месяцев.

Таким образом, в городе  $\frac{3}{4}$  жителей постоянно используют компьютер и сеть Интернет, в то время как только половина жителей сельских населенных пунктов активны в данном отношении.

Также подтвердилась гипотеза о том, что уровень образования оказывает влияние на частоту использования компьютера и сети Интернет (рисунок 5).

Из рисунка 5 видно, что минимальный процент использования компьютера и сети Интернет у респондентов с базовым, средним общим и средним специальным (профессионально-техническим) образованием. Свыше 95 % показатель у лиц с неполным высшим и высшим образованием, окончивших магистратуру и имеющих ученую степень.

Отметим также, что дома доступ к сети Интернет имеется у 97,5 % респондентов — из числа тех, кто указал, что пользуется компьютером и использует сеть Интернет в принципе.

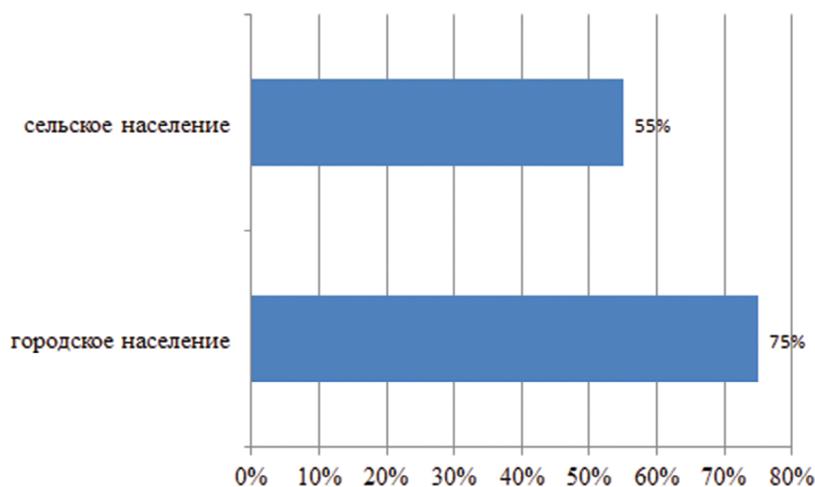


Рис. 4. Распределение респондентов, которые использовали компьютер и сеть Интернет в течение последних трех месяцев, в зависимости от типа населенного пункта, %

Fig. 4. The distribution of respondents who used the computer and the Internet during the last three months, depending on the type of settlement, %



Рис. 5. Распределение респондентов, которые использовали компьютер и сеть Интернет в течение последних трех месяцев, в зависимости от уровня образования, %

Fig. 5. Distribution of respondents who used the computer and the Internet during the last three months, depending on the level of education, %

Но самый значительный «разрыв» в использовании компьютера и сети Интернет — как и предполагалось в гипотезе исследования — был продемонстрирован в зависимости от возраста респондента (рисунок 6).

Из рисунка 6 видно, что в возрасте 18–44 лет более 90% респондентов используют компьютер

и сеть Интернет. Далее этот процент постепенно снижается — в возрасте 55–64 лет только около половины респондентов используют компьютер и сеть Интернет, а уже в возрасте 75 лет и старше ни один респондент не указал, что он использует компьютер и сеть Интернет. Личный опыт автора говорит о том, что в нашей стране есть люди

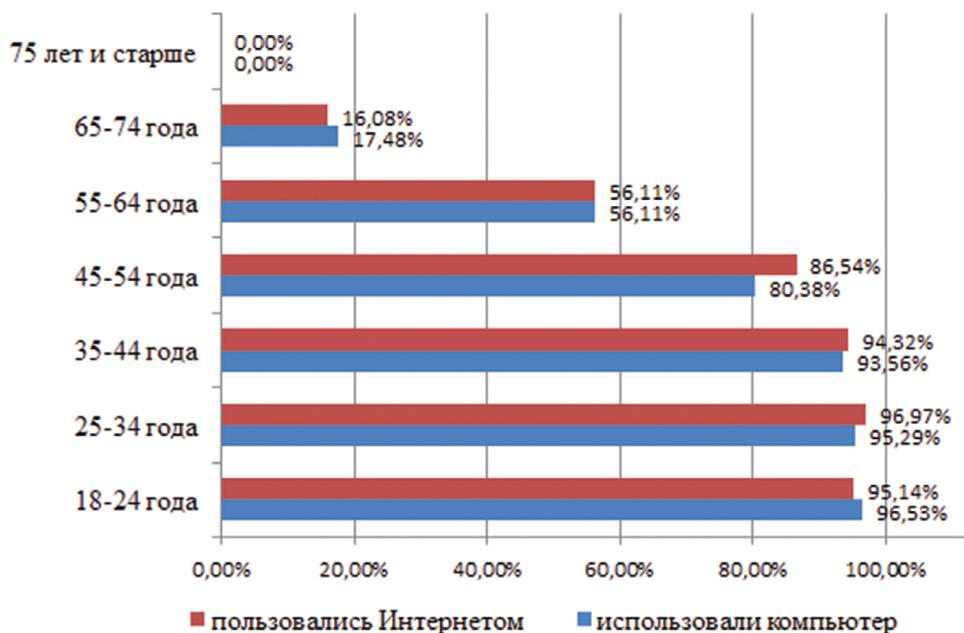


Рис. 6. Распределение респондентов, которые использовали компьютер и сеть Интернет в течение последних трех месяцев, в зависимости от возраста, %

Fig. 6. Distribution of respondents who used the computer and the Internet during the last three months, depending on age, %

старше 75 лет, которые пользуются и тем, и другим; тем не менее их доля, к сожалению, незначительна, и так называемый цифровой разрыв по возрастному признаку очевиден.

**Закключение.** Таким образом, анализ ответов респондентов на вопросы о частоте использования компьютера и сети Интернет подтвердил основную гипотезу исследования о том, что на интеллектуальный потенциал индивида в электронной экономической системе, в том числе на его навыки в сфере ИКТ, ключевое влияние оказывает возраст, а также уровень образования. Следовательно, из информационного общества в целом и электронной экономики в частности выпадает

целый пласт населения — по нашим оценкам порядка 1,5 миллиона человек. Возникает вопрос — что же делать? Ответить на него односложно не так просто, требуется комплексный, системный подход, в основе которого должны лежать концепции непрерывного образования, а также образования для лиц третьего возраста. Ведь именно эта группа населения «выпадает» из таких жизненно необходимых ей цифровых систем электронного правительства, электронного здравоохранения и пр. Все это очерчивает круг задач, которые предстоит решить в ближайшее время в рамках перехода к информационному обществу и электронной экономике в Республике Беларусь.

## Список литературы

1. Лис, П. А. Направления и механизмы реализации цифровой повестки ЕАЭС в Республике Беларусь / П. А. Лис, В. И. Слиж, В. А. Богущ // *Цифровая трансформация*. – 2018. – № 1 (2). – С. 5–13.
2. Беляцкая Т. Н. Методики сравнительного анализа систем электронной экономики // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2017. – № 10 (64). – С. 75–84.
3. Беляцкая, Т. Н. Экосистема электронных рынков и факторы, ее определяющие / Т. Н. Беляцкая // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*. – 2017. – Т. 10, № 6. – С. 9–17.
4. Беляцкая, Т. Н. Экосистема электронной экономики: идентификация и проблематика / Т. Н. Беляцкая // *Азимут научных исследований: экономика и управление*. – 2017. – Т. 6, № 3 (20). – С. 55–59.
5. Беляцкая, Т. Н. Экосистема электронной экономики: интеллектуальная составляющая / Т. Н. Беляцкая, В. С. Князькова // *Вестник Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 2. Гісторыя. Эканоміка. Права*. – 2018. – № 1. – С. 76–84.
6. Bughin J., Manyika J. Measuring the full impact of digital capital / J. Bughin, J. Manyika [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/measuring-the-full-impact-of-digital-capital#0>. – Date of access: 07.01.2018.
7. The Education for All Development Index [Electronic resource] // [unesco.org](https://ru.unesco.org/gem-report/node/888). – Mode of access: <https://ru.unesco.org/gem-report/node/888>. – Date of access: 12.07.2017.
8. Technical Report of the Survey of Adult Skills (PIAAC) [Electronic resource] // [oecd.org](https://www.oecd.org/skills/piaac/_Technical%20Report_17OCT13.pdf). – 2013. – Mode of access: [https://www.oecd.org/skills/piaac/\\_Technical%20Report\\_17OCT13.pdf](https://www.oecd.org/skills/piaac/_Technical%20Report_17OCT13.pdf). – Date of access: 20.04.2017.
9. Добренъков, В. И. Методы социологического исследования: учебник / В. И. Добренъков, А. И. Кравченко. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 768 с.
10. Ядов, В. А. Стратегия социологического исследования. Описание, объяснение, понимание социальной реальности / В. А. Ядов. – 3-е изд., испр. – М.: Омега-Л, 2009. – 567 с.
11. Кравченко, А. И. Методология и методы социологических исследований: учебник для бакалавров / А. И. Кравченко. – М.: Юрайт, 2015. – 828 с.
12. Паниотто, В. И. Количественные методы в социологических исследованиях / В. И. Паниотто. – Киев: Наук. думка, 1982. – 272 с.
13. Малхорта, Н. К. Маркетинговые исследования. Практическое руководство / Н. К. Малхорта. – 4-е изд.: – М.: И. Д. Вильямс, 2007. – 1200 с.
14. Голубков, Е. П. Маркетинговые исследования: теория, методология и практика / Е. П. Голубков. – М.: Финпресс, 1998. – 416 с.

## References

1. Lis P. A., Slizh V. I., Bogush V. A. Directions and mechanisms for the implementation of the digital agenda of the EAEU in the Republic of Belarus. *Tsyfrovaya Transformazya* [Digital Transformation], 2018, no. 1 (2), pp. 5–13 (in Russian).
2. Beliatskaya, T. N. Methods of comparative analyses of e-economy systems. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal* [International Scientific and Research Journal], 2017, no. 10 (64), pp. 75–84 (in Russian).
3. Beliatskaya, T. N. Ecosystem of e-markets and factors that determine it. *Nauchno-technicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskije nauki* [Scientific and Technical Journal of StPSPU. Economic Sciences], 2017, is. 10, no. 6, pp. 9–17 (in Russian).
4. Beliatskaya, T. N. Ecosystem of e-economy: identification and issues. *Azimut nauchnyh issledovaniy: ekonomika i upravlenie* [Azimuth of Scientific Research: Economics and Management], 2017, is. 6, no. 3, pp. 55–59 (in Russian).

5. Beliatskaya, T. N., Knyazkova V. S. Ecosystem of e-economy: intellectual perspective. *Vestnik Brestskaga universiteta. Seriya 2. Historya. Ecanomika. Prava* [Brest University's Herald. Series 2. History. Economy. Law], 2018, no. 1, pp. 76–84 (in Russian).
6. Bughin J., Manyika J. Measuring the full impact of digital. Available at: <https://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/measuring-the-full-impact-of-digital-capital#0> (accessed: 07.01.2018).
7. The Education for All Development Index // [unesco.org](https://ru.unesco.org/gem-report/node/888). Available at: <https://ru.unesco.org/gem-report/node/888> (accessed: 12.07.2017).
8. Technical Report of the Survey of Adult Skills (PIAAC) // [oecd.org](https://www.oecd.org/skills/piaac/_Technical%20Report_17OCT13.pdf). Available at: [https://www.oecd.org/skills/piaac/\\_Technical%20Report\\_17OCT13.pdf](https://www.oecd.org/skills/piaac/_Technical%20Report_17OCT13.pdf) (accessed: 20.04.2017).
9. Dobrenkov V. *Metody sociologitsheskogo issledovania* [Methods of Sociological Research]. Moscow, INFRA-M Publ., 2017. 768 p. (in Russian).
10. Yadov V. *Strategia sociologitsheskogo issledovania* [Strategy of Sociological Research]. Moscow, Omega-L Publ., 2009. 567 p. (in Russian).
11. Kravchenko A. *Metodologia i metody sociologitsheskikh issledovaniy* [Methodology and Methods of Sociological Research]. Moscow, URAIT-M Publ., 2015. 828 p. (in Russian).
12. Paniotto V. *Kolichestvennyye metody v sociologitsheskikh issledovaniyah* [Quantitative Methods in Sociological Research]. Kiev, Nauk. Dumka Publ., 1982. 272 p. (in Russian).
13. Malhorta H. *Marketingovye issledovania* [Marketing Research]. Moscow, I.D. Viliams Publ., 2007. 1200 p. (in Russian).
14. Golubkov E. *Marketingovye issledovania* [Marketing Research]. Moscow, Finpress Publ., 1998. 416 p. (in Russian).

Received: 15.07.2018

Поступила: 15.07.2018

## О концептуальных подходах к организации цифровой трансформации национальной экономики Беларуси

**Д. М. Крупский**, начальник управления экономики инновационной деятельности  
E-mail: krupskij@yandex.by

Министерство экономики Республики Беларусь, ул. Берсона, д. 14,  
220030, г. Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** В статье содержится авторское изложение понятия «цифровая трансформация национальной экономики». Рассмотрены различные аспекты цифровой трансформации экономики. Представлен анализ ключевых условий и предпосылок успешной цифровой трансформации национальной экономики Республики Беларусь. Рассмотрены вопросы цифровизации промышленного комплекса. Предложен набор принципов цифровой трансформации экономики Беларуси, исчерпывающий с точки зрения достаточности для определения стратегии и организационно-экономического механизма осуществления цифровой трансформации. Определены ключевые направления цифровой трансформации белорусской экономики, охватывающие развитие соответствующей инфраструктуры, а также цифровизацию сферы услуг и материального производства. Предложены различные подходы к организации цифровой трансформации национальной экономики Республики Беларусь, рассмотрены вопросы определения уполномоченного государственного органа, ответственного за ее осуществление. Проанализированы достоинства и недостатки каждого из представленных подходов. На основе мирового опыта сформирован алгоритм организации цифровой трансформации белорусской экономики, учитывающий сложившуюся институциональную среду.

**Ключевые слова:** цифровая трансформация; экономика знаний; информационно-коммуникационные технологии; государственно-частное партнерство; цифровизация; неоиндустриализация; предпосылки цифровой трансформации; направления цифровой трансформации; организация цифровой трансформации

**Для цитирования:** Крупский, Д. М. О концептуальных подходах к организации цифровой трансформации национальной экономики Беларуси / Д. М. Крупский // Цифровая трансформация. – 2018. – № 2 (3). – С. 29–36.



© Цифровая трансформация, 2018

## On Conceptual Approaches to Digital Transformation of the National Economy of Belarus

**D. M. Krupsky**, Head of the Department of Economics of Innovation Activities  
E-mail: krupskij@yandex.by

Ministry of Economy of the Republic of Belarus, 14 Bersona Str.,  
220030 Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** The article contains the author's presentation of the concept of "digital transformation of the national economy". Various aspects of the digital transformation of the economy are considered. The analysis of key conditions and prerequisites for successful digital transformation of the national economy of the Republic of Belarus is presented. The issues of digitalization of the industrial complex are considered. A set of principles for the digital transformation of the Belarusian economy, which is exhaustive from the point of view of sufficiency for determining the strategy and the organizational and economic mechanism for the implementation of digital transformation, is proposed. The key directions of the digital transformation of the Belarusian economy, covering the development of the corresponding infrastructure, as well as digitalization of the sphere of services and material production, are determined. Different approaches to the organization of digital transformation of the national economy of the Republic of Belarus are proposed, and the issues of determining the authorized state body responsible for its implementation are considered. The advantages and disadvantages of each of the presented approaches are analyzed. Based on the world experience, an algorithm for organizing the digital transformation of the Belarusian economy has been formed, taking into account the existing institutional environment.

**Key words:** digital transformation; knowledge economy; information and communication technologies; public private partnership; digitalization; neoindustrialization; the preconditions for digital transformation; directions of digital transformation; organization of digital transformation

**For citation:** Krupsky D. M. On Conceptual Approaches to Digital Transformation of the National Economy of Belarus. *Cifrova transformacija* [Digital transformation], 2018, 2 (3), pp. 29–36 (in Russian).

© Digital Transformation, 2018

**Введение.** Нынешняя эпоха характеризуется переходом планетарной цивилизации от индустриальной к постиндустриальной стадии развития. Материальной основой постиндустриальной цивилизации является экономика знаний — система инновационного типа, способная генерировать знания, необходимые для ее роста и развития [1, с. 23]. При этом непосредственно сам переход в сложившихся конкретно-исторических условиях обеспечивается за счет масштабного распространения и использования информационно-коммуникационных технологий во всех сферах жизнедеятельности современного общества. С появлением в последние 10–15 лет преимущественно в экономически развитых странах множества принципиально новых бизнес-моделей и финансовых схем, основанных на применении ИКТ, стало возможным кардинально повысить эффективность хозяйствования и управления, конкурентоспособность на микро- и макроуровнях [2; 3]. На повестке дня стоит вопрос цифровой трансформации экономики, причем как национальной, так и мировой.

В связи с этим в настоящее время во многих странах на различных уровнях обсуждается широкий спектр вопросов, связанных с оценкой готовности экономики к восприятию информационно-коммуникационных технологий и трансформации на этой основе производственно-технологических и бизнес-процессов в различных сферах жизнедеятельности и отраслях народнохозяйственного комплекса, концепцией и стратегией цифровой трансформации экономики, ролью государства и бизнеса в выборе определенной национальной модели цифровой трансформации с учетом достигнутого уровня развития производительных сил и сложившейся институциональной среды, обуславливающей специфику системы хозяйствования и управления. Данные вопросы представляются актуальными и значимыми для нашей страны в силу пионерного характера самой задачи организации цифровой трансформации экономики для планетарной цивилизации, поскольку ничего подобного история человечества ранее не знала.

В рамках данной статьи будет изложено авторское видение концепции и стратегии цифро-

вой трансформации в отношении национальной экономики Беларуси, основанное как на интерпретации мирового опыта, так и на специфике институциональной среды, сложившейся в Республике Беларусь.

**Основная часть.** Авторское понимание сути цифровой трансформации экономики позволяет определить данное понятие как деятельность (процесс и проект), направленную на интенсивное распространение и использование ИКТ во всех отраслях экономики (видах экономической деятельности) с целью повышения эффективности и конкурентоспособности на макро- и микроуровнях.

Фактически цифровая трансформация национальной экономики выступает инструментом обеспечения качественного скачка производительных сил на более высокий уровень технологического развития народного хозяйства страны. На наш взгляд, предложенная формулировка является логически более обоснованной для понимания сути происходящих процессов, нежели термин «цифровая экономика», не имеющий, как представляется, реального содержательного наполнения.

По нашему мнению, цифровую трансформацию экономики можно рассматривать в двух аспектах:

- как конкретно-исторический этап развития национальной экономики, предусматривающий выход на качественно иной, более высокий уровень технологического развития;
- как масштабный национальный проект, предусматривающий реализацию комплекса взаимно увязанных мероприятий на длительную перспективу.

Рассматривая первый аспект, следует отметить (и ретроспективный анализ это подтверждает), что каждому из этапов технико-экономического развития экономически развитых стран соответствовали такие масштабные преобразования, как индустриализация (создание фабрично-заводской промышленности), электрификация, комплексная механизация и автоматизация производства. Сейчас Республика Беларусь с учетом достигнутого уровня развития производительных сил и имеющегося научно-технического и кадрового потенциала вплотную подошла к цифровой трансформации

своей экономики, что при успешном ее проведении позволит войти в первый эшелон экономически развитых государств планеты.

Ключевыми условиями и предпосылками для проведения успешной цифровой трансформации национальной экономики Беларуси сегодня выступают:

- принятие Декрета Президента Республики Беларусь от 23.11.2017 № 7 «О развитии предпринимательства» и ряда других нормативных правовых актов, направленных на реализацию указанного Декрета;

- принятие Декрета Президента Республики Беларусь от 21.12.2017 № 8 «О развитии цифровой экономики» и ряда других нормативных правовых актов, направленных на реализацию указанного Декрета;

- развитие Парка высоких технологий как «института развития» высокотехнологичного сектора и «ядра» экономики знаний Беларуси.

При рассмотрении второго аспекта цифровой трансформации следует также обратиться к опыту прошлого. Так, например, электрификации и масштабной индустриализации народного хозяйства СССР и в 1920-е годы предшествовали подготовка стратегического документа, содержащего изложение замысла – плана ГОЭЛРО, и создание государственного органа, ответственного за его реализацию – Госплана СССР. С учетом возрастания масштабов общественного производства, повышения его инновационности, а также сложности и многоаспектности самой цифровой трансформации экономики, очевидно, что государство не может остаться в стороне от регулирования хода и темпов ее осуществления, следовательно, развертывание цифровой трансформации в масштабе всей страны требует подготовки и реализации комплекса мероприятий на макроуровне, подкрепленных инициативами на уровне субъектов хозяйствования.

Логика развития сектора ИКТ в экономически развитых странах демонстрирует определенную историческую последовательность. Сначала создается соответствующая инфраструктура, затем создаются условия и предпосылки для цифровизации сферы услуг, и лишь затем начинается широкомасштабное внедрение и использование ИКТ в отраслях реального сектора.

Вместе с тем с точки зрения глубины и масштаба именно цифровизация промышленного комплекса способна качественно преобразовать национальную экономику, поскольку за счет комплексного использования ИКТ резко повышает-

ся оперативность реагирования на потребности клиентов, равно как и адаптивность к колебаниям рыночной конъюнктуры. В настоящее время цифровая трансформация отраслей материального производства (реального сектора) только начинает разворачиваться, между тем, по нашему мнению, именно она становится магистральным путем инновационного развития как национальной, так и мировой экономики. Необходимыми предпосылками для этого выступают реализация концепции «ключевых компетенций», использование CALS-технологий, развитие аутсорсинга и иных форм оптимизации бизнеса. На смену крупным вертикально-интегрированным корпорациям и холдингам идут узкоспециализированные компании, объединенные в кластерно-сетевые структуры, интегрирующие в своем составе на добровольной основе как учреждения науки и образования, так и производственный бизнес. Это меняет характер управления: на смену жестко-директивным решениям приходит координация деятельности и согласование интересов участников кластеров.

За последнее десятилетие в развитие указанных предпосылок в экономически развитых странах приняты программно-стратегические документы, направленные на обеспечение неиндустриализации своих экономик на современной технологической базе и новых организационных принципах. С точки зрения всесторонней проработанности, по нашему мнению, наиболее обстоятельной является концепция формирования «Индустрии 4.0», разработанная в 2012 году Правительством ФРГ совместно с национальным бизнес-сообществом [3, с. 40]. Она отражает видение перспективной технологической структуры промышленного сектора, что показано на рисунке 1.

При этом сегодня ключевым элементом неиндустриализации выступает использование ИКТ, что подчеркивает обоснованность тезиса о цифровой трансформации как очередном этапе технико-экономического развития цивилизации.

Какими же видятся концептуальные основы организации цифровой трансформации национальной экономики Беларуси?

Прежде всего, организация цифровой трансформации предполагает определение принципов, направлений и используемого инструментария.

С учетом сложившейся в Республике Беларусь институциональной среды, базирующейся, как показано в [4; 5], на институциональной матрице X, предлагается определить следующие принципы организации цифровой трансформации:

# Технологическая структура «Индустрии 4.0»



Рис. 1. Технологическая структура промышленного сектора в соответствии с концепцией формирования «Индустрии 4.0»

*Примечание.* Источник: собственная разработка на основании информационно-аналитических материалов Восточного комитета немецкой экономики и Представительства немецкой экономики

Fig. 1. Technological structure of the industrial sector in accordance with the concept of the formation of "Industry 4.0"

*Note.* Source: own development on the basis of information and analytical materials of the Eastern Committee of the German Economy and the Representation of the German Economy

1. Руководящая роль государства как организатора и координатора цифровой трансформации. Целесообразность использования данного принципа обуславливается как крупномасштабностью, многоаспектностью и сложностью непосредственно цифровой трансформации, так и наличием в стране значительного государственного сектора экономики, а также исторически сложившейся традицией, когда именно государство санкционирует либо организует выполнение общественно значимых проектов.

2. Системность при подготовке и реализации управленческих решений. Использование данного принципа обуславливается пониманием того, что национальная экономика — сложная, самоорганизующаяся и саморазвивающаяся система, следовательно, при организации цифровой трансформации должны, с одной стороны, учитываться закономерности и особенности ее функционирования, внутренние связи между секторами экономики, с другой стороны, цифровая трансформация является комплексным проектом национального масштаба, ее мероприятия должны быть взаимно согласованы и увязаны между собой.

3. Применение государственно-частного партнерства при реализации инфраструктурных проектов. Целесообразность применения данного подхода обуславливается как отсутствием достаточных компетенций и финансовых ресурсов у государства, так и стремлением к большей эффективности при эксплуатации созданных в рамках государственно-частного партнерства объектов ИКТ-инфраструктуры субъектами частного бизнеса. При этом важно подчеркнуть, что использование данного принципа не должно вступать в противоречие с обеспечением национальной безопасности в информационной сфере.

4. Координация и синхронизация проведения цифровой трансформации экономики на национальном уровне и на уровне Евразийского экономического союза. С учетом обязательств в рамках Договора об Евразийском союзе, Республика Беларусь, принимая стратегические решения в области цифровой трансформации экономики, должна взаимодействовать на системной основе с Евразийской экономической комиссией для того, чтобы обеспечить проведение согласованной стратегии в данной сфере с другими государствами-участниками ЕАЭС.

5. Научное обеспечение принимаемых стратегических решений в области цифровой трансформации. Поскольку цифровая трансформация является уникальным социальным, экономическим и технологическим феноменом, принятию решений в данной области должна предшествовать основательная научная проработка на предмет системной оценки последствий и прогнозирования возможного хода развития событий с целью минимизации рисков и достижения максимального синергетического и мультипликативного эффекта от реализации принятых решений.

6. Учет ресурсных возможностей национальной экономики. Реализация данного принципа предполагает реалистичную оценку имеющихся ресурсов различных видов, равно как и осознание ресурсных ограничений, с целью выбора и реализации адекватных, наиболее соответствующих ресурсным возможностям национальной экономики стратегических решений.

7. Оптимизация временных, финансовых, организационных затрат. Данный подход обосновывается пониманием цифровой трансформации как проектной деятельности по внедрению, использованию и распространению ИКТ в различных отраслях экономики, вследствие чего необходимо обеспечить рациональное использование всех видов ресурсов.

Как представляется, указанный набор принципов является исчерпывающим с точки зрения достаточности для определения стратегии и организационно-экономического механизма осуществления цифровой трансформации национальной экономики.

Необходимо также выделить ключевые направления организации цифровой трансформации:

- развитие ИКТ-инфраструктуры как базиса для информатизации и цифровой трансформации национальной экономики в целом;
- организация цифровой трансформации сферы услуг;
- организация цифровой трансформации отраслей материального производства (реально-го сектора).

Выделение указанных направлений основывается на мировом опыте и отражает логику развертывания процесса распространения ИКТ в различных сферах жизнедеятельности современного общества.

Инструментарий организации цифровой трансформации национальной экономики, как показывает мировая практика, включает:

– подготовку нормативных правовых актов, содержащих стимулы для интенсификации цифровой трансформации;

– государственные программы, направленные на обеспечение цифровой трансформации различных сфер и видов экономической деятельности;

– разработку технологических стандартов нового поколения;

– государственно-частное партнерство и взаимодействие с бизнес-сообществом при выработке стратегических решений и реализации инфраструктурных проектов.

Организация цифровой трансформации национальной экономики требует определения уполномоченного государственного органа, ответственного за ее осуществление. Сегодня в практике государственного управления различных государств не выработан единый подход в отношении того, каким должен быть такой уполномоченный государственный орган, каковы должны быть его функции и полномочия. Гипотетически могут быть рассмотрены следующие подходы:

1. Возложение задач и функций по регулированию цифровой трансформации национальной экономики на Министерство экономики, как государственный орган, ответственный за разработку государственной экономической политики, общей стратегии и главных направлений социально-экономического развития страны. Поскольку цифровая трансформация национальной экономики является этапом технико-экономического развития страны и носит сквозной и всеобъемлющий характер, логично, чтобы регулирование ее хода и темпов было возложено на профильное экономическое ведомство. Вместе с тем реализация данного подхода требует включения в штатное расписание центрального аппарата министерства значительного числа специалистов в сфере информационных технологий, автоматизации производства и управления в различных сферах и видах экономической деятельности, что предполагает в дальнейшем кардинальную организационно-штатную перестройку работы Минэкономки, при том, что в настоящее время объем профессиональных компетенций в сфере информационных технологий крайне мал.

2. Возложение задач и функций по регулированию цифровой трансформации национальной экономики на Министерство связи и информатизации, как государственный орган, ответственный за реализацию единой государственной политики в области связи и информатизации и создание условий для развития организаций всех форм

собственности, осуществляющих деятельность в указанной области, а также организацию разработки и реализации программ развития связи и информатизации. Преимущество данного подхода заключается в том, что у Минсвязи уже есть определенные компетенции, связанные с внедрением и использованием ИКТ в определенных сферах жизнедеятельности. Вместе с тем существенным недостатком является то обстоятельство, что Минсвязи не имеет компетенций в отношении цифровой трансформации отраслей материального производства, цифровизация которых как раз и обеспечивает новое качество экономического роста и развития национальной экономики.

3. Возложение задач и функций по регулированию цифровой трансформации отраслей национальной экономики на государственные органы и организации, подчиненные Правительству, ответственные за развитие курируемых видов экономической деятельности. Данный подход переводит организацию цифровой трансформации в отраслевую плоскость, что сразу же порождает проблему нескоординированного и несинхронного проведения цифровой трансформации в масштабе национальной экономики. При этом, поскольку в настоящее время отраслевые министерства и ведомства ориентированы на решение текущих задач производственно-хозяйственной деятельности подведомственных организаций, нет оснований полагать, что организация цифровой трансформации отрасли (курируемого вида экономической деятельности) будет являться для них значимой и приоритетной задачей.

4. Возложение задач и функций по регулированию цифровой трансформации национальной экономики на ГУ «Администрация Парка высоких технологий» с одновременным повышением статуса руководителя данного государственного учреждения до уровня заместителя Премьер-Министра Республики Беларусь, курирующего вопросы сектора ИКТ и обеспечения цифровой трансформации национальной экономики. Данный подход интересен тем, что создает реальные предпосылки для реализации потенциала резидентов ПВТ в интересах страны, переориентирует его (потенциал) в перспективе под потребности внутреннего рынка, при этом создается административный ресурс, достаточный для организации цифровой трансформации отраслей материального производства, представленных, прежде всего, организациями государственного сектора экономики. Ключевым недостатком данного подхода является смешение функций администрации ПВТ как

компании по развитию парка с государственным органом, регулирующим вопросы организации цифровой трансформации национальной экономики, и статуса руководителя администрации ПВТ, совмещающего ответственность за развитие парка с организацией цифровой трансформации национальной экономики, что влечет за собой двойную нагрузку на персонал и руководство администрации ПВТ.

5. Создание интегрированного государственного органа – Министерства инновационного и технологического развития, аккумулирующего в своих руках функции, ресурсы и полномочия в области научной, научно-технической и инновационной деятельности, промышленного развития и цифровой трансформации национальной экономики. По нашему мнению, такой государственный орган может быть создан на базе ГКНТ, с включением в его состав подразделений Минсвязи и Минпрома, ответственных за формирование государственной политики в области информатизации и государственной промышленной политики. При этом Минсвязи сохраняется как государственный орган, ответственный за развитие электрической и почтовой связи, а Минпром ликвидируется в рамках реализации политики разделения функций регулятора и собственника с передачей его оставшихся функций Госкомимуществу.

Преимуществом предлагаемого подхода является возможность концентрации ресурсов и полномочий, необходимых для обеспечения комплексного развития научно-инновационной сферы и промышленного сектора Республики Беларусь на этапе цифровой трансформации. При этом появляется реальная возможность для системной интеграции, продвинутой ИТ-индустрии с финансово ресурсно-необеспеченной научно-инновационной сферой и технологически отставшим промышленным комплексом, что, безусловно, будет способствовать активизации трансфера технологий и ускорению инновационной динамики развития национальной экономики в целом. Фактически такой интегрированный государственный орган мог бы стать ведомством нового типа, на базе которого возможно «обкатать» качественно иную модель формирования и реализации государственной политики, ориентированной на развитие (в отличие от сложившейся модели, ориентированной на обеспечение достижение параметров текущей деятельности ограниченным кругом подведомственных организаций).

Ключевым недостатком предложенного подхода представляется сложность реализации замысла, равно как и высокие требования к качеству управления, поскольку требуется обеспечить координацию и синхронизацию развития сразу нескольких довольно разнородных объектов управления — научно-инновационной сферы, промышленного сектора и ИТ-индустрии. Вместе с тем с точки зрения достижения максимального синергетического и мультипликативного эффекта, на наш взгляд, данный подход является наиболее многообещающим и перспективным.

**Заключение.** По результатам проведенного исследования был сформирован алгоритм организации цифровой трансформации национальной экономики, включающий следующие этапы:

1. Определение государственного органа, ответственного за организацию и осуществление цифровой трансформации национальной экономики, наделение его соответствующими правами, ресурсами и полномочиями.

2. Оценка готовности различных видов экономической деятельности и национальной экономики в целом к цифровой трансформации, подготовка на этой основе концепции формирования экономики знаний в Республике Беларусь. Для этого потребуется использование международной технической помощи.

3. Определение приоритетных видов экономической деятельности, подлежащих цифровой трансформации как с учетом оценки готовности, так и с точки зрения принятия безотлагательных системных мер по обеспечению конкурентоспо-

собности национальной экономики.

4. Определение организаций государственного сектора и частного бизнеса, относящихся к приоритетным видам экономической деятельности, подлежащим цифровой трансформации, на базе которых будут «обкатаны» модели цифровой трансформации и подготовлены инновационные проекты, предусматривающие реализацию комплекса мероприятий, направленных на осуществление цифровой трансформации.

5. Организация подготовки, координация и мониторинг реализации инфраструктурных проектов ГЧП в области цифровой трансформации, инновационных проектов в базовых организациях, указанных в п. 4.

6. Подготовка и ввод в действие технологических стандартов нового поколения, направленных на поддержку цифровой трансформации экономики.

7. Подготовка и реализация государственных программ на период 2021–2025 гг., содержащих комплекс мероприятий, обеспеченных ресурсами всех видов, направленных на обеспечение и осуществление цифровой трансформации как приоритетных видов экономической деятельности, так и национальной экономики в целом.

Такими представляются концептуальные основы цифровой трансформации национальной экономики Беларуси на текущем этапе развития. Практика — критерий истины, поэтому через определенный промежуток времени станет ясно, насколько обоснованными и востребованными жизнью оказались предлагаемые подходы.

## Список литературы

1. Экономика знаний. Институты и структуры: сб. науч. тр. / РАН. ИНИОН. Центр науч.-информ. исслед. по науке, образованию и технологиям; отв.ред. С. М. Пястолов. – М., 2013. – 188 с.
2. Мировой опыт использования информационно-коммуникационных технологий для социально-экономического развития стран. Его использование в Республике Беларусь / под ред. Д. В. Менделева. – Минск, БелИСА, 2014. – 68 с.
3. Департамент промышленной политики Евразийской экономической комиссии, Анализ мирового опыта развития промышленности и подходов к цифровой трансформации промышленности государств-членов Евразийского экономического союза / Департамент экономической политики Евразийской экономической комиссии. – М., 2017. – 116 с.
4. Ксензов, С. В. Институциональная матрица ирландской и белорусской нации: общее и особенное / С. В. Ксензов // Вестник Полесского государственного университета. Серия общественных и гуманитарных наук. – 2011. – № 2.
5. Крупский, Д. М. Инновационное развитие Республики Беларусь: итоги, проблемы и перспективы / Д. М. Крупский // Экономический бюллетень НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь. – 2015. – № 11. – С. 4–20.

## References

1. *Jekonomika znaniij. Instituty i struktury: sb. nauch. tr.* [Economics of knowledge: Institutes and structures: collection of scientific papers]. Moscow, RAS. INION. Center for Scientific Information Studies in Science, Education and Technology, 2013. 188 p. (in Russian).

2. *Mirovoj opyt ispol'zovanija informacionno-kommunikacionnyh tehnologij dlja social'no-jekonomicheskogo razvitija stran. Ego ispol'zovanie v Respublike Belarus'* [World experience of using information and communication technologies for social and economic development of countries. Its use in the Republic of Belarus]. Minsk, BellISA, 2014. 68 p. (in Russian).
3. *Analiz mirovogo opyta razvitija promyshlennosti i podhodov k cifrovoj transformacii promyshlennosti gosudarstvenov Evrazijskogo jekonomicheskogo sojuza* [Analysis of the world experience in the development of industry and approaches to the digital transformation of the industry of the member states of the Eurasian Economic Union]. Moscow, Department of Economic Policy of the Eurasian Economic Commission, 2017. 116 p. (in Russian).
4. Ksenzov S. V. Innovative development of the Republic of Belarus: results, problems and prospects. *Vestnik Poleskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija obshhestvennyh i gumanitarnyh nauk* [Bulletin of Polesky State University. Series of Social and Human Sciences], 2011, no. 2 (in Russian).
5. Krupskij, D. M. Innovative development of the Republic of Belarus: results, problems and prospects. *Jekonomicheskij bjulleten' NIIEI Ministerstva jekonomiki Respubliki Belarus'* [Economic Bulletin of the Research Institute of Economics of the Republic of Belarus], Minsk, 2015, no. 11, pp. 4–20 (in Russian).

Received: 17.07.2018

Поступила: 17.07.2018

## Подход к визуализации многовариантных сценарных прогнозов основных экономических показателей производственного предприятия

**И. Е. Перминова**, магистр экономических наук, аспирант  
E-mail: pirusechka@mail.ru

УО «Белорусский государственный экономический университет»,  
пр. Партизанский, д. 26, 220070, г. Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** В статье обоснован методический подход к визуализации прогнозных данных и построению верхней составляющей BPM-комплекса – информационной панели. При программной реализации прогнозных расчетов в условиях рисков обращение к хранилищу SAP Business Warehouse производится несколько раз: при формировании базы модели с целью агрегирования исходной информации, а также после проведения модельных расчетов на дашборде и аналитики, при достижении значений KPI. Данная методика была апробирована на базе ОАО «Минский маргариновый завод».

Реализация методики на реальных данных показала возможность оперативного подбора в интерактивном режиме управляющих воздействий с выходом на целевые KPI-показатели, что обеспечивает реализацию принципа обратной связи системы (связь OLAP- и OLTP-уровней) без использования сложного математического аппарата.

**Ключевые слова:** риск; прогноз; сценарные расчеты; визуализация; хранилище данных; KPI; Business Intelligence

**Для цитирования:** Перминова, И. Е. Подход к визуализации многовариантных сценарных прогнозов основных экономических показателей производственного предприятия / И. Е. Перминова // Цифровая трансформация. – 2018. – № 2 (3). – С. 37–46.



© Цифровая трансформация, 2018

## An approach to Visualization of Multivariate Scenario Forecasts of the Main Economic Indicators of a Production Enterprise

**I. E. Perminova**, Master of Economic Sciences, Graduate Student  
E-mail: pirusechka@mail.ru

Belarusian State Economic University, 26 Partizansky Ave, 220070  
Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** The article substantiates a methodical approach to visualization of forecast data and construction of the upper component of the BPM-complex – information panel. In software implementation of predictive calculations under risk conditions, access to the SAP Business Warehouse repository is performed several times: when creating a model database with the purpose of the initial information aggregation, and after carrying out model calculations on the dashboard and analytics, when KPI values are reached. This method was implemented on LTD «Minsk Margarine Factory».

Implementation of the method on real data showed the possibility of prompt selection of controls in the interactive mode with the output to target KPI-indicators, which ensures the implementation of the feedback principle of the system (OLAP and OLTP levels) without using a complex mathematical apparatus.

**Key words:** risk; forecast; scenario calculations; visualization; data warehouse; KPI; Business Intelligence

**For citation:** Perminova I. E. An approach to visualization of multivariate scenario forecasts of the main economic indicators of a production enterprise. *Cifrovaja transformacija* [Digital transformation], 2018, 2 (3), pp. 37–46 (in Russian).

© Digital Transformation, 2018

**Введение.** В современных условиях неустойчивой экономической конъюнктуры отработка корпоративной стратегии требует проведения многовариантных сценарных расчетов основных

экономических показателей в разрезе различных структур, что приводит к проблеме аналитической необозримости получаемых массивов расчетных данных. Представляется, что решением проблемы

может быть визуальный анализ (Visual Mining) расчетов, основной идеей которого является наглядное представление данных. Это позволяет руководителю «погрузиться» в данные, понять их суть и на этой основе повысить обоснованность и оперативность принимаемых решений. В современных информационных системах класса Business Intelligence [1] для анализа отчетной информации активно используются различные формы визуализации данных: графики, диаграммы, картограммы, таблицы и др. Однако в условиях экономических рисков актуальной является проблема использования продвинутых средств визуализации не к отчетным, а к прогнозным показателям с возможностью корректировки управляющих воздействий.

Целью статьи является обоснование методического подхода к визуализации прогнозных данных в режиме корректировки управляющих воздействий и репрезентация его программной реализации.

**Основная часть.** В качестве базовой платформы визуализации данных нами был выбран продукт SAP Business Objects Dashboards [2], поскольку он характеризуется наиболее завершенным BI-решением, включая интеграцию данных, продукты, обеспечивающие качество данных

и текстовый анализ. Объединенные единой платформой приложения и интеграция с SAP позволяют работать с хранилищем SAP BW [3, 4], использовать SAP-авторизацию (рис. 1).

На рис. 2 представлена одна из последних версий программного продукта SAP BO Dashboards (4.0), используемая нами для создания информационной панели [3].

Прогнозные расчеты мы рассматриваем как надстройку к информационной системе по аналогии с надстройками, позволяющими «расширять» узкие места в стандартных КИС, например, известная в литературе система APS (Advanced Planning & Scheduling).

Ввиду этого при программной реализации прогнозных расчетов в условиях рисков обращение надстройки к хранилищу SAP Business Warehouse производится несколько раз:

1. При формировании информационной базы модели с целью агрегирования исходной информации. Каждый раз при открытии пользователем информационной панели и выборе параметров на селекционном экране происходит обращение к хранилищу и экстракция среза необходимых данных в рабочую область SAP BO Dashboards.
2. После проведения модельных расчетов на дашборде и аналитики при достижении значений

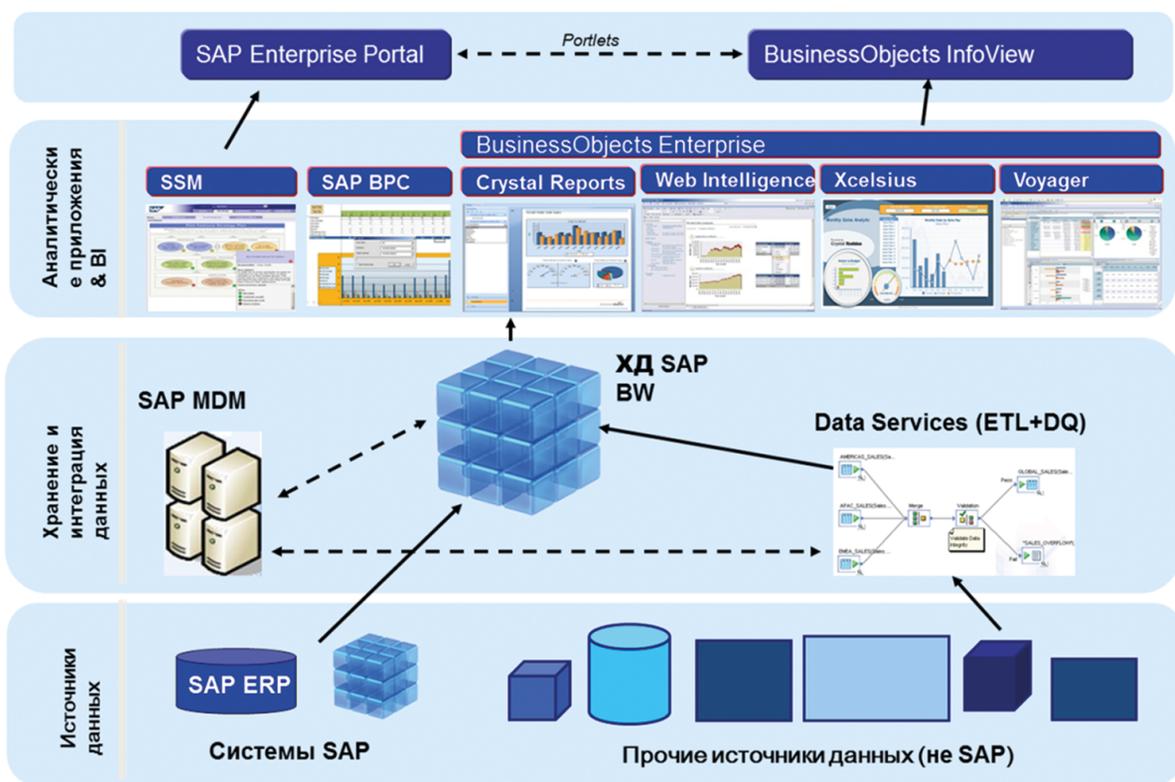


Рис. 1. Архитектура информационно-аналитического решения на базе SAP BI  
 Fig. 1. The architecture of the information-analytical solution based on SAP BI

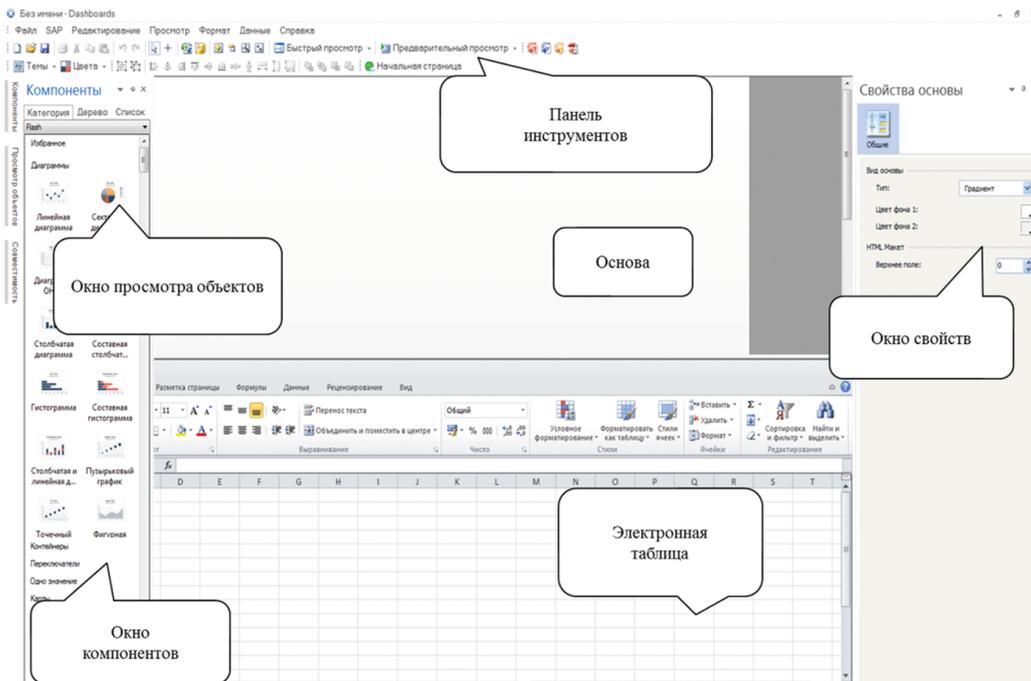


Рис. 2. Рабочая область SAP BO Dashboards

Fig. 2. SAP BO Dashboards workspace

KPI, удовлетворяющих выбранной стратегии развития, пользователь имеет возможность сохранения всех смоделированных результатов и внесения их обратно в хранилище в качестве прогнозных показателей (рис.3). С помощью такой обратной связи достигается взаимосвязь BPM–BI–ERP уровня КИС.

В общем виде методику реализации верхней визуальной составляющей комплекса можно описать следующим образом:

1. В хранилище данных средствами ETL (Extract, Transform, Load) осуществляется загрузка данных из исходной системы. Исходная система представляет собой внешнюю среду, находящуюся за пределами хранилища, и включает как системы транзакционного типа (ERP), так и любые другие источники данных (таблицы Microsoft Excel, текстовые csv- или txt-файлы, любые программные продукты и базы данных, например: 1С: Предприятие, DB2, Oracle и др.). Таким обра-

зом, происходит агрегация, интеграция, консолидация и очистка данных.

2. С помощью внешних программных продуктов (SPSS, E-views и др.) осуществляется прогноз необходимых показателей для работы модельного аппарата (в нашем случае – конечный спрос на продукцию), затем также загружается в хранилище в качестве отдельного факта в структуре OLAP-куба.

3. Благодаря настроенному соединению между BW-сервером и SAP BO Dashboards при разработке информационной панели происходит обращение к хранилищу и экстракция необходимого среза данных в нижнюю электронную таблицу.

4. Осуществляется размещение выгруженных данных в пригодном виде и настройка имитационной балансовой модели.

5. При расположении на основной рабочей области BO Dashboards необходимых объектов (диаграмм, графиков, карт, бегунков и др.) выполняется их настройка и устанавливается логика

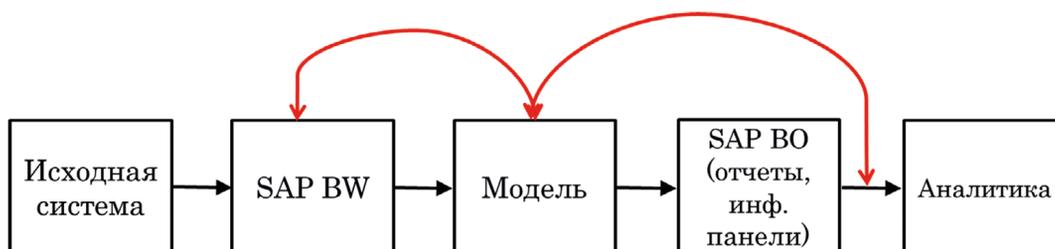


Рис. 3. Место модельного аппарата в информационном пространстве

Fig. 3. The place of the model apparatus in the information space

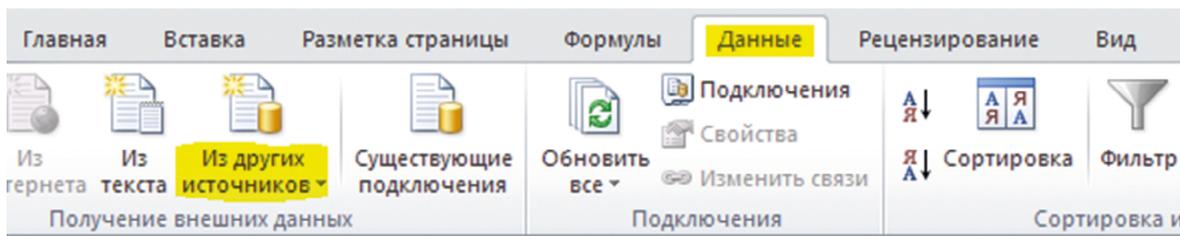


Рис. 4. Варианты подключения к источникам данных  
 Fig. 4. Options for connecting to data sources

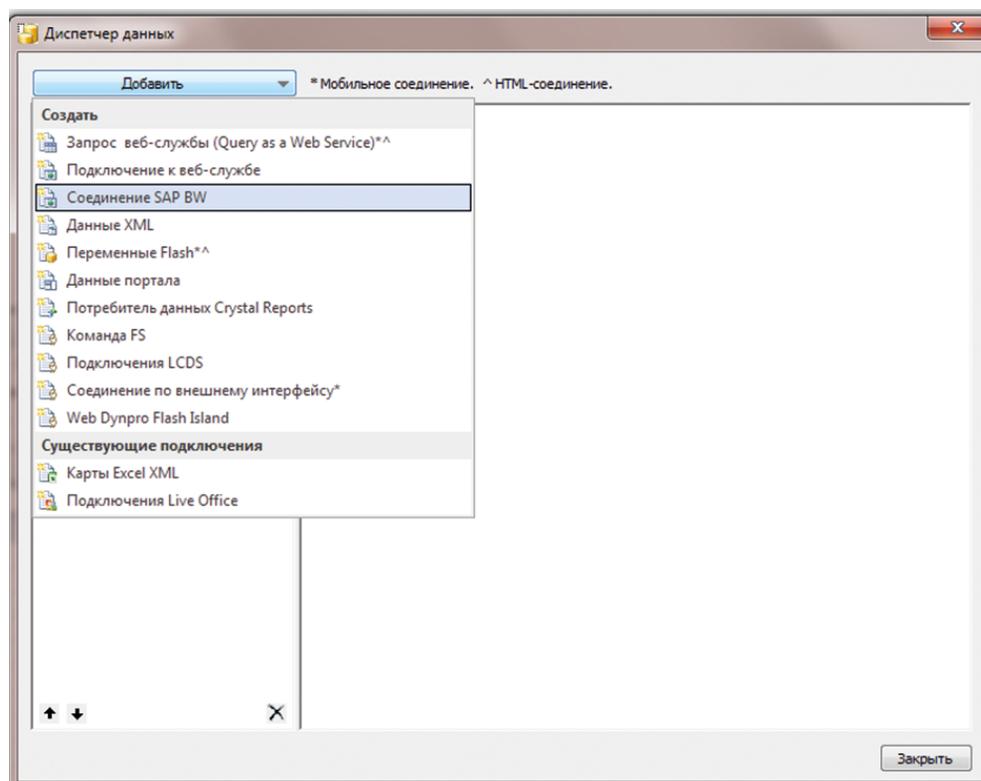


Рис. 5. Панель настройки подключения к хранилищу SAP BW  
 Fig. 5. SAP BW Storage Connection Configuration Panel

работы, указываются ссылочные ячейки и параметры динамической видимости, анимации и эффекты — все опции, удовлетворяющие потребности бизнес-пользователя.

6. При проведении моделирования пользователь имеет возможность сделать так называемый «мгновенный снимок» и загрузить смоделированные измененные данные обратно в хранилище (например, с новым признаком версии — «Прогноз», либо в качестве отдельных показателей), после чего они становятся снова доступными для экстракции: построения новых графиков (типа «Факт-Прогноз-План», «Прогноз 1 версия — Прогноз 2 версия — Прогноз 3 версия» и т. д.), а также дальнейшего моделирования и корректировки на информационной панели.

Данная методика была апробирована с помощью реализованной в среде Excel балансовой

имитационной модели расчета производственной программы предприятия в условиях экономических рисков (изменение внешнего спроса, риск сбоя поставок, обменный курс) при обосновании управляющих воздействий (цена продукции и численность занятых). Предприятие выпускает 28 видов продукции, производимой в двух цехах. Первый цех производит 15 ассортиментных позиций с условными обозначениями (ключами) У\*, второй — 13 позиций с обозначениями И\*. В качестве ключевого показателя эффективности деятельности (KPI) выбрана рентабельность производства.

Нами предложено хранить информационную базу модели в многомерных структурах — OLAP-кубах, реализуемых в хранилище данных SAP Business. Как упоминалось выше, благодаря наличию различных вариантов подключения

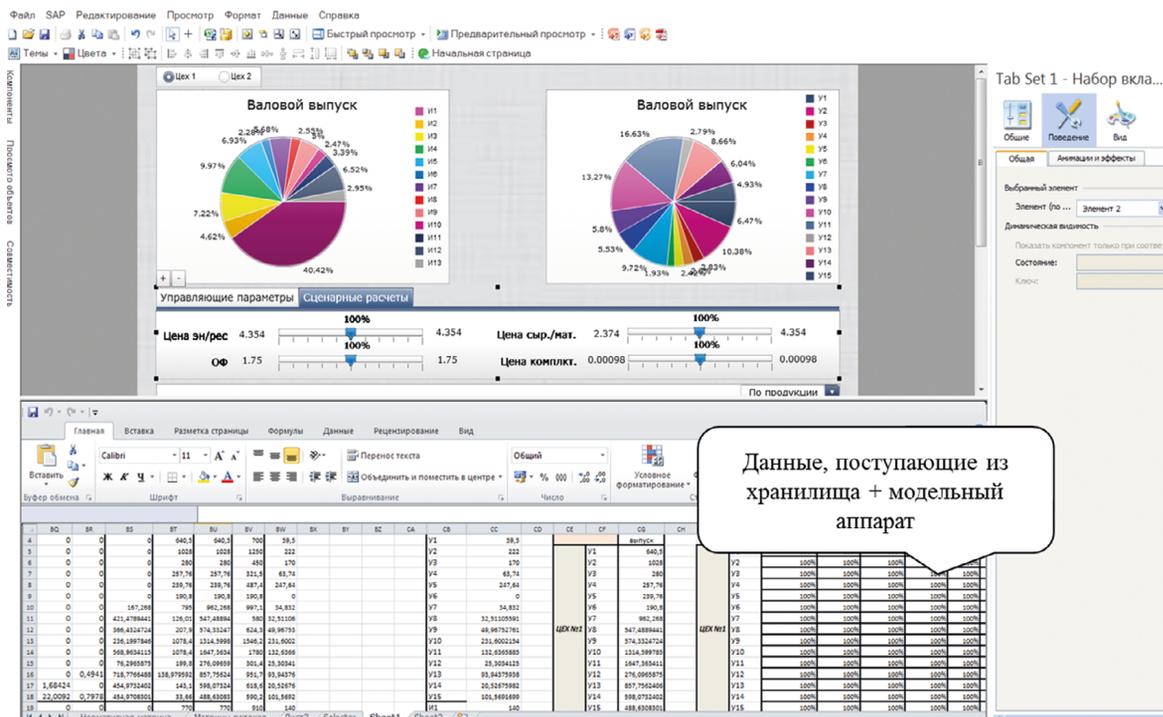


Рис. 6. Рабочая область SAP BO Dashboards с данными  
Fig. 6. SAP BO Dashboards workspace with data

к источникам данных, SAP BO Dashboards обеспечивает интеграцию и экстракцию данных из хранилища (рис. 4, 5).

Необходимая информационная база модели — конечный спрос, валовой выпуск, нормативная информация, цены и заработная плата — выгружается из хранилища данных в электронную таблицу с помощью запросов SAP BEx Query Designer к мультипровайдерам (виртуальные структуры, объединяющие несколько OLAP-кубов) или кубам (рис. 6).

На рис. 7 левый верхний блок содержит радиобаттоны, позволяющие пользователю (менеджеру верхнего или среднего звена) переключаться между срезами данных различных цехов. Левая секторная диаграмма представляет собой валовой выпуск в стоимостном выражении (и в относительном) производимой продукции, рассчитанный по модели с возможностью выбора каждого сектора для проведения моделирования. Правая секторная диаграмма представляет валовой выпуск в стоимостном выражении после и при моделировании и изменяется динамически. Для визуализации значений KPI выбрана столбчатая диаграмма, размещенная внизу информационной панели.

По умолчанию пользователь видит значения ключевого показателя эффективности в разрезе продукции, а также имеет возможность переключения диаграммы с помощью выпада-

ющего списка, размещенного в верхнем правом углу, на визуализацию общей рентабельности предприятия.

Основным элементом для проведения моделирования является серединная область дашборда (рис. 8), содержащая две вкладки: «Сценарные расчеты» и «Управляющие параметры». Вкладка «Сценарные расчеты» содержит 4 параметра: цена на энергоресурсы, цена на сырье и материалы, цена на комплектующие и стоимость амортизации оборудования (ОФ). Вкладка «Управляющие параметры» размещает 2 бегунка: цена на продукцию и численность занятых в каждом цехе. Таким образом, имеется 6 параметров (показателей) для моделирования в виде бегунков.

Предприятие выпускает 28 видов продукции, каждый из которых имеет 6 бегунков. Итого  $28 \times 6 = 168$  бегунков — столько размещено данных элементов на панели. Каждый бегунок привязан к определенной ячейке электронной таблицы (получаем таблицу  $28 \times 6$ , рис. 9). Пользователь имеет возможность выбрать каждый из секторов (продукта) на круговой диаграмме, а также провести моделирование. При выборе какого-либо сектора на информационной панели отображается именно его совокупность бегунков, или же — строка в таблице, к которой привязаны все бегунки. Бегунки имеют одинаковый внешний вид и расположение на основной области дашборда,



Рис. 7. Информационная панель SAP BO Dashboards  
 Fig. 7. SAP BO Dashboards Information Panel

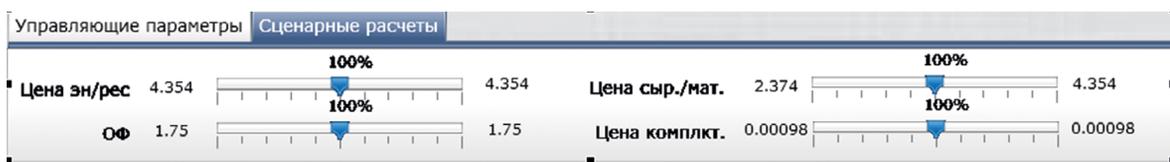


Рис. 8. Рабочая область SAP BO Dashboards с данными  
 Fig. 8. SAP BO Dashboards workspace with data

|        | Цена продукции | Цена эн/рес | Сырье и мат. | Др. комплект. | Числ.зан. | ОФ |
|--------|----------------|-------------|--------------|---------------|-----------|----|
| ЦЕХ №1 | Y1             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | Y2             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | Y3             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | Y4             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | Y5             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | Y6             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | Y7             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | Y8             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | Y9             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | Y10            | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | Y11            | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | Y12            | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | Y13            | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | Y14            | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | Y15            | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
| ЦЕХ №2 | И1             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | И2             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | И3             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | И4             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | И5             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | И6             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | И7             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | И8             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | И9             | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | И10            | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | И11            | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | И12            | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |
|        | И13            | 1           | 1            | 1             | 1         | 1  |

Рис. 9. Таблица бегунков  
 Fig. 9. Table of sliders

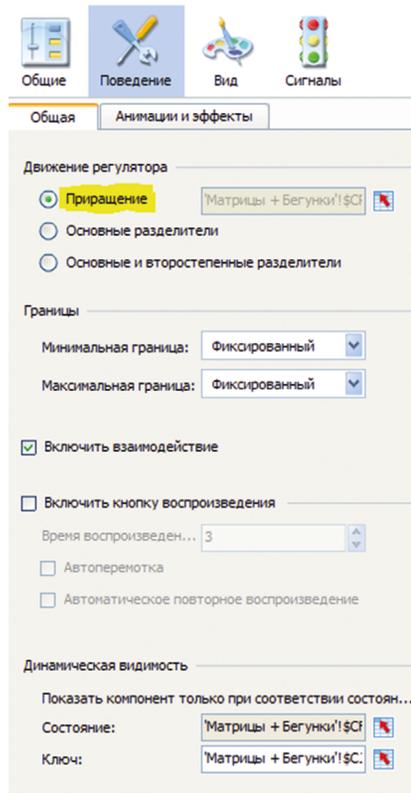


Рис. 10. Свойства бегунков  
Fig. 10. Slider's properties

при этом каждый из них обладает определенным настроенным набором опций, в том числе динамической видимостью (рис. 10), зависящей от выбранного сектора диаграммы. Проводя различные манипуляции на информационной панели, пользователи не замечают переключений, осуществляемых на

разных слоях / уровнях видимости.

Начальным значением каждого бегунка является единица (или же 100 %); все они ссылаются на матрицу, состоящую только из единиц. В свойствах каждого из них указан нижний предел (0 или -100 %) и верхний предел (2, +100 %),

|        |     | Цена продукции | Цена эл/рес | Сырье и мат. | Др. комплект. | Числ.эвн. | Оф   |
|--------|-----|----------------|-------------|--------------|---------------|-----------|------|
| ЦЕХ №1 | U1  | 1,08           | 1,1         | 1,11         | 1             | 1         | 1,06 |
|        | U2  | 1,02           | 1           | 1            | 1             | 1         | 1    |
|        | U3  | 1              | 1           | 1            | 1             | 1         | 1    |
|        | U4  | 1              | 1           | 1            | 1             | 1         | 1    |
|        | U5  | 1              | 1           | 1            | 1             | 1         | 1    |
|        | U6  | 1              | 1           | 1            | 1             | 1         | 1    |
|        | U7  | 1,18           | 1,13        | 1,04         | 1,04          | 1         | 1,03 |
|        | U8  | 1              | 1           | 1            | 1             | 1         | 1    |
|        | U9  | 1              | 1,11        | 1,15         | 1             | 1         | 1,06 |
|        | U10 | 1              | 1           | 1            | 1             | 1         | 1    |
|        | U11 | 1,14           | 1,04        | 1,07         | 1             | 0,87      | 1    |
|        | U12 | 1              | 1           | 1            | 1             | 1         | 1    |
|        | U13 | 1,07           | 1,06        | 1,05         | 1,08          | 1         | 1    |
|        | U14 | 1              | 1           | 1            | 1             | 1         | 1    |
|        | U15 | 1              | 1           | 1            | 1             | 1         | 1    |
| ЦЕХ №2 | I1  | 1,19           | 1,19        | 1,1          | 1             | 0,89      | 1,16 |
|        | I2  | 1              | 1           | 1            | 1             | 1         | 1    |
|        | I3  | 1,1            | 1,09        | 1,12         | 1             | 1         | 1    |
|        | I4  | 1              | 1,11        | 1,1          | 1             | 1         | 1    |
|        | I5  | 1              | 1           | 1            | 1             | 1         | 1    |
|        | I6  | 1              | 1           | 1            | 1             | 1         | 1    |
|        | I7  | 1,09           | 1,09        | 1,17         | 1             | 0,87      | 1    |
|        | I8  | 1              | 1           | 1            | 1             | 1         | 1    |
|        | I9  | 1              | 1           | 1            | 1             | 1         | 1    |
|        | I10 | 1              | 1           | 1            | 1             | 1         | 1    |
|        | I11 | 1              | 1,09        | 1,11         | 1,1           | 1         | 1    |
|        | I12 | 1              | 1,16        | 1,17         | 1             | 1         | 1    |
|        | I13 | 1              | 1           | 1            | 1             | 1         | 1    |

Рис. 11. Динамическое изменение значений при моделировании  
Fig. 11. Dynamic change of values in modeling

|        |     | Цена продукции | Цена ан/рес | Сырье и мат. | Др. комплект | Числ зан. | Оф   |
|--------|-----|----------------|-------------|--------------|--------------|-----------|------|
| ЦЕХ №1 | У1  | 138%           | 169%        | 131%         | 146%         | 80%       | 138% |
|        | У2  | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | У3  | 100%           | 128%        | 148%         | 73%          | 100%      | 81%  |
|        | У4  | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | У5  | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | У6  | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | У7  | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | У8  | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | У9  | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | У10 | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | У11 | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | У12 | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | У13 | 133%           | 119%        | 119%         | 93%          | 100%      | 100% |
|        | У14 | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | У15 | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
| ЦЕХ №2 | И1  | 130%           | 135%        | 126%         | 149%         | 82%       | 100% |
|        | И2  | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | И3  | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | И4  | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | И5  | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | И6  | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | И7  | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | И8  | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | И9  | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | И10 | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | И11 | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | И12 | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |
|        | И13 | 100%           | 100%        | 100%         | 100%         | 100%      | 100% |

Рис. 12. Динамическое изменение значений при моделировании  
 Fig. 12. Dynamic change of values in modeling

а также шаг инкремента (приращение — 0,01, или 1 %) (рис. 9, 10). На рабочем листе параметры указаны в маленькой желтой таблице.

Методика работы с информационной панелью следующая:

1. Пользователь открывает информационную панель с выбором данных из хранилища на селекционном экране (допустим, для определенного временного периода или филиала организации).

2. На левой секторной диаграмме производит выбор интересующего/их продукта/ов.

3. При выборе активизируется соответствующая строка таблицы, на которую ссылается относящаяся к данному продукту совокупность бегунков.

4. При перетягивании и моделировании бегунков на обеих вкладках происходит автоматический онлайн пересчет таблицы, к которой привязаны бегунки в соответствии с заданным правилами (+ / -1%), а также изменяются и значения в таблице (рис. 11, 12).

5. При достижении приемлемых значений KPI (в нашем случае — рентабельность продукции) пользователь может сделать так называемый мгновенный снимок тех данных, которые получаются онлайн и скрыты от него (рис. 14).

6. Цена продукции учитывается в расчете валового выпуска в стоимостном выражении. Нынешняя цена продукции умножается на измененные показатели матрицы бегунков (рассчитывается новая цена после процентного изменения),

а затем производится расчет нового валового выпуска (умножение), который отображается в секторной диаграмме справа.

7. Выбранный KPI — рентабельность производства, рассчитанный как отношение валовой прибыли к валовым затратам, также включает цену продукции; другие параметры (цена на сырье/материалы, комплектующие, итоговая заработная плата занятых рабочих) включены в себестоимость.

8. Изменение положения бегунков приводит к онлайн-изменению матрицы бегунков и указывает процентное изменение выбранных параметров.

9. Затем измененные ячейки умножаются на уже имеющиеся в хранилище данные, что приводит к динамическому пересчету.

10. Далее меняются (также динамически) значения валовой прибыли и валовых затрат.

11. Эти изменения отображаются в рентабельности.

После окончания моделирования и достижения необходимых значений всех показателей (соответствующих выбранной стратегии производства — снижение затрат), пользователь имеет возможность:

1. Добиться положительной рентабельности по каждому виду продукции (рис. 13).

2. Загрузить уже новые полученные значения в единое хранилище данных.

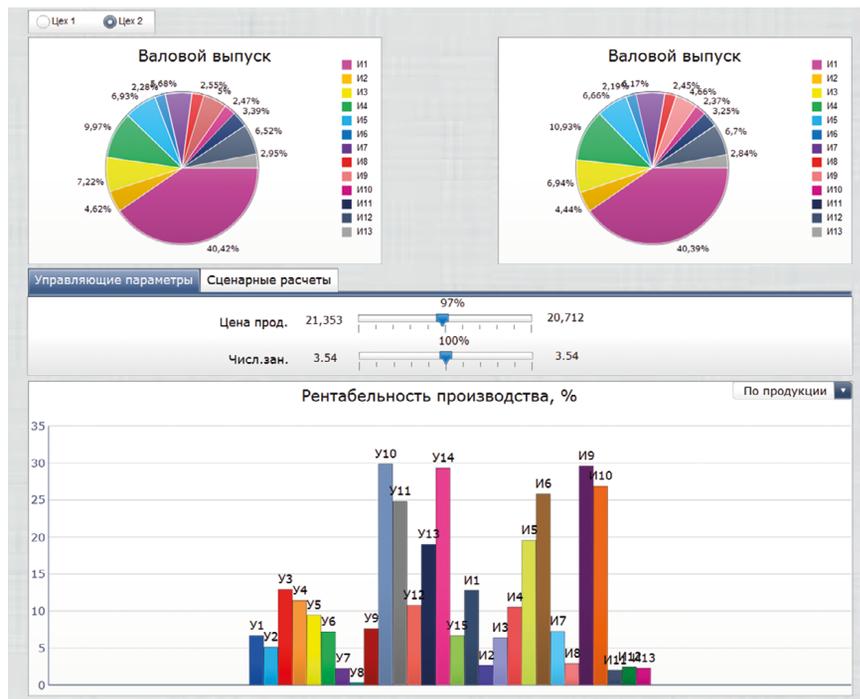


Рис. 13. Дашборд после моделирования  
Fig. 13. Dashboard after modeling

|         |                             |         |          |         |         |         |         |         |          |
|---------|-----------------------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
|         | Энергоресурсы (тут/ед)      | 11,0156 | 16,71936 | 3,57028 | 4,07534 | 4,31046 | 2,54709 | 119,104 | 107,829  |
|         | Промежут. Продукция         | 0       | 0        | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        |
|         | сырье и материалы (т/т)     | 19,7636 | 132,944  | 37,984  | 38,4588 | 19,2294 | 32,049  | 515,504 | 361,01   |
|         | др.комплектующие (шт/т)     | 19,012  | 31,36    | 7,8008  | 6,68556 | 7,02072 | 5,8653  | 24,9195 | 17,0316  |
|         | Зарботная плата             | 0       | 0        | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        |
|         | проф-гр1 (человек)          | 11,2595 | 16,77327 | 4,50068 | 4,06473 | 4,06473 | 3,14264 | 12,5276 | 9,8318   |
|         | проф-гр2 (человек)          | 0       | 0        | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        |
|         | Амортизация (млн.руб)       | 0       | 0        | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        |
|         | гр1 (станко-час./ед)        | 0,4346  | 0,715636 | 0,22364 | 0,13418 | 0,13418 | 0,13977 | 0,69703 | 0,48583  |
|         | гр2 (станко-час./ед)        | 0,67455 | 0,954545 | 0,25136 | 0,20045 | 0,18614 | 0,20284 | 0,88262 | 0,60827  |
|         | Валовые затраты             | 691,74  | 1048,56  | 280     | 257,76  | 239,76  | 190,8   | 1135,48 | 547,489  |
|         | Себестоимость               | 699,656 | 1102,861 | 285,831 | 208,91  | 231,051 | 177,752 | 890,066 | 545,545  |
|         | Валовая прибыль             | 7,91615 | -54,3014 | -5,831  | 48,8497 | 8,70876 | 13,0482 | 245,41  | 1,94428  |
|         | Рентабельность производства | 1,14438 | -5,17866 | -2,0825 | 18,9516 | 3,63228 | 6,8387  | 21,613  | 0,35513  |
|         | Рентабельность продукции    | 1,13143 | -4,92368 | -2,04   | 23,3831 | 3,76919 | 7,34071 | 27,5721 | 0,35639  |
|         |                             |         |          |         |         |         |         |         |          |
|         | Цена ЭЭ                     | 4,354   | 4,354    | 4,354   | 4,354   | 4,354   | 4,354   | 4,354   | 4,354    |
| 4,354   | И12                         | 5,05064 | 5,05064  | 4,7894  | 4,354   | 4,354   | 4,354   | 4,92002 | 4,354    |
|         |                             | 5,05064 | 5,05064  | У1      | У2      | У3      | У4      | У5      | У6       |
|         | У7                          | У8      |          |         |         |         |         |         |          |
|         | Сырье и Мат.                | 2,374   | 2,374    | 2,374   | 2,374   | 2,374   | 2,374   | 2,374   | 2,374    |
| 2,374   |                             | 5,05064 | 5,05064  | 2,63514 | 2,374   | 2,374   | 2,374   | 2,374   | 2,46896  |
|         |                             | 5,05064 | 5,05064  | У1      | У2      | У3      | У4      | У5      | У6       |
|         | У7                          | У8      |          |         |         |         |         |         |          |
|         | Др. комплект.               | 0,00098 | 0,00098  | 0,00098 | 0,00098 | 0,00098 | 0,00098 | 0,00098 | 0,00098  |
| 0,00098 |                             | 0,00098 | 0,00098  | 0,00098 | 0,00098 | 0,00098 | 0,00098 | 0,00098 | 0,001019 |
|         |                             | 0,00098 | 0,00098  | У1      | У2      | У3      | У4      | У5      | У6       |
|         | У7                          | У8      |          |         |         |         |         |         |          |
|         | Числ.занятых                | 2,76    | 2,76     | 2,76    | 2,76    | 2,76    | 2,76    | 2,76    | 2,76     |
| 3,54    | 3,54                        | 2,76    | 2,76     | 2,76    | 2,76    | 2,76    | 2,76    | 2,76    | 2,76     |
|         |                             | 2,76    | 2,76     | 3,54    | 3,54    | 3,54    | 3,54    | 3,54    | 3,54     |
|         |                             | 3,54    | 3,54     | 3,54    | 3,54    | 3,54    | 3,54    | 3,54    | 3,54     |
|         |                             | 3,54    | 3,54     | У1      | У2      | У3      | У4      | У5      | У6       |
|         | У7                          | У8      |          |         |         |         |         |         |          |
|         | ОФ                          | 4,1     | 4,1      | 4,1     | 4,1     | 4,1     | 4,1     | 4,1     | 4,1      |
| 1,75    | 1,75                        | 4,1     | 4,346    | 4,1     | 4,1     | 4,1     | 4,1     | 4,1     | 4,223    |
|         |                             | 4,1     | 1,75     | 1,75    | 1,75    | 1,75    | 1,75    | 1,75    | 1,75     |
|         |                             | 1,75    | 1,75     | 1,75    | 1,75    | 1,75    | 1,75    | 1,75    | 1,8025   |
|         |                             | 1,75    | 1,75     | У1      | У2      | У3      | У4      | У5      | У6       |
|         | У7                          | У8      |          |         |         |         |         |         |          |

Рис. 14. Мгновенный снимок смоделированных скрытых данных  
Fig. 14. Instant screenshot of simulated hidden data

3. Скорректировать спрос в исходной системе и хранилище.

4. Принимать различные управленческие решения.

**Заключение.** Таким образом, в статье обоснована методика визуализации прогнозных корпоративных расчетов, отличительной особенностью которой является обеспечение прогнозируемых показателей с хранилищем SAP BW благодаря встраиванию модельного аппарата в SAP BO Dashboards. Использование многомерных OLAP-структур в совокупности со средствами

ETL и Business Objects обеспечивает визуализацию прогнозных показателей в online-режиме корректировки управляющих воздействий с учетом действия различных факторов риска. Реализация методики на реальных данных показала возможность оперативного подбора в интерактивном режиме управляющих воздействий с выходом на целевые KPI-показатели, что обеспечивает реализацию принципа обратной связи системы без использования сложного математического обеспечения.

## Список литературы

1. Духонин, Е. Ю. Управление эффективностью бизнеса. Концепция [Business Performance Management] / Е. Ю. Духонини др.; под. общ. ред. Г. В. Генса. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 269 с.
2. Hilgefort, I. Reporting and Analytics with SAP Business Objects / I. Hilgefort. – Bonn: Galileo Press, 2009. – 655 p.
3. Fu, Biao. SAP BW: Step-by-Step Guide / Biao Fu, Henry Fu. – Addison Wesley, 2002. – 476 p.
4. Rausch, P. Business Intelligence and Performance Management – Theory, Systems and Industrial Applications / P. Rausch, A. F. Sheta, A. Ayesh. – London: Springer, 2013. – 269 p.
5. Chapman, C. B. Project Risk Management: Process, Techniques and Insights / C. B. Chapman, S. C. Ward. – Chichester: Wiley, 2003. – 389 p.
6. Миксюк, С. Ф. Балансовые модели риск-менеджмента как инструмент BPM-технологий в системе управления промышленным предприятием / С. Ф. Миксюк, И. Е. Перминова // Научные труды Белорусского государственного экономического университета: юбил. сб. – Минск: БГЭУ, 2013. – С. 261–272.

## References

1. Duhonin E. U., Isaev D. V., Mostovoy E. L. and etc. *Upravlenie jeffektivnost'ju biznesa. koncepcija* [Business Performance Management. The concept of BPM]. Moscow, Alpina Business Books, 2005. 269 p. (in Russian).
2. Hilgefort I. Reporting and Analytics with SAP Business Objects. Bonn: Galileo Press, 2009. 655 p.
3. Fu Biao, Fu Henry. SAP BW: Step-by-Step Guide. Addison Wesley, 2002. 476 p.
4. Rausch P., Sheta A. F., Ayesh A. Business Intelligence and Performance Management – Theory, Systems and Industrial Applications. London: Springer, 2013. 269 p.
5. Chapman, C. B., Ward S. C. Project Risk Management: Process, Techniques and Insights. Chichester: Wiley, 2003. 389 p.
6. Miksyuk S. F., Perminava I. E. Balance models of risk-management as a BPM-technology instrument in the industrial management system. *Nauchnye trudy Belorusskogo gosudarstvennogo jekonomicheskogo universiteta* [Scientific works of Belarusian State Economic University], 2013, pp. 261–272 (In Russian).

Received: 09.07.2018

Поступила: 09.07.2018

## Технологии 3D-печати в образовательном процессе

**И. Г. Майоров**, магистр экономических наук, руководитель направления по работе с государственными организациями ООО «Софтлайнбел», ул. М. Богдановича, д. 155, офис 1215, 220040, г. Минск, Республика Беларусь

**А. Б. Бельский**, системный аналитик 2-й категории

E-mail: belsky@unibel.by

Учреждение «Главный информационно-аналитический центр Министерства образования Республики Беларусь», ул. Захарова, д. 59, 220088, г. Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** В статье затрагивается тема использования технологий 3D-печати в сфере образования. Технологии 3D-печати могут применяться для обучения технологическим навыкам в конструировании, машиностроении, проектировании в качестве основного инструмента. Также они способствуют переориентации внимания с цифровой или виртуальной среды на реальный мир, поскольку результатами учебной деятельности выступают не эскизы и макеты, а реальные объекты с заданными характеристиками. Технологии 3D-печати относятся к быстроразвивающимся и перспективным технологиям, которые могут найти свое применение в различных областях, в том числе и в сфере образования. Данные технологии благодаря появлению персональных печатающих устройств могут способствовать внедрению новых форм организации учебного процесса, повышению мотивации и формированию необходимых компетенций выпускников и преподавателей.

**Ключевые слова:** цифровой дизайн; 3D-принтер; сфера образования; прототипирование; учебный процесс; 3D-моделирование

**Для цитирования:** Майоров, И. Г. Технологии 3D-печати в образовательном процессе / И. Г. Майоров, А. Б. Бельский // Цифровая трансформация. – 2018. – № 2 (3). – С. 47–53.



© Цифровая трансформация, 2018

## Technologies of 3D-printing in the Educational Process

**I. G. Mayorov**, Master of Economics, Head of a Direction on Work with the State Organizations

LLC Softlinebel, 155 M. Bogdanovicha Str., office 1215, 220040 Minsk, Republic of Belarus

**A. B. Belsky**, System Analyst of the 2nd category of the Department of the International Projects Implementation

E-mail: belsky@unibel.by

Establishment “The Main Information and Analytical Center of the Ministry of Education of the Republic of Belarus”, 59 Zakharova Str., 220088 Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** The article touches upon the topic of using 3D-printing technologies in education. 3D-printing technologies can be used to teach technological skills in engineering and design as the main tool. They also help to reorient attention from the digital or virtual environment to the real world, because as a result of learning activity, not sketches and layouts, but real objects with specified characteristics act. 3D-printing technologies are fast-developing and promising technologies that can find their application in various fields, including in the field of education. These technologies due to the appearance of personal printing devices can facilitate the introduction of new forms of organization of the educational process, increase the motivation and formation of the necessary competencies of graduates and teachers.

**Key words:** digital design; 3D-printer; the sphere of education; prototyping; educational process; 3D-modeling

**Введение.** Еще 10 лет назад технология 3D-печати не имела большой известности и обширного применения, однако в настоящее время она стремительно развивается. В частности, наблюдается прорыв в материалах, используемых для 3D-печати, — появляются экологически чистые материалы. Сегодня современные технологии 3D-печати активно внедряются во многих отраслях экономики, в т. ч. в медицине, промышленности (автомобилестроение, авиация и космос, военно-промышленный комплекс и др.), архитектуре, науке и т. д.

Объем мирового рынка технологий аддитивного производства (т. е. 3D-печати) в 2018 г., как ожидается, достигнет 12,8 млрд долларов США, что почти в 2,5 раза выше уровня 2015 г. (5,2 млрд долларов). При этом, согласно прогнозам экспертов, к 2021 г. объем рынка 3D-печати достигнет 26,5 млрд долларов США [9].

Развитие технологий 3D-печати и их высокая перспективность делает особенно актуальным вопрос их применения в педагогической деятельности: т. к. система образования призвана готовить будущие поколения к жизни в условиях информационного общества и цифровой экономики, то внедрение передовых информационных технологий в образовательный процесс приобретает первостепенную важность. Повышение информированности как педагогов, так и обучающихся на всех уровнях системы образования о технологических инновациях, а также возможностях, принципах и направлениях их последовательного применения в образовательном процессе имеет большую роль для обеспечения высокого качества образования в цифровую эпоху.

Целью данной статьи является исследование сущности технологий 3D-печати и определение их места и роли в современном образовательном процессе, выявление преимуществ от их использования для педагогических работников и обучающихся, а также разработка предложений по оптимизации внедрения технологий 3D-печати в деятельность учреждений образования всех уровней.

**Основная часть.** Для более полного описания технологии 3D-печати и выявления ее сущности целесообразно рассмотреть, что собой представляет 3D-принтер.

3D-принтер — это специальное устройство для вывода 3D-данных. В отличие от традиционного

принтера, который отображает двумерную информацию на листе бумаги, трехмерный принтер позволяет отправлять трехмерные данные, т. е. создавать определенные физические объекты [1].

Преимущества таких устройств по сравнению с обычными методами создания моделей — быстрая скорость, простота создания и низкая стоимость. Так, создание модели ручным методом может занять несколько недель или даже месяцев в зависимости от сложности продукта, в результате чего затраты на разработку и время изготовления продукции существенно выше, чем при использовании 3D-печати.

В настоящее время отсутствует стандартизированная классификация 3D-принтеров. Классифицировать 3D-принтеры можно по следующим признакам:

- 1) по используемой технологии печати;
- 2) по исполнению (промышленные, лабораторные и домашние);
- 3) по числу печатающих головок;
- 4) по цветности (одно- и многоцветные);
- 5) по числу материалов, из которых печатается изделие (один материал или несколько разных);
- 6) по назначению (строительные, пищевые и т. п.) [5, с. 196].

По используемой технологии печати 3D-принтеры можно классифицировать как: стереолитографические; лазерные (в которых осуществляется спекание порошковых материалов лазером); с технологией струйного моделирования; с послойной печатью расплавленной полимерной нитью; с технологией склеивания порошков; с ламинированием листовых материалов; с УФ-облучением через фотомаску; с цветной 3D-печатью [5, с. 197].

В основе технологии 3D-печати лежит принцип послойного создания (выращивания) твердой модели, а сама эта технология печати является быстрым способом прототипирования объектов без изготовления пресс-формы. На основе файла цифровой 3D-модели принтер строит объект посредством печати материалов по слоям. Эта технология нуждается в сырье гораздо меньше, чем традиционная, которая использует грубую обрезку. Благодаря изменению конфигурации модели она может более гибко реагировать на потребности потребителей [6].

В целом технология 3D-печати может полностью исключить ручную работу и необходимость

делать рисунки и расчеты на бумаге, потому что программа позволяет видеть модель со всех сторон еще на экране и устранять все недостатки напрямую в процессе разработки, в отличие от ручного метода формирования модели, при котором они обнаруживаются уже в процессе изготовления, а также позволяет создавать модель за несколько часов. Таким образом, вероятность ошибок, связанных с ручной работой, при использовании технологий 3D-печати практически устранена.

3D-печать активно трансформирует множество отраслей современного мира, однако она только начинает рассматриваться как эффективный инструмент в образовании. На применение технологий 3D-печати в образовательном процессе следует смотреть через призму доказанной теории о том, что практическое обучение способствует более эффективному усвоению материала обучающимися по сравнению с обычным конспектированием лекций. Таким образом, использование 3D-печати позволяет обучающимся получить преимущества практически в любой области наук, предоставляя студентам возможность лучше понимать концепции в математике, географии, истории и дизайне посредством практической реализации их собственных реальных проектов.

Следует отметить, что активное использование технологий 3D-печати в мировой практике уже получило определенное распространение: в соответствии с прогнозами аналитиков IDC, в 2018 г. учреждения образования по всему миру потратят на эти технологии 974 млн долларов США [8].

Технология 3D-печати уникальна, так как предоставляет возможность индивидуального моделирования и производства. На основе сетевых платформ спрос и предложение могут быть интегрированы для быстрого предоставления разнообразных творческих решений. Таким образом, можно создавать множество креативных продуктов и гарантировать, что время и стоимость производства этих продуктов будут близки к времени, имеющему место при крупномасштабном производстве. Такой гибко настраиваемый режим производства позволит удовлетворить общественный спрос на инновационные идеи.

Внедрение современных технологий 3D-печати частично решает задачи, поставленные временем и новыми стандартами обучения: педагоги и обучающиеся «адаптируются» на всех уровнях сложности. Переходя от общего к частному и рассматривая возможности внедрения

процесса 3D-печати в средней школе, следует отметить, что значительное повышение усвояемости материала при его визуализации является неоспоримым фактом. В связи с этим необходимо повышать удельный вес практических занятий в структуре учебных планов. При этом специальное устройство, которое может в любой момент создать необходимый учебный материал, позволяющий легче объяснить новую тему, например, на уроках химии или физики, рассматривается как инновационный инструмент, существенно повышающий эффективность практикоориентированного обучения.

В качестве материала для 3D-печати уже сейчас используются:

- 1) различные виды пластиков и полимеров: ABS/PLA, нейлон, акрил, фотополимеры;
- 2) металлы: от олова и алюминия до нержавеющей стали и титана;
- 3) гипсовый порошок;
- 4) деревянное волокно, бумага;
- 5) воск;
- 6) живые органические клетки;
- 7) продукты питания: шоколад, сахар, тесто, масло [3].

Применение 3D-технологий в образовании даст значительный инновационный толчок в таких сферах как:

– промышленный дизайн и машиностроение — возможность механического конструирования, функционального тестирования практически сразу, во время учебного процесса. 3D-печать, включенная в учебную программу инженерных дисциплин, даст возможность студентам воплощать в жизнь свои конструкторские замыслы и идеи, тем самым увеличив долю инноваций в их проектах;

– архитектура и строительство — создание архитектурных моделей и конструкций наиболее важных элементов, визуализация проектов;

– медицина — анатомическое моделирование, хирургическое планирование, протезирование. Технологии 3D-печати также существенно упрощают эксперименты в области биотехнологий (например, создание искусственных тканей человеческих органов);

– география и археология — 3D-моделирование и визуализация местности, археологических находок и древних ископаемых;

– биология и химия — возможность создавать полноцветные молекулярные модели, наглядно демонстрировать цепочки ДНК, электрический заряд или устройство атома [2, с. 47].

Использование обучающимися 3D-принтера позволяет разрабатывать дизайн объектов, которые раньше невозможно было создать даже с четырехосевыми фрезерными станками. Ранее студенты были ограничены в моделировании и производстве вещей из-за отсутствия производственных инструментов, так как у них были только простые машины для обработки. Теперь эти ограничения почти полностью устранены за счет возможности реализовать практически все, что можно нарисовать на компьютере в 3D-программе.

Использование технологий 3D-печати открывает быстрый путь к итеративному моделированию. Обучающиеся могут создавать 3D-части, печатать их, тестировать и оценивать. Если детали не работают, вторая попытка не является проблемой. Поэтому использование технологии 3D-печати неизбежно приводит к увеличению доли инноваций в студенческих проектах.

Трехмерная печать может использоваться не только в классах дизайна и технологий. На трехмерных принтерах могут быть напечатаны различные художественные формы (скульптуры, игрушки, фигуры). Формы самых разнообразных объектов: клетки, атомы, ДНК, математические тела, объекты из разных областей наук также могут быть смоделированы в 3D, а затем изготовлены с использованием 3D-принтеров.

Знакомство студентов с работой 3D-принтера и возможность печати становится очень важным элементом процесса обучения, особенно для студентов технических специальностей и дизайнеров. Первая категория студентов имеет возможность рисовать диаграммы, осуществлять расчеты, создавать чертежи, а затем моделировать детали зданий и двигателей, новые устройства. Студенты-дизайнеры, в свою очередь, имеют возможность не только работать с 3D-моделированием, но и реализовывать самые смелые творческие идеи: воссоздать искусство древнего мира, скульптуры, картины, архитектуру, моделирование интерьеров и домов, разработку сувениров, создание коллекций дизайнерской одежды и аксессуаров.

Использование 3D-печати в обучении позволяет пойти еще дальше — создать реальную копию смоделированного объекта. Это позволит не только исследовать проецируемую часть, но и оценить ее другие особенности. Кроме того, обучающиеся могут продемонстрировать полный цикл создания продукта: от стадии проектирования до стадии реализации деталей с помощью определенного материала [7].

Например, в классах инженерной графики студенты, которые наиболее точно смоделировали часть с использованием 3D-технологии, смогут оценить ее правильность, воспроизведя продукт в реальном материале. Мотивация студентов во время работы в классе зависит от преподавателя: он может печатать лучшие проекты, самые сложные проекты или самые экономичные и т. д. Кроме того, использование 3D-принтеров в инженерно-техническом образовании необходимо в исследовательской работе студентов при реализации курсовых и дипломных проектов.

Использование технологии 3D-печати также влияет на методологию обучения. Существует несколько способов восприятия информации в процессе обучения: обучающиеся могут получать ее в текстовом виде либо слушая лекцию, но наиболее эффективной формой усвоения знаний считаются практические упражнения. Последняя форма восприятия информации имеет решающее значение для глубокого понимания и овладения материалом, потому что через реализацию практической части происходит изучение формы и структуры объекта.

В результате исследования были выделены следующие преимущества внедрения технологий 3D-печати в образовательный процесс:

- 1) увеличение научного потенциала учреждения образования;
- 2) возможность для будущих поколений реализовывать свои идеи намного эффективней, чем это происходит сейчас;
- 3) значительное повышение инновационной конкурентоспособности учреждений образования на мировом уровне.
- 4) существенное ускорение и удешевление этапов прототипирования и экспериментального тестирования.
- 5) внедрение в учебную программу модулей 3D позволит готовить высококвалифицированные кадры со школьной скамьи;
- 6) преподаватели имеют возможность самостоятельно создавать трехмерные наглядные пособия, существенно упрощающие понимание материала обучающимися;
- 7) 3D-принтеры позволяют реализовать обучение на практике: обучающиеся могут самостоятельно создавать прототипы и необходимые детали, воплощая свои конструкторские и дизайнерские идеи [3].

Общим преимуществом использования 3D-печати является значительное увеличение интереса обучающихся к учебному процессу, так как

она позволяет визуально и тактильно оценивать и тестировать результаты своей работы. Существует множество исследований и доказательств того, что эффективность обучения повышается благодаря активному опыту, особенно в пространственных и абстрактных концепциях, которые трудно визуализировать [3].

Проникновение технологий 3D-печати во все большее число областей науки и образования приведет к увеличению спроса на квалифицированных специалистов в этой области. Использование 3D-принтеров требует всей базы знаний, необходимой для моделирования, физики, математики, программирования. Понимая это, самые прогрессивные учреждения образования, от школ до университетов, уже сделали его важным элементом учебной программы.

Следует отметить, что до сих пор промышленное использование 3D-принтеров в Республике Беларусь ограничивается производством прототипов или моделей. Это связано с тем, что 3D-принтеры имеют высокую стоимость и требуют наличия квалифицированного персонала. Поэтому для внедрения 3D-технологий необходимо обучать специалистов в этой области. Обучение такого специалиста должно включать: 3D-проектирование и моделирование (как часть классов инженерной графики), информационные технологии CAE и CAM, а также технологии 3D-оцифровки исследуемых объектов.

Внедрение современных технологий 3D-печати в образовательный процесс требует, во-первых, значительного укрепления материально-технической базы учреждений образования (приобретение соответствующего оборудования, организация инфраструктуры), во-вторых, формирования у педагогических работников навыков достаточно уверенной работы с 3D-технологиями (в т. ч. в сфере 3D-проектирования и моделирования). В связи с этим крайне важной задачей становится расширение государственно-частного партнерства по вопросу развития и применения технологий 3D-печати.

Совместно с производителями и поставщиками 3D-технологий органам управления образованием необходимо определить оптимальную модель обеспечения использования учреждениями образования дорогих 3D-принтеров, выработать условия организации курсов для педагогических работников, в т. ч. для школьных учителей в регионах. В связи с большим числом педагогических работников и малым количеством экспертов следует рассмотреть вопрос

о целесообразности проведения курсов по технологиям 3D-печати и их применению в образовании в режиме онлайн (например, в формате вебинаров) для педагогов, имеющих достаточные навыки владения ИКТ.

Кроме того, важно организовать информационное обеспечение всех уровней системы образования по вопросам технологий 3D-печати (начиная от педагогов учреждений образования и заканчивая специалистами и руководителями органов государственного управления), направленное на распространение информации о технологиях 3D-печати, их роли в современном образовательном процессе и предоставляемых ими преимуществ. Для этого возможно формирование информационных и научно-методических материалов, рассылаемых в учреждения образования и иные организации системы образования, а также регулярное проведение тематических конференций и форумов, а также конкурсов для педагогов и обучающихся.

Определенные трудности связаны и с вопросом материально-технического обеспечения учреждений образования: высокая стоимость 3D-принтеров в настоящее время не позволяет приобрести их для всех учреждений образования республики, поэтому крайне важно определить наиболее оптимальные как с педагогической, так и с экономической точки зрения модели внедрения аддитивных технологий в образовательный процесс. Так, например, 3D-принтеры могут предоставляться учреждениям образования как сервис: педагогами и обучающимися в рамках образовательного процесса создаются 3D-модели, печать которых осуществляется на оборудовании оператора, а готовые изделия затем высылаются обратно в учреждения образования. Такой подход позволяет затратить значительно меньше средств на материально-техническое обеспечение учреждений образования, однако несколько снижает образовательную эффективность: обучающиеся смогут увидеть результаты своей работы только через несколько дней.

Другим возможным способом является организация специальных центров 3D-печати (например, на базе отдельных учреждений образования) в каждом районе республики, в которых будут проходить выездные занятия с 3D-принтерами. Данный способ позволяет обучающимся более глубоко усвоить 3D-технологии благодаря непосредственной работе с ними, однако требует затрат (в т. ч. временных) на организацию транс-

портировки обучающихся, особенно затруднительной в сельской местности.

Также целесообразно изучить возможность привлечения средств инновационных фондов и / или международных организаций для формирования в учреждениях образования республики необходимой инфраструктуры.

Решение вопросов материально-технического и информационного обеспечения учреждений образования, а также формирования у педагогических работников необходимых навыков является необходимым условием эффективного внедрения технологий 3D-печати в образовательный процесс.

**Заключение.** 3D-технологии играют важную роль в процессе обучения. В дополнение к обучению в соответствии с современными стандартами применение 3D-принтеров оказывает влияние на модернизацию педагогики в 21 веке, не только активизирует деятельность обучающихся в образовательном процессе, но и помогает легко освоить даже самые сложные материалы визуально. Можно сказать, что за технологиями 3D-печати стоит будущее, поэтому чем раньше будет разработана современная учебная программа с учетом внедрения 3D-принтеров в учебный процесс, тем больше возможностей получат наука и общество в целом. Расширение ассортимента сырья для 3D-печати также способствует ее использованию в различных дисциплинах.

В результате проведенного исследования можно выделить следующие преимущества для применения технологий 3D-печати:

- 1) содействие внедрению новых методов обучения, невозможных в классическом подходе;
- 2) повышение инновационной конкурентоспособности высших учебных заведений.
- 3) обеспечение подготовки квалифицированных специалистов с экспоненциальным ростом использования технологий 3D-печати в мире.

Однако быстрое внедрение 3D-технологий во все сферы экономики требует большого количества соответствующих специалистов. Спрос на

таких специалистов может быть удовлетворен только за счет систематического внедрения технологии 3D-печати в образовательный процесс.

Результаты исследования тенденций в сфере 3D-печати, ее роли в образовательном процессе и преимуществ для педагогических работников и обучающихся позволяют сформировать следующие рекомендации для развития системы образования Республики Беларусь:

- 1) внедрение аддитивных технологий (3D-печати) в образовательный процесс в учреждениях общего среднего, среднего специального, профессионально-технического и высшего образования должно стать одним из важнейших направлений государственной политики по информатизации и цифровой трансформации и быть соответствующим образом закреплено в нормативно-правовых актах, образовательных стандартах и учебных программах;

- 2) для соответствия требованиям рынка труда цифровой экономики учреждениям высшего образования следует начать подготовку специалистов в сфере 3D-технологий;

- 3) эффективное внедрение 3D-технологий в образовательный процесс требует расширения государственно-частного партнерства по вопросу развития и применения технологий 3D-печати;

- 4) необходимо решение вопроса материально-технического обеспечения системы образования в части 3D-инфраструктуры, что требует в первую очередь выбора оптимальной модели оснащения учреждений образования 3D-принтерами;

- 5) целесообразна организация курсов (в т. ч. вебинаров) для педагогических работников по вопросам 3D-печати, проведение тематических форумов и конференций, разработка информационных и научно-методических материалов для рассылки в учреждения образования.

Внедрение 3D-технологий в образовательный процесс будет способствовать существенному повышению его качества и соответствию требованиям рынка труда цифровой экономики и информационного общества.

## Список литературы

1. Долгих, Д. Н. Внедрение и использование 3D принтера и 3D сканера на уроках информатики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://videouroki.net/razrabotki/statya-na-temu-vnedrenie-i-ispolzovanie-3d-printera-i-3d-skanera-na-urokakh-informatiki.html>. – Дата доступа: 30.04.2018.
2. Заседатель, В. С. Технологии 3D-печати в образовательном процессе вуза / В. С. Заседатель // Материалы XIV Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 47–51.
3. Инновации в сфере образования на основе технологий 3D прототипирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://school48.beluo.ru/wp-content/uploads/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F.pdf>. –

Дата доступа: 28.04.2018.

4. Лейбов, А. М. Применение технологий 3D-прототипирования в образовательном процессе / А. М. Лейбов, Р. В. Каменев, О. М. Осокина [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=14933>. – Дата доступа: 30.04.2018.
5. Салахов, Р. Ф. Возможности 3D-печати в образовательном процессе / Р. Ф. Салахов, Р. И. Салахова, З. Н. Гаптраупова // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – 2017. – № 6 (72), ч. 2. – С. 196–198.
6. Усенков, Д. Ю. 3D-печать: как это работает? // Мир 3D. – 2014. – № 3 (17). – С. 3–17.
7. 3D Printing in Education: Where Are We Now and What Does the Future Hold? [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.officexpress.co.uk/3d-printing-in-education-where-are-we-now-and-what-does-the-future-hold/>. – Date of access: 27.04.2018.
8. IDC: мировой рынок 3D-печати в 2018 году вырастет до 12 миллиардов долларов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.computerworld.ru/news/IDC-mirovoy-rynok-3D-pechati-v-2018-godu-vyrastet-do-12-milliardov-dollarov>. – Дата доступа: 17.07.2018.
9. Value of the additive manufacturing (3D printing) market worldwide from 2017 to 2021 (in billion U.S. dollars) [Electronic resource] // Statista. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/261693/3d-printing-market-value-forecast>. – Date of access: 17.07.2018.

## References

1. Dolgih D. N. *Vnedreniye i ispo'zovaniye 3D printera i 3D skanera na urokakh informatiki* [Introduction and use of 3D printer and 3D scanner in computer science lessons]. Available at: <https://videouroki.net/razrabotki/statya-na-temu-vnedrenie-i-ispolzovanie-3d-printera-i-3d-skanera-na-urokakh-informatiki.html> (accessed: 30.04.2018) (in Russian).
2. Zasedatel V. S. Technologies of 3D-printing in the educational process of the university. *Materialy XIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Materials of the XIV International Scientific and Practical Conference], 2015, pp. 47–51 (in Russian).
3. *Innovatsii v sfere obrazovaniya na osnove tekhnologiy 3D prototipirovaniya* [Innovation in the field of education based on 3D prototyping technologies]. Available at: <http://school48.beluo.ru/wp-content/uploads/.pdf> (accessed: 28.04.2018) (in Russian).
4. Leibov A. M., Kamenev R.V., Osokina O. M. Application of 3D-prototyping technologies in the educational process. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2014., № 5. Available at: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=14933> (accessed: 30.04.2018) (in Russian).
5. Salahov R. Ph., Salahova R. I., Gauptraupova Z. N. The possibilities of 3D printing in the educational process. *Filologicheskie nauki. Voprosy teorii i praktiki* [Philological Sciences. Questions of theory and practice], 2017, № 6 (72), pp. 196–198 (in Russian).
6. Usenkov D. Y. 3D printing: how does it work?. *Mir 3D* [3D World], 2014, № 3 (17), pp. 3–17 (in Russian).
7. 3D Printing in Education: Where Are We Now and What Does the Future Hold?. Available at: <http://www.officexpress.co.uk/3d-printing-in-education-where-are-we-now-and-what-does-the-future-hold/> (accessed: 27.04.2018).
8. IDC: *mirovoy rynek 3D pechati v 2018 godu vyrastet do 12-milliardov dollarov* [IDC: The global 3D printing market will grow to \$ 12 billion in 2018]. Available at: <https://www.computerworld.ru/news/IDC-mirovoy-rynok-3D-pechati-v-2018-godu-vyrastet-do-12-milliardov-dollarov> (accessed: 17.07.2018) (in Russian).
9. Value of the additive manufacturing (3D printing) market worldwide from 2017 to 2021 (in billion U. S. dollars) // Statista. Available at: <https://www.statista.com/statistics/261693/3d-printing-market-value-forecast> (accessed: 17.07.2018).

Received: 20.07.2018

Поступила: 20.07.2018

## Применение автоматизированной информационно-аналитической системы мониторинга подготовки научных работников высшей квалификации для анализа динамики развития послевузовского образования в Республике Беларусь

**А. К. Сутурин**, к. т. н., заведующий отделом планирования и прогнозирования подготовки научных работников высшей квалификации  
E-mail: suturin@belisa.org.by

ГУ «Белорусский институт системного анализа и информационного обеспечения научно-технической сферы», пр. Победителей, д. 7, 220004, г. Минск, Республика Беларусь

**Н. А. Никоненко**, к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедры медицинской и биологической физики

УО «Белорусский государственный медицинский университет», пр-т Дзержинского, д. 83, 220116, г. Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Представлены возможности автоматизированной информационно-аналитической системы мониторинга подготовки научных работников высшей квалификации (АСМ НРВК). Показано, что применение АСМ НРВК позволяет получать оперативную информацию о состоянии подготовки научных работников высшей квалификации в Республике Беларусь, осуществлять анализ динамики развития послевузовского образования по широкому спектру количественных и качественных показателей.

**Ключевые слова:** цифровая экономика, цифровая трансформация образования, информационно-коммуникационная инфраструктура, информационный ресурс, послевузовское образование

**Для цитирования:** Сутурин, А. К. Применение автоматизированной информационно-аналитической системы мониторинга подготовки научных работников высшей квалификации для анализа динамики развития послевузовского образования в Республике Беларусь / А. К. Сутурин, Н. А. Никоненко // Цифровая трансформация. – 2018. – № 2 (3). – С. 54–57.



© Цифровая трансформация, 2018

## Application of the Automated Information-analytical System for Monitoring the Highest Qualification Scientific Personnel Training with the Aim of the Analysis of the Postgraduate Education Development Dynamics in the Republic of Belarus

**A. K. Suturin**, Candidate of Sciences (Technology), head of the department for planning and forecasting the training of highly qualified scientists

E-mail: suturin@belisa.org.by

Belarusian Institute of System Analysis and Information Support for Scientific and Technical Sphere, 7 Pobeditelei Ave., 220004 Minsk, Republic of Belarus

**N. A. Nikonenko**, Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Medical and Biological Physics

Belarusian State Medical University, 83 Dzerzhinski Ave., 220116 Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** The possibilities of the automated information-analytical system for monitoring the highest qualification scientific personnel training are presented. It is shown that the application of the above system allows to get information

about the state of the highest qualification scientific personnel training in the Republic of Belarus, to perform the analysis of the dynamics of the postgraduate education development on a wide range of quantitative and qualitative indicators.

**Key words:** digital economy; digital transformation of education; information and communication infrastructure, information resource, postgraduate education

**For citation:** Suturin A. K., Nikonenko N. A. Application of the Automated Information-analytical System for Monitoring the Highest Qualification Scientific Personnel Training with the Aim of the Analysis of the Postgraduate Education Development Dynamics in the Republic of Belarus. *Cifrovaja transformacija* [Digital transformation], 2018, 2 (3), pp. 54–57 (in Russian).

© Digital Transformation, 2018

**Введение.** Одним из важнейших приоритетов социально-экономического развития Республики Беларусь является формирование цифровой экономики, развитие национальной информационно-коммуникационной инфраструктуры [1]. Очевидно, что на современном этапе инновационного развития Республики Беларусь особую актуальность приобретают новые знания и прогрессивные технологии, использование которых предусматривает повышение роли науки, улучшение качества всех ступеней профессионального образования, подготовки научных кадров с учетом прогнозируемых преобразований в науке и экономике.

**Основная часть.** В настоящее время в Республике Беларусь подготовка научных работников высшей квалификации (НРВК) за счет средств республиканского бюджета осуществляется в 119 учреждениях образования, организациях, реализующих образовательные программы послевузовского образования (далее — УПО). На начало 2018 года численность обучающихся в аспирантуре (адъюнктуре), составила 5149 чел., из них 380 граждан иностранных государств, в докторантуре — 503 чел., в том числе 14 граждан иностранных государств.

Эффективное управление системой подготовки НРВК, оперативная оценка и контроль состояния послевузовского образования требует применения современных информационно-коммуникационных технологий. С этой целью в Республике Беларусь разработана и функционирует с 2012 г. автоматизированная информационно-аналитическая система мониторинга подготовки научных работников высшей квалификации (АСМ НРВК), которая зарегистрирована в государственном регистре информационных систем и ресурсов (регистрационное свидетельство № 1141202447 от 31.01.2012) [2]. Правовой статус АСМ НРВК закреплён в Положении о порядке планирования, финансирования и контроля подготовки научных работников высшей квалификации за счет средств республиканского бюджета, утвержденном постановлением

Совета Министров Республики Беларусь от 4 августа 2011 года № 1049 [3].

Постановлением Государственного комитета по науке и технологиям (ГКНТ) от 9 января 2012 г. № 1 утверждено Положение о республиканской системе мониторинга подготовки научных работников высшей квалификации в Республике Беларусь, в котором определены цели, задачи и порядок функционирования республиканской системы мониторинга подготовки научных работников в Республике Беларусь [4].

После отмены в мае 2013 г. Белстатом формы государственной статистической отчетности 1-обр (аспирантура, докторантура) «Отчет учреждения образования (организации), реализующего образовательные программы послевузовского образования» АСМ НРВК является важным инструментом, позволяющим осуществлять автоматизированный сбор данных и мониторинг изменения показателей подготовки НРВК в масштабах всей республики. Генерируемые с помощью АСМ НРВК отчеты служат впоследствии основой и для формирования соответствующих таблиц статистических бюллетеней Белстата.

Организационная, техническая и информационная поддержка АСМ НРВК обеспечивается отделом планирования и прогнозирования подготовки НРВК государственного учреждения «Белорусский институт системного анализа и информационного обеспечения научно-технической сферы» (ГУ «БелИСА»), подчиненного ГКНТ.

АСМ НРВК предназначена для информационно-аналитического обеспечения системы планирования и контроля подготовки НРВК; формирования электронного банка данных обучающихся в аспирантуре и докторантуре; мониторинга подготовки как белорусских аспирантов и докторантов за счет средств республиканского бюджета и внебюджетных средств, так и иностранных граждан по широкому спектру количественных и качественных показателей; формирования автоматизированных отчетов о состоянии послевузовского образования в Республике Беларусь.

АСМ НРВК функционирует в режиме ограниченного санкционированного удаленного доступа через глобальную сеть Интернет. Организационная структура этой системы имеет три уровня формирования и доступа к информации:

1) должностные лица ГКНТ, должностные лица ГУ «БелИСА» (системный администратор и администратор банка данных) имеют полные права доступа;

2) должностные лица заказчиков на подготовку НРВК (администраторы отраслевых банков данных) имеют права на просмотр и редактирование информации подчиненных организаций-исполнителей;

3) должностные лица (называемые — операторы) УПО — организаций-исполнителей, которые имеют ограниченный доступ для ввода и редактирования информации об аспирантах, докторантах и соискателях, осваивающих в УПО образовательные программы послевузовского образования.

В АСМ НРВК содержится актуальная информация об обучающихся в аспирантуре и докторантуре (приеме, выпуске, отчислении и т. д.), темах диссертационных исследований. Кроме того, в базе данных АСМ НРВК отражается информация о научных руководителях (консультантах), что позволяет проводить анализ эффективности их научного руководства.

В рамках Подпрограммы 6 «Развитие системы послевузовского образования» Государственной программы «Образование и молодежная политика» на 2016–2020 гг. (далее — Государственная программа) поставлены задачи по обеспечению функционирования системы послевузовского образования; увеличению подготовки НРВК по приоритетным специальностям, необходимым для развития высокотехнологичных производств, относящихся к V и VI технологическим укладам экономики; обеспечению тесного взаимодействия науки и образования с производственными предприятиями путем расширения подготовки НРВК для реального сектора экономики.

С целью мониторинга выполнения целевых показателей Государственной программы в АСМ НРВК формируются автоматизированные отчеты, такие как «численность, прием и выпуск из аспирантуры и докторантуры по приоритетным специальностям», «численность выпуска с защитой диссертации в пределах установленного срока обучения из аспирантуры (докторантуры)», «численность приема в аспирантуру для сторонних организаций, в том числе для предприятий и организаций реального сектора экономики».

Проведенный на основе данных АСМ НРВК анализ динамики изменения показателей подготовки НРВК в системе аспирантуры показывает, что за последние пять лет численность

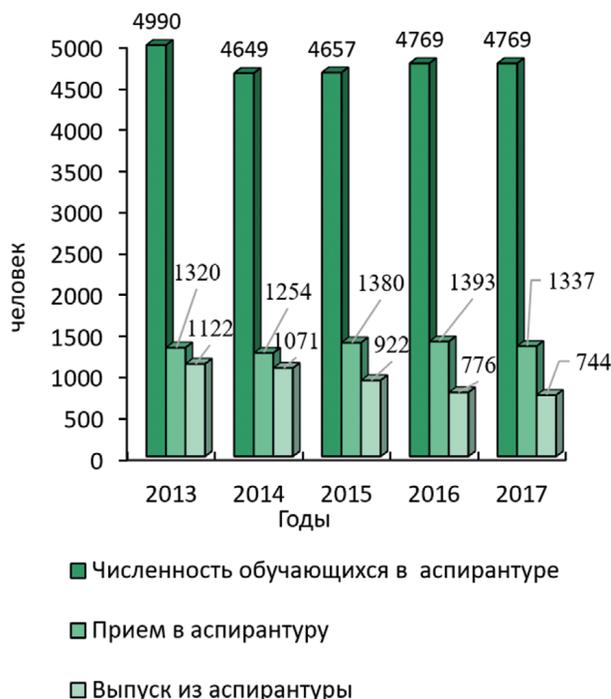


Рис. 1. Динамика изменения количественных показателей подготовки НРВК в системе аспирантуры  
Fig. 1. Dynamics of changes in the quantitative indicators of the preparation of NRVC in the postgraduate system

Таблица 1. Динамика показателя эффективности деятельности аспирантуры  
 Table 1. Dynamics of the indicator of the effectiveness of postgraduate work

| Годы   | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|--|------|------|------|------|
| Выпущено из аспирантуры, чел.  | 1071 | 922  | 776  | 744  |
| Из них с защитой диссертации, чел.   | 57   | 39   | 52   | 58   |
| Удельный вес выпуска с защитой диссертации в пределах установленного срока обучения, % | 5,3  | 4,2  | 6,7  | 7,8  |

обучающихся в аспирантуре белорусских граждан сократилась на 4,4 процента (221 чел.) и стабилизировалась на уровне 4769 человек (рисунок 1). Прием в аспирантуру увеличился незначительно (на 1,3 %) и составил 1337 чел. Вместе с тем среднегодовой темп сокращения численности выпуска из аспирантуры за последний пятилетний период составил около 10 %.

Эффективность деятельности аспирантуры по показателю удельного веса выпуска с защитой диссертации в пределах установленного срока обучения за период 2014–2017 гг. возросла на 2,5 п. п. (таблица 1).

Как показывает анализ динамики развития послевузовского образования за период 2013–2017 гг., как численность проходящих подготовку в докторантуре, так и численность приема существенно увеличилась — в 2 и 1,7 раза, соответственно (рисунок 2). Численность выпуска из докторантуры превысила уровень 2013 года в 1,3 раза и составила 58 чел.

При этом эффективность деятельности докторантуры существенно повысилась в 2017 году по сравнению с 2013–2016 гг. и составила 24,1 % (таблица 2).

АСМ НРВК позволяет формировать ежемесячные и годовые автоматизированные отчеты

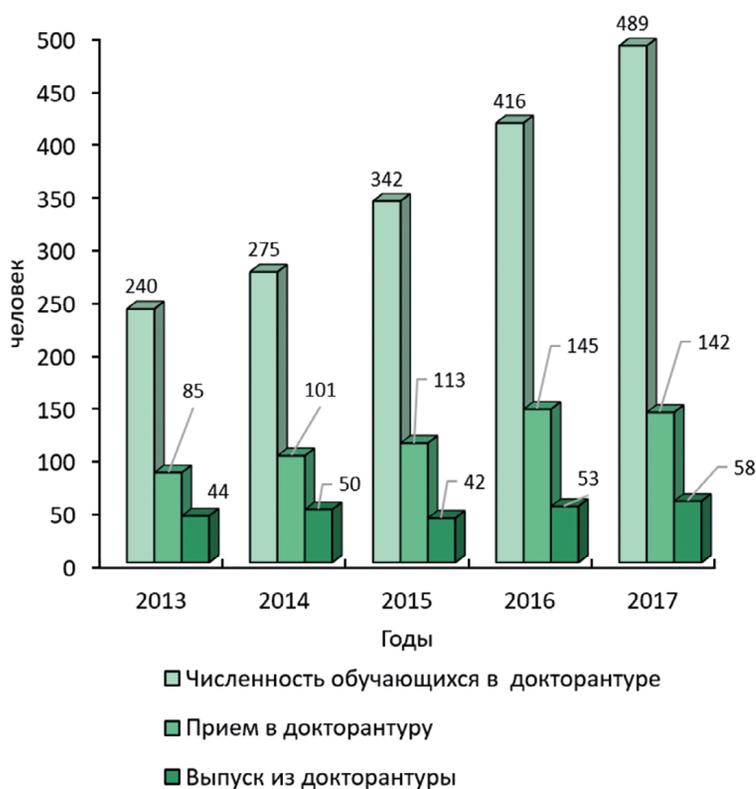


Рис. 2. Динамика изменения количественных показателей подготовки НРВК в системе докторантуры  
 Fig. 2. Dynamics of changes in the quantitative indicators of the preparation of the NRSC in the system of doctoral studies

Таблица 2. Динамика показателя эффективности деятельности докторантуры  
Table 2. Dynamics of the Doctoral Activity Performance Index

| Годы   | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|--|------|------|------|------|
| Выпущено из докторантуры, чел.   | 50   | 42   | 53   | 58   |
| Из них с защитой диссертации, чел.   | 8    | 6    | 4    | 14   |
| Удельный вес выпуска с защитой диссертации в пределах установленного срока обучения, % | 16,0 | 14,3 | 7,5  | 24,1 |

о состоянии подготовки научных кадров высшей квалификации в целом по республике, по органам государственного управления и подчиненным им учреждениям послевузовского образования, а также в разрезе отраслей науки.

В АСМ НРВК предусмотрена возможность на основании электронных форм заявок УПО формирования плана приема в аспирантуру и докторантуру на текущий год в разрезе заказчиков и в целом по республике, а также прогнозных показателей приема на очередной год.

Статистические данные, рассчитываемые и формируемые с помощью АСМ НРВК, по установленным формам ежегодно предоставляются в Белстат, Совет Министров и другие органы государственного управления.

Следует также отметить, что в АСМ НРВК вносятся данные о количестве научных статей, тезисов докладов на конференциях, патентов на изобретения, полученных аспирантами и докторантами, что позволяет УПО систематизировать сведения для проведения их аттестации, выявлять факторы, влияющие на качество подготовки НРВК.

Таким образом, использование информации, содержащейся в АСМ НРВК, позволяет органам государственного управления анализировать не только количественный, но и качественный состав аспирантов и докторантов, осуществлять оперативный контроль эффективности их подготовки.

В базе данных АСМ НРВК по состоянию на июль 2018 года содержатся сведения более чем о 18 600 аспирантах, докторантах и соискателях, включая и тех, кто проходил обучение в период с 2007 по 2017 год, из них 953 человек — иностранные граждане.

**Заключение.** АСМ НРВК может стать аналогом и основой для создания других подобных информационных систем республиканского значения, например, для создания банка данных магистрантов. Интеграция информационно-коммуникационной инфраструктуры в сфере послевузовского образования будет способствовать повышению эффективности управления подготовкой НРВК в Республике Беларусь.

## Список литературы

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23 марта 2016 г. № 235 «Об утверждении Государственной программы развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21600235>. – Дата доступа: 09.07.2018.
2. Автоматизированная информационно-аналитическая система мониторинга подготовки научных работников высшей квалификации / И.В. Войтов [и др.] // Наука и инновации. – 2012. – Т. 110, № 4. – С. 39–41.
3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 4 августа 2011 года № 1049 «Положение о порядке планирования, финансирования и контроля подготовки научных работников высшей квалификации за счет средств республиканского бюджета» [Электронный ресурс]. – Режим доступа:// <http://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=C20500432>. – Дата доступа: 09.07.2018.
4. Постановление ГКНТ от 9 января 2012 г. № 1 «Об утверждении Положения о республиканской системе мониторинга подготовки научных работников высшей квалификации в Республике Беларусь» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.belisa.org.by/ru/kadr/norm/postGKNT\\_1\\_2012.html](http://www.belisa.org.by/ru/kadr/norm/postGKNT_1_2012.html). – Дата доступа: 09.07.2018.
5. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28 марта 2016 г. № 250 «Об утверждении Государственной программы «Образование и молодежная политика» на 2016–2020 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://nasb.gov.by/rus/activities/research/2016/obraz\\_2016-2020.pdf](http://nasb.gov.by/rus/activities/research/2016/obraz_2016-2020.pdf). – Дата доступа: 10.07.2018.

## References

1. *Gosudarstvennaya programma razvitiya tsifrovoy ekonomiki i informatsionnogo obshchestva na 2016–2020 gody* [State Program for the Development of the Digital Economy and the Information Society for 2016–2020 years]. Available at: <http://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21600235> (accessed 09.07.2018) (in Russian).
2. Voitov I. V. Automated information-analytical system for monitoring the highest qualification scientific personnel training. *Nauka & Innovatsii* [Science and Innovations], 2012, v. 110, no. 4, pp. 39–41 (in Russian).
3. *Polozheniye o poryadke planirovaniya, finansirovaniya i kontrolya podgotovki nauchnykh rabotnikov vysshey kvalifikatsii za schet sredstv respublikanskogo byudzheta* [Regulations on the procedure for planning, financing and controlling the highest qualification scientific personnel training at the expense of the national budget]. Available at: <http://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=C20500432> (accessed 09.07.2018) (in Russian).
4. *Polozheniye o respublikanskoy sisteme monitoringa podgotovki nauchnykh rabotnikov vysshey kvalifikatsii v Respublike Belarus* [Regulations on the Republican system for monitoring the highest qualification scientific personnel training in the Republic of Belarus]. Available at: [http://www.belisa.org.by/ru/kadr/norm/postGKNT\\_1\\_2012.html](http://www.belisa.org.by/ru/kadr/norm/postGKNT_1_2012.html) (accessed 09.07.2018) (in Russian).
5. *Gosudarstvennaya programma “Obrazovanie i Molodezhnaya politika” na 2016–2020 gody* [State Program “Education and Youth Policy” for 2016–2020 years]. Available at: [http://nasb.gov.by/rus/activities/research/2016/obraz\\_2016-2020.pdf](http://nasb.gov.by/rus/activities/research/2016/obraz_2016-2020.pdf) (accessed 10.07.2018) (in Russian).

Received: 13.07.2018

Поступила: 13.07.2018

## Анализ методов управления светодиодной подсветкой дисплейных устройств

**Д. В. Чистобаев**, магистр технических наук, инженер-конструктор  
E-mail: chistobaevdm@mail.ru

ОАО «КБ “Дисплей”», ул. П. Бровки, д. 13а, 210605, г. Витебск,  
Республика Беларусь

**Е. А. Краснобаев**, к. т. н., доцент, заведующий кафедрой

Витебский государственный университет имени П. М. Машерова,  
пр-т Московский, д. 33, 210038, г. Витебск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Проведен анализ методов управления светодиодной подсветкой дисплейных устройств. Дан анализ восприятия импульсных источников света человеческим зрением. Выданы рекомендации для выбора частоты LED-подсветки, сведения видимых мельканий до минимального уровня, использования постоянного тока питания светодиодов. Разработан комбинированный драйвер для питания LED-подсветки.

**Ключевые слова:** LED-подсветка; светодиодная подсветка; жидкокристаллический дисплей; ШИМ

**Для цитирования:** Чистобаев, Д. В. Анализ методов управления светодиодной подсветкой дисплейных устройств / Д. В. Чистобаев, Е. А. Краснобаев // Цифровая трансформация. – 2018. – № 2 (3). – С. 60–64.



© Цифровая трансформация, 2018

## Analysis of Control Methods for LED Backlighting of Display Devices

**D. V. Chistobaev**, Master of Technical Sciences, design engineer  
E-mail: chistobaevdm@mail.ru

Design office «Display», 13a P. Brovki Str., 210605 Vitebsk, Republic of  
Belarus

**E. A. Krasnobaev**, Candidate of Sciences (Technology), associate  
professor, chief of department

Vitebsk state university named after P. M. Masherov, 33 Moskovskiy  
Ave., 210038 Vitebsk, Republic of Belarus

**Abstract.** The analysis of control methods for LED backlighting of display devices is carried out. An analysis of the perception of pulsed light sources by human vision is given. Recommendations are given for choosing the frequency of LED-backlighting, information of visible flickering to the minimum level, the use of a direct current of LED power supply. A combined driver for powering the LED backlight is developed.

**Key words:** LED backlight; liquid crystal display; PWM

**For citation:** Chistobaev D. V., Krasnobaev E. A. Analysis of Control Methods for LED Backlighting of Display Devices. *Cifrovaja transformacija* [Digital transformation], 2018, 2 (3), pp. 60–64 (in Russian).

© Digital Transformation, 2018

**Введение.** До недавнего времени в качестве подсветки в жидкокристаллических телевизорах и дисплейных устройствах использовались люминесцентные лампы с холодным катодом (CCFL — Cold Cathode Fluorescent Lamp). В современных дисплейных устройствах и телевизорах на жидкокристаллических матрицах используется подсветка на светодиодах — LED-подсветка.

**Основная часть.** Основу светодиода составляет светодиодный чип — «кристалл». Основным этапом создания светодиодного чипа является послойное выращивание определенной полупроводниковой гетероструктуры на выбранном материале подложки. Состав и физические свойства гетероструктуры определяют длину волны излучения светодиодного чипа. Основными материалами, из которых изготавливаются светодиодные

чипы, являются соединения GaN, AlN, InN, GaAs, GaP и их твердые растворы. Физическое качество гетероструктуры, наличие или отсутствие внутренних дефектов и примесей коренным образом определяют эффективность светодиодного чипа и срок его службы. Для получения светодиодов белого цвета свечения в полимерную композицию линзы добавляют люминофор. Выделяют системы RGB (Red – Blue – Green) и RGBA — систему RGB с добавлением светодиода оранжевого цвета. Также используются светодиоды с переизлучением единственного цвета в следующих комбинациях: светодиодный чип синего цвета свечения — люминофор с переизлучением в зеленой и красной областях спектра; светодиодный чип синего цвета свечения — люминофор с переизлучением в желтой и красной областях спектра; светодиодный чип ультрафиолетового излучения — люминофор с переизлучением в синей, зеленой и красной областях спектра [1].

Основные достоинства LED-подсветки:

- пониженное энергопотребление;
- улучшенная цветопередача;
- малые габариты;
- низковольтная схема питания.

К недостаткам LED-подсветки можно отнести:

– неравномерный спектр светодиодов белого свечения (наиболее часто применяемых в системах подсветки);

– использование ШИМ сигнала управления для регулировки яркости.

Так как для управления яркостью в дисплейных устройствах чаще всего применяется широтно-импульсная модуляция (ШИМ), то это требует использование специальной схемы управления светодиодами (драйвера светодиодов), к которой предъявляются требования по частоте и току управления.

Таким образом, при разработке LED-подсветки дисплейных устройств возникают вопросы:

- выбора оптимальной частоты ШИМ сигнала LED-подсветки и влияние ее на восприятие мерцания импульсно-модулированных источников света человеческим зрением;
- возможность использования для подсветки многоцветных RGB светодиодов;
- возможность использования постоянного тока питания светодиодов, для исключения мерцаний.

Особенности методов управления LED-подсветкой дисплейных устройств. Наиболее простым способом регулировки яркости LED-подсветки является использование ШИМ сигнала

управления. Ток проходящий через светодиоды во всем диапазоне регулировки остается постоянным. Изменяется только отношение времени горения светодиода к паузе — скважность импульсов. При таком способе регулировки светодиоды стабильно зажигаются на малых яркостях и их спектр не изменяется во всем диапазоне регулировки яркости.

Как известно, если сетчатка глаза человека освещается световыми импульсами, то мерцания перестают восприниматься при некоторой их частоте. Эта частота называется «критическая частота слияния мерцаний» (КЧСМ) «critical fusion frequency» (CFF). Это такая частота  $\nu_k$ , при которой мерцания перестают быть заметными как по яркости, так и по цвету [2]. КЧСМ описывается следующим уравнением (1) и зависит от скважности импульсов, их формы, яркости, угловых размеров освещенного объекта, места проекции на сетчатку, уровня адаптации, функционального состояния зрительного анализатора [3, 4]:

$$\nu_k = aL + b, \quad (1)$$

где  $L$  — яркость в  $\text{кд/м}^2$ ;

$a$  и  $b$  — константы.

Когда источник работает в импульсном режиме на частотах, превышающих  $\nu_k$ , человек не воспринимает мерцания. В [4] приводится формула (2) для частоты с определенными параметрами:

$$\nu_k = 12lgL + 35, \quad (2)$$

Эта формула применяется для  $L \leq 500$ – $1000 \text{ кд/м}^2$  и углового размера источника  $\omega \geq 0,01$  ср. Для  $103 \text{ кд/м}^2$  КЧСМ у здорового человека достигает величины 59–60 Гц, при скважности 0,5, что экспериментально подтверждается учеными-офтальмологами [4].

Существенным вопросом остается выбор значения параметров  $a$  и  $b$  в зависимости от конкретных условий наблюдения. Необходимо также учитывать, что человеческий глаз более чувствителен к мерцанию и движениям в периферических углах, нежели в центральных углах поля зрения (рис. 1.) Легко определить такие  $a$  и  $b$  при которых  $\nu_k \geq 60$  Гц.

Известен также закон Тальбота, который описывает зрительные ощущения, возникающие под действием мерцаний. Если некоторая площадь сетчатки возбуждается световым импульсом, яркость которого периодически меняется с частотой, превышающей критическую частоту слияния мерцаний, то вызываемое зрительное ощущение тождественно тому, которое создается постоянной яркостью, равной средней яркости за период [3].

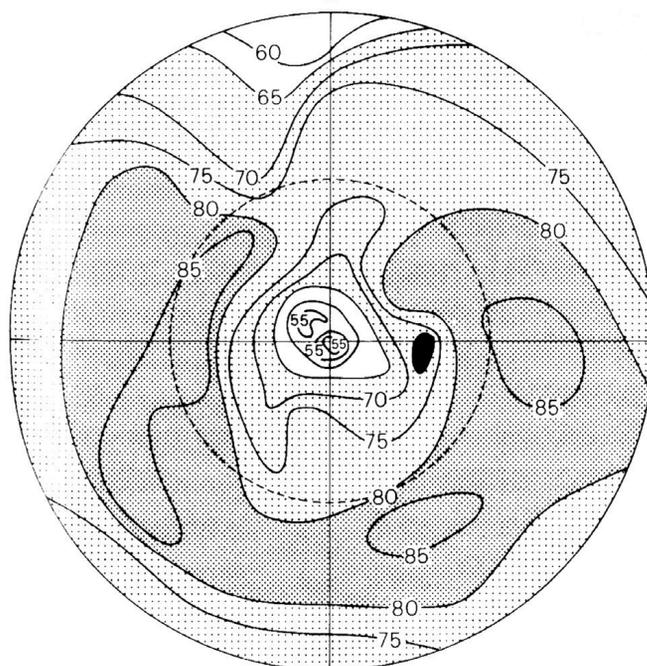


Рис. 1. Чувствительность глаза к КЧСМ в поле зрения  
Fig. 1. The sensitivity of the eye to CFM in the field of view

Для серии проблесков с постоянной яркостью  $L$  при частоте проблесков  $\nu > \nu_k$  эффективная яркость равна:

$$L_{эф} = L (t_1 / (t_1 + t_2)), \quad (3)$$

где  $t_1$  — время проблеска;

$t_2$  — время темного промежутка между смежными проблесками.

Для ШИМ-сигналов подсветки проекционных систем данная формула примет вид:

$$L_{эф} = LS, \quad (4)$$

где  $S$  — скважность импульсов или коэффициент заполнения.

В соответствии с законом Тальбота, воспринимаемая яркость импульсной и постоянной подсветки идентична [5].

Существует понятие «временной контрастной чувствительности» — это способность человека видеть объекты, слабо отличающиеся по яркости от фона в процессе их смены по времени. Это понятие также отражает способность различать глазом человека световые мерцания.

Таким образом, общеизвестно, что человеческое зрение не способно различать мерцания с КЧСМ выше 50–60 Гц. Эта величина играет важную роль в устройствах отображения информации. Например, частота обновления визуальных дисплеев должна быть выше предельной КЧСМ и составляет 60–85 Гц.

В последних исследованиях в данной области [6, 7] утверждается, что человеческое зрение

не может отличить два импульса (стимула) — непрерывный и мерцающий с частотой выше КЧСМ с одинаковой субъективной яркостью, если они пространственно разделены (представлены одновременно в разных местах при наблюдении). При этом сообщается, что когда стимулы сформированы последовательно (мерцающий и непрерывный) в одном и том же месте, переходное мерцание может восприниматься в момент их переключения. Такое явление называют «временное восприятие мерцания» (ВВМ) или «transient twinkle perception» (ТТР) [5]. Это явление заключается в том, что зрение человека может воспринимать мерцания, с частотой выше КЧСМ. Проведенные эксперименты в [6] подтвердили восприятие человеком мерцаний с частотами до 200 Гц при последовательной смене непрерывного и мерцающего импульсов (при заданных уровнях яркости) (рис. 2).

Объяснение этого явления заключается в скачке скользящего среднего значения яркости в момент перехода между мигающими и постоянными импульсами (либо импульсами разной ширины) (см. рис. 2). Восприятие переходных мерцаний определяется тем, превышает ли усредненная яркость около перехода некоторое пороговое значение (в соответствии с логикой закона Тальбота). Другими словами — воспринимается ли мерцание усредненной яркости относительно постоянного ее значения.

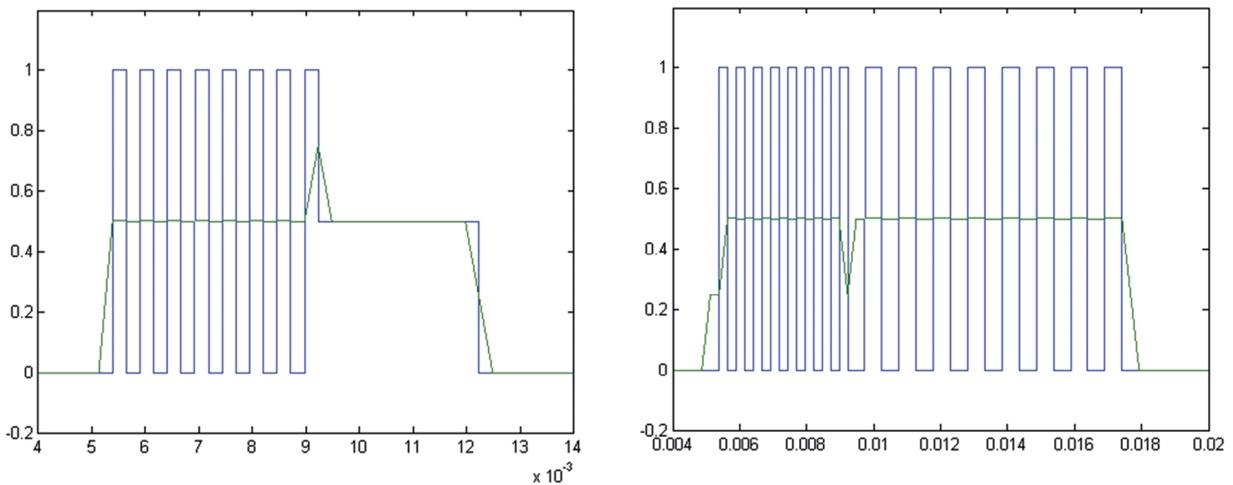


Рис. 2. Проявления мерцаний при переходах между импульсными сигналами разной частоты  
 Fig. 2. Flicker manifestations during transitions between pulsed signals of different frequencies

Описанные особенности восприятия импульсно модулированного сигнала подсветки должны учитываться при проектировании драйвера светодиодов. Кроме того, при смешивании частоты обновления ЖК-панели и ШИМ сигнала подсветки могут возникать видимые помехи на изображении, поэтому минимальную частоту нужно выбирать больше частоты обновления экрана и частоты возможной видимости мерцаний человеческим зрением. Учитывая две этих особенности, частота ШИМ сигнала LED-подсветки должна быть более 200 Гц. Дальнейшее повышение частоты более 200 кГц будет создавать потери на переключение в импульсных транзисторных ключах LED-драйвера

светодиодов, что требует применение более быстродействующих и дорогих схемотехнических решений.

В высококачественных дисплеях с широким цветовым охватом может использоваться постоянный ток питания LED-подсветки, это исключает появление мерцаний. Однако, при широком диапазоне регулировки яркости малые значения тока трудно контролировать аналоговыми схемами регулировки. Кроме того, белые светодиоды, как правило, выделяют значительные количества желтого света при малых уровнях тока [3].

Одним вариантом решения этих вопросов может быть использование RGB-светодиодов с отдельным управлением каждым каналом для

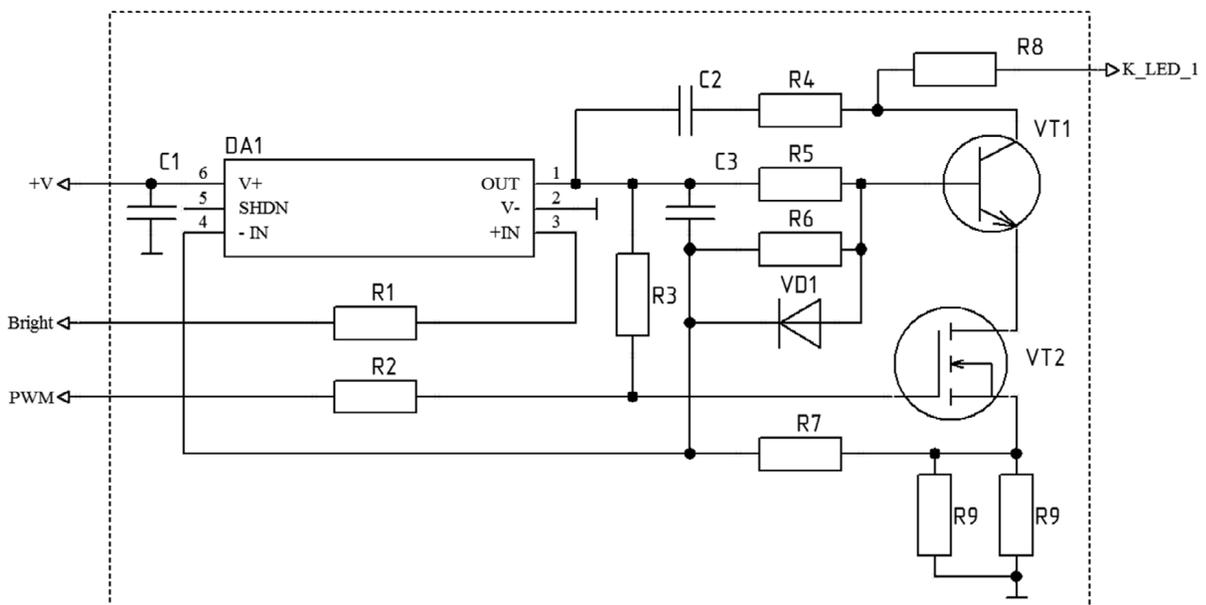


Рис. 3. Комбинированная схема управления LED-подсветки  
 Fig. 3. Combined control scheme for LED-backlighting

возможности регулировки тока в каждом цвете отдельно, что обеспечивает равномерный спектр во всем диапазоне регулировки яркости.

Вторым вариантом может быть использование комбинированной схемы драйвера (рис. 3), в которой есть возможность регулировки тока в светодиодной колонне (цепь «Bright») и управления с помощью ШИМ (цепь «PWM»). Таким образом, в данной схеме, можно производить регулировку на больших яркостях изменением постоянного тока, а на малых яркостях использовать ШИМ сигнал.

Исходя из этого, можно определить рекомендации по проектированию LED-подсветки:

- использование высокой частоты ШИМ сигнала для регулировки яркости — более 200 Гц;
- использование RGB-светодиодов с отдельной регулировкой тока в каждом цвете;
- использование постоянного тока питания

LED-подсветки, при работе дисплейного устройства в узком диапазоне яркости;

– использование комбинированного драйвера LED-подсветки с возможностью регулирования тока светодиодов и управления ШИМ сигналом.

**Заключение.** В работе проведен анализ методов управления светодиодной подсветкой дисплейных устройств. Дан анализ восприятия импульсных источников света человеческим зрением. Отмечено, что существует «критическая частота слияния мерцаний» (КЧСМ) или «critical fusion frequency» (CFF). Критическая частота слияния мерцаний характеризует скорость реакции глаза на световое раздражение. Выданы рекомендации для выбора частоты LED-подсветки для сведения видимых мельканий до минимального уровня: использование RGB-светодиодов, постоянного тока питания светодиодов, комбинированного драйвера для управления LED-подсветкой.

## Список литературы

1. Бугров, В. Е. Оптоэлектроника светодиодов / В. Е. Бугров, К. А. Виноградова. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. – 174 с.
2. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю.Б. Айзенберга. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Знак. – 2006. – 972 с.
3. Ashdown, I. E. Extended parallel pulse code modulation of LEDs / I. E. Ashdown // Sixth International Conference on Solid State Lighting, AA (TIR Systems Ltd. (Canada)), Proceedings of the SPIE. – 2006. – V. 6337. – P. 1–11.
4. Исследование критической частоты слияния мельканий [Электронный ресурс] // Глазмед — медицинский портал. – Режим доступа: <http://glazamed.ru/baza-znaniy/oftalmologiya/issledovaniya/3.4.3-issledovanie-kriticheskoy-chastoty-sliyaniya-melkaniy/>. – Дата доступа: 18.07.2018.
5. Pulse Width Modulation [Electronic resource] / ed. S. Baker. – TFT Central, 2018. – Access mode: [http://www.tftcentral.co.uk/articles/pulse\\_width\\_modulation.htm](http://www.tftcentral.co.uk/articles/pulse_width_modulation.htm). – Date of access: 18.07.2018.
6. Nishida, T. Human Perception for high-speed visual presentation / Nishida Toyooki // Human-Harmonized Information Technology. – Tokyo: Springer, 2016. – P. 122–124.
7. Yutaka, N. Transient twinkle perception is induced by sequential presentation of stimuli that flicker at frequencies above the critical fusion frequency / Yutaka Nakajima, Yutaka Sakaguchi, // Attention, Perception, & Psychophysics. – 2015. – V. 77, issue 8. – P. 2711–2727.

## References

1. Bugrov V. E., Vinogradova K. A. *Optoelektronika svetodiodov* [Optoelectronics of LEDs]. St. Petersburg, NIU ITMO, 2013. 174 p. (in Russian).
2. *Spravochnaya kniga po svetotekhnike* [Reference book on lighting equipment]. Moscow, Znak, 2006. 972 p. (in Russian).
3. Ashdown, I. E. Extended parallel pulse code modulation of LEDs // Sixth International Conference on Solid State Lighting, AA (TIR Systems Ltd. (Canada)), Proceedings of the SPIE, 2006, v. 6337, pp. 1–11.
4. *Issledovanie kriticheskoy chastoty sliyaniya melkaniy* [Investigation of the critical frequency of flicker fusion] // Glazmed — medical portal. Available at: <http://glazamed.ru/baza-znaniy/oftalmologiya/issledovaniya/3.4.3-issledovanie-kriticheskoy-chastoty-sliyaniya-melkaniy/> (accessed: 18.07.2018) (in Russian).
5. Pulse Width Modulation. TFT Central, 2018. Available at: [http://www.tftcentral.co.uk/articles/pulse\\_width\\_modulation.htm](http://www.tftcentral.co.uk/articles/pulse_width_modulation.htm) (accessed: 18.07.2018).
6. Nishida, T. Human Perception for high-speed visual presentation. Human-Harmonized Information Technology, v. 1, Tokyo, Springer, 2016, pp. 122–124.
7. Yutaka N., Yutaka S. Transient twinkle perception is induced by sequential presentation of stimuli that flicker at frequencies above the critical fusion frequency. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 2015, v. 77, i. 8, pp. 2711–2727.

Received: 18.07.2018

Поступила: 18.07.2018

# ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ И ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ ДЛЯ ЖУРНАЛА «ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»

В журнале «Цифровая трансформация» публикуются материалы по техническим и экономическим отраслям наук, имеющие определенное научное значение, теоретическую и практическую значимость, ранее не публиковавшиеся.

1. Научная статья — законченное и логически цельное произведение, посвященное конкретному вопросу, разрабатываемому исследователем. Научная статья раскрывает наиболее значимые результаты, полученные исследователем, требующие развернутого изложения и аргументации.

2. Объем научной статьи, учитываемой ВАК, должен составлять не менее 0,35 авторского листа (14 000 печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и др.).

3. Научная статья должна включать следующие элементы (в порядке расположения):

– индекс УДК;  
– название статьи\* (оно должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким, содержать ключевые слова);

– фамилию и инициалы автора (авторов) статьи, должность и место работы, ученую степень и ученое звание, e-mail\*;

– аннотацию\*;

– ключевые слова\* (до 15 слов);

– введение (должно содержать цель работы, отражать ее новизну и актуальность);

– основную часть, включающую графики и другой иллюстративный материал (при их наличии);

– заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;

– список цитированных источников\*.

4. Аннотация должна быть:

– информативной (не содержать общих слов);

– содержательной (отражать основное содержание статьи и результаты исследований);

– структурированной (следовать логике описания результатов в статье);

– компактной (укладываться в объем от 100 до 250 слов).

5. Статья направляется в редакцию на русском, белорусском или английском языках по электронной почте (на адрес [afanasenko@unibel.by](mailto:afanasenko@unibel.by)) или с помощью формы на сайте в формате текстового редактора Microsoft Word (название документа — заголовок статьи).

6. Параметры оформления основного текста статьи в Microsoft Word:

– верхнее и нижнее поля — 1,5 см;

– левое и правое поле — 2,5 см;

– междустрочный интервал — 1,5;

– гарнитура — Times;

– размер кегля — 14 пт;

– отступ абзаца — 1,25 см.

Параметры оформления дополнительного текста (информация об авторе, аннотация, ключевые слова, список цитированных источников, подрисуночные подписи, заголовки и текст таблиц и др.):

– междустрочный интервал — одинарный;

– гарнитура — Times;

– размер кегля — 12 пт.

Переносы в тексте должны быть отключены.

7. В отдельном документе необходимо указать сведения об авторе (ах):

– фамилия, имя, отчество (полностью);

– должность и место работы;

– ученая степень и звание;

– почтовый адрес, номер контактного телефона, адрес электронной почты;

– подтверждение того, что материалы, содержащиеся в тексте статьи, не содержат информации ограниченного распространения и печатаются впервые.

При наличии нескольких авторов должно быть указано, кто отвечает за переписку.

---

\* на русском (белорусском) и английском языках

8. Рисунки размещаются как в полном тексте работы, так и в виде отдельных файлов с разрешением не менее 300 dpi. Все рисунки должны иметь подписи *(на русском / белорусском и английском языках)*.

Графики предоставляются в полном тексте работы и в отдельном файле в формате Microsoft Excel с цифровым материалом, по которому построены графики.

Формулы оформляются с помощью редактора формул Microsoft Equation.

Таблицы располагаются непосредственно в тексте статьи. Каждая таблица должна иметь заголовок *(на русском / белорусском и английском языках)*.

Все рисунки, формулы и таблицы должны быть пронумерованы.

9. Ссылки на литературу даются в квадратных скобках. Перечень источников в порядке появления в тексте приводится под заголовком «Список литературы» в конце статьи. Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1–2003.

*Полные правила оформления и предоставления статей с примерами составления списков литературы на русском и английском языках представлены на сайте <http://dt.giac.by>.*

Учредитель и издатель журнала:

**Главный информационно-  
аналитический центр  
Министерства образования  
Республики Беларусь**

Адрес редакции:

г. Минск, ул. Захарова, 59

Телефон:

+375 (17) 210-02-49

E-mail:

[giac@unibel.by](mailto:giac@unibel.by)

[afanasenko@unibel.by](mailto:afanasenko@unibel.by)

<http://dt.giac.by/>