

СОЦИАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ КОРОНАКРИЗИСА

А. Г. ДАВЫДОВСКИЙ¹⁾, Н. В. ЛАПИЦКАЯ¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
ул. П. Бровки, 6, 220013, г. Минск, Беларусь

Представлен биоинспирированный квазимолекулярный алгоритм сценарного анализа, на основе которого предложены семь сценариев социальных последствий цифровой трансформации образования и пять сценариев социальных и социотехнических последствий пандемии COVID-19. Отмечается, что сценарный подход является эффективным инструментом системного анализа и прогнозирования различных вариантов социальной активности интернет-пользователей в условиях коронакризиса.

Ключевые слова: COVID-19; коронакризис; сценарный подход; дистанционное обучение; цифровая трансформация образования; корреляционный анализ; множественный линейный регрессионный анализ; социальные последствия.

SOCIAL CONSEQUENCES OF THE EDUCATION DIGITAL TRANSFORMATION IN THE CONDITIONS OF THE CORONACRISIS

A. G. DAVIDOVSKY^a, N. V. LAPITSKAYA^a

^aBelarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
6 P. Broŭki Street, Minsk 220013, Belarus
Corresponding author: A. G. Davidovsky (agd2011@list.ru)

A bioinspired quasi-molecular scenario analysis algorithm has been developed, on the basis of which seven scenarios of the social consequences of the digital transformation of education, as well as five scenarios of the development of the social consequences of the COVID-19 pandemic, have been proposed. The scenario approach is an effective tool for system analysis and forecasting of various variants of social activity of Internet users in the conditions of the coronacrisis.

Keywords: COVID-19; coronacrisis; scenario approach; distance learning; digital transformation of education; correlation analysis; multiple linear regression analysis; social consequences.

Образец цитирования:

Давыдовский АГ, Лапицкая НВ. Социальные последствия цифровой трансформации образования в условиях коронакризиса. *Журнал Белорусского государственного университета. Социология.* 2022;2:56–65.
<https://doi.org/10.33581/2521-6821-2022-2-56-65>

For citation:

Davidovsky AG, Lapitskaya NV. Social consequences of the education digital transformation in the conditions of the coronacrisis. *Journal of the Belarusian State University. Sociology.* 2022;2:56–65. Russian.
<https://doi.org/10.33581/2521-6821-2022-2-56-65>

Авторы:

Анатолий Григорьевич Давыдовский – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры программного обеспечения информационных технологий факультета компьютерных систем и сетей.
Наталья Владимировна Лапицкая – кандидат технических наук, доцент; заведующий кафедрой программного обеспечения информационных технологий факультета компьютерных систем и сетей.

Authors:

Anatoly G. Davidovsky, PhD (biology), docent; associate professor at the department of software for information technologies, faculty of computer systems and networks.
agd2011@list.ru
Natalya V. Lapitskaya, PhD (engineering), docent; head of the department of software for information technologies, faculty of computer systems and networks.
lapan@bsuir.by

Введение

В условиях коронакризиса образование оказывается в центре внимания общественности. Цифровая трансформация высшего образования (ЦТВО) является одним из ведущих трендов в постпандемическом мире, одним из драйверов развития всех сфер социальной практики в условиях четвертой промышленной революции [1]. Инструменты обучения, основанные на веб-технологиях (вебинары, видеоконференции, электронные переводчики, приложения для изучения иностранных языков и т. д.), получили распространение еще до начала пандемии COVID-19. Но коронакризис значительно простиमुлировал развитие цифровых образовательных технологий, в частности дистанционного обучения (ДО), использующего веб-инструменты для разработки учебных материалов и их доставки пользователям, а также для управления учебным процессом [2].

Очевидно, что в постпандемических условиях широко распространятся технологии обучения, предполагающие использование мобильных устройств, переход к «перевернутым классам», создание «конструктора пространств» и др. Новые методики обучения получают развитие благодаря внедрению цифровых платформ, образовательной робототехники, технологий искусственного интеллекта, интернета вещей. Актуальным направлением ЦТВО является распространение цифровых библиотек и кампусов онлайн-курсов, уже внедренных многими университетами мира [3]. Кроме того, важнейшими трендами в ДО являются «электронное перевернутое обучение», цифровое кооперативное обучение, геймификация, использование технологий дополненной, виртуальной, смешанной реальности, применение облачных образовательных веб-ресурсов для создания виртуальных классов, лабораторий, кафедр, факультетов и университетов [4–6].

Методология исследования

Область запросов, используемых преимущественно для поиска информационных ресурсов по тематическим кластерам ДО и COVID-19, были сформированы с применением веб-сервиса контекстной рекламы *Google* за период с января 2020 г. по август 2021 г., а также общедоступных веб-сервисов *Wordstat Yandex* за период с июля 2020 г. по август 2021 г. и *Google Trends* за период с августа 2016 г. по июль 2021 г.

Поисковые обращения на темы *электронное обучение, онлайн-обучение, антивирус, Telegram, Viber, COVID-19, Zoom, Discord, Moodle, Skype, Windows, Linux, Википедия, мемы, самоизоляция* были исследованы на предмет связи с ключевой темой – ДО. Факторами, оказывающими наиболее существенное влияние на

нами был проведен анализ динамики научных публикаций на тему ЦТВО за 1986–2019 гг. Все работы опубликованы в изданиях, входящих в глобальные базы данных цитирования *Web of Science* и *Scopus*. Анализ позволил получить уравнение экспоненциальной аппроксимации [7; 8]:

$$\text{ЦТВО} = 2E - 152\exp(0,175t),$$

где t – номер года по порядку в периоде исследований за 1986–2019 гг. (коэффициент детерминации $R^2 = 0,94$).

Причем за 1995–2015 гг. динамика числа публикаций на тему ЦТВО может быть аппроксимирована линейным уравнением:

$$\text{ЦТВО} = 20,829t - 33,629,$$

где t – номер года по порядку в периоде исследований за 1995–2019 гг. (коэффициент детерминации $R^2 = 0,93$).

Сегодня исследование ЦТВО отличается высокой актуальностью. Пандемия COVID-19 и последующий за ней коронакризис значительно ускорили цифровизацию сферы образования и всех видов обучения, вынудив образовательные учреждения мигрировать на социотехнические онлайн-платформы¹. Вместе с тем практический интерес представляет системный анализ основных прогнозируемых тенденций ЦТВО, а также ее социальных и социотехнических последствий. Наиболее эффективным и перспективным инструментом изучения будущего является сценарный подход.

Целями нашего исследования являются разработка и анализ наиболее вероятных сценариев социальных последствий цифровой трансформации образования в условиях коронакризиса в ближайшем посткризисном периоде, а также социальных и социотехнических последствий пандемии.

динамику поисковых обращений по теме ДО, являются следующие: *антивирус, Википедия, самоизоляция, мемы, Moodle, Skype, Windows, Zoom*. Анализ соответствия данных вариационных рядов нормальному (гауссовскому) распределению осуществлен с помощью критериев Колмогорова – Смирнова и Лиллиефорса [9; 10]. Показано удовлетворительное соответствие исследуемых вариационных рядов нормальному распределению. Данные обработаны с помощью корреляционного и регрессионного анализа с использованием критерия Пирсона, включая построение множественных линейных регрессионных моделей (МЛРМ), а также сценарного анализа с формированием оптимистического, базового и пессимистического сценариев [9; 11].

¹Coronavirus disease (COVID-19) pandemic // World Health Organisation [Electronic resource]. URL: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019> (date of access: 31.03.2021).

Результаты корреляционного и регрессионного анализа

По данным веб-сервиса *Wordstat Yandex*, анализ показателей динамики поисковых обращений в период с 27 июля 2020 г. по 3 августа 2021 г. позволил установить коэффициенты корреляции по Пирсону (r^2 ; $p < 0,05$) между частотой поисковых обращений на тему ДО и частотой поисковых обращений *электронное обучение* ($r^2 = 0,56$), *антивирус* ($r^2 = 0,36$), *Viber* ($r^2 = 0,28$), *COVID-19* ($r^2 = -0,03$), *Zoom* ($r^2 = 0,86$), *Discord* ($r^2 = -0,46$), *Moodle* ($r^2 = 0,86$), *Skype* ($r^2 = 0,65$), *мемы* ($r^2 = 0,69$), *Википедия* ($r^2 = 0,67$) и *Windows* ($r^2 = 0,51$) в русскоязычном сегменте интернета в Беларуси.

По данным веб-сервиса *Wordstat Yandex*, анализ показателей динамики поисковых обращений, связанных с ДО, в период второй и третьей волн COVID-19 с 27 июля 2020 г. по 3 августа 2021 г. позволил выявить корреляцию между частотой поисковых обращений на тему ДО и частотой поисковых обращений на темы *электронное обучение* ($r^2 = 0,56$), *антивирус* ($r^2 = 0,36$), *Zoom* ($r^2 = 0,86$), *Discord* ($r^2 = -0,46$), *Moodle* ($r^2 = 0,86$), *Skype* ($r^2 = 0,65$), *мемы* ($r^2 = 0,69$), *Википедия* ($r^2 = 0,67$) и *Windows* ($r^2 = 0,51$).

Вместе с тем после прогнозирования фактических тенденций динамики исследуемых поисковых обращений с использованием метода экспоненциального сглаживания и коэффициентом затухания 0,8 в прогнозируемом периоде, с 4 июля 2021 г. по 25 июля 2022 г., получены существенно другие результаты.

Установлена корреляция между частотой поисковых обращений на тему ДО и частотой поисковых обращений *электронное обучение* ($r^2 = 0,63$), *онлайн-обучение* ($r^2 = 0,61$), *антивирус* ($r^2 = 0,45$), *мемы* ($r^2 = 0,85$), *Telegram* ($r^2 = -0,58$), *Viber* ($r^2 = -0,11$), *COVID-19* ($r^2 = 0,23$), *Zoom* ($r^2 = 0,89$), *Discord* ($r^2 = -0,50$), *Moodle* ($r^2 = 0,9^2$), *Skype* ($r^2 = 0,68$), *Википедия* ($r^2 = 0,75$), *Windows* ($r^2 = 0,60$), *Linux* ($r^2 = 0,37$). Показана повышенная отрицательная корреляция между поисковыми обращениями в парах *COVID-19 – Telegram* ($r^2 = -0,55$) и *COVID-19 – Viber* ($r^2 = -0,76$). Это косвенно указывает на возможную роль обращений к популярным мессенджерам *Telegram* и *Viber* в переключении внимания интернет-пользователей от ассоциированных с COVID-19

поисковых обращений в прогнозируемом периоде с 4 июля 2021 г. по 25 июля 2022 г.

На основе данных за период с августа 2016 г. по июль 2021 г. разработана МЛРМ:

$$\begin{aligned} [ДО] = & -0,03 [Telegram] - 0,03 [Viber] + \\ & + 0,15 [COVID-19] + 0,35 [Zoom] - 0,03 [Discord] + \\ & + 0,06 [Moodle] - 0,02 [Skype] - 0,09 [Мемы] + \\ & + 0,001 [Википедия] - 0,02 [Windows] - \\ & - 0,01 [Linux] + 0,161 [Android] + \\ & + 0,02 [антивирус], (R^2 = 0,78). \end{aligned}$$

На основе анализа прогноза на период с августа 2021 г. по декабрь 2023 г. разработана МЛРМ:

$$\begin{aligned} [ДО] = & 3,6 [COVID-19] + 0,73 [Discord] + \\ & + 0,35 [Android] + 0,12 [Telegram] + \\ & + 0,02 [Windows] + 0,22 [Linux] + 0,07 [Skype] - \\ & - 2,26 [самоизоляция] - 0,5 [антивирус] \\ & - 0,01 [Moodle] - 0,6 [Zoom] - \\ & - 0,33 [мемы] - 0,23 [Viber] - \\ & - 0,03 [Википедия], (R^2 = 0,97). \end{aligned}$$

На основе данных веб-сервиса *Wordstat Yandex* за период с августа 2020 г. по июль 2021 г. разработана МЛРМ:

$$\begin{aligned} [ДО] = & 1,6 [онлайн-обучение] + 0,5 [Moodle] + \\ & + 0,4 [Zoom] + 0,3 [Skype] + 0,1 [Мемы] + \\ & + 0,02 [Windows] + 0,04 [самоизоляция] - \\ & - 0,3 [антивирус] - 0,2 [Viber] - 0,12 [Linux] - \\ & - 1,17 [электронное обучение] - \\ & - 0,1 [COVID-19] - 0,1 [Discord] - \\ & - 0,01 [Википедия], (R^2 = 0,91). \end{aligned}$$

На основе анализа прогноза на период с августа 2021 г. по июль 2022 г. разработана МЛРМ:

$$\begin{aligned} [ДО] = & + 12,5 [онлайн-обучение] + 0,7 [Skype] + \\ & + 0,5 [Zoom] + 0,3 [Moodle] + 0,04 [мемы] + \\ & + 0,02 [Windows] - 1,9 [электронное обучение] - \\ & - 0,3 [Viber] - 0,3 [антивирус] - 0,03 [Telegram] - \\ & - 0,1 [COVID-19] - 0,1 [Discord] - 0,1 [Linux] - \\ & - 0,03 [самоизоляция], (R^2 = 0,97). \end{aligned}$$

Полученные результаты указывают на возможную роль социотехнических платформ ДО в регуляции социальных последствий пандемии COVID-19.

Сценарии последствий ЦТВО в условиях коронакризиса и посткризисного мира

Результаты корреляционного и регрессионного анализа позволили перейти к системному исследованию социальных и социотехнических последствий ЦТВО в условиях посткоронакризисного мира с использованием методологии сценарного подхода [12; 13]. Прогнозирование динамики поисковых обращений интернет-пользователей осуществлено на основе впервые используемого в заданном кон-

тексте биоинспирированного квазимолекулярного алгоритма сценарного анализа, предполагающего формирование, исследование и селекцию оптимистического, базового и пессимистического сценариев и их различных вариантов [14; 15]. Для разработки сценариев были выбраны двухлетний и пятилетний горизонты интерполяции. Прогнозирование осуществлялось на период до двух лет.

В рамках сценарного подхода предложены максимальные, минимальные, средневзвешенные, а также смешанные (гибридные) варианты сценариев. Вероятность принадлежности любого случайного сценария к диапазону всех сценариев была оценена с использованием подхода Лапласа.

Популярность сценарного подхода во многом обусловлена тем, что начиная с последней трети XX ст. человечество регулярно сталкивается с системными проблемами локального и глобального характера, которые, по выражению финансового аналитика Н. Н. Талеба, являются «черными лебедями» – непрогнозируемыми событиями, неожиданно возникающими в сложных социальных, социально-экономических и политических системах [16]. Такие «черные лебеди» выходят за рамки стандартных представлений и не могут быть спрогнозированы на основе предыдущих тенденций, но играют детерминирующую роль для динамики событий в глобальном масштабе.

На основе биоинспирированного квазимолекулярного алгоритма сценарного анализа разработаны и верифицированы семь сценариев социальных последствий ЦТВО в условиях пандемии COVID-19.

Сценарий 1: модель ДО на основе технологий *big data*. Технологии *big data* пока еще не нашли широкого применения в системе образования, хотя их потенциал весьма высок. По мере внедрения данных технологий в образование будет расти объем цифровых данных для выхода на качественно новый уровень аналитической информации об учебной деятельности, разработки новых методик оценки обучаемых, а также для прогнозирования и анализа индивидуальных образовательных траекторий. Перспективной является быстрая адаптация онлайн-образования, в частности смешанные формы обучения и онлайн-курсы, такие как массовые открытые онлайн-курсы (МООК) и специализированные профессиональные открытые онлайн-курсы (СПООК). ЦТВО выступает формой реализации проектно-конструкторского подхода в области управления сценариями развития образовательной сферы. Перед университетами, стремящимися сохранить свои позиции на глобальном рынке образования, стоит задача войти в международное научно-образовательное пространство. Цифровые платформы, институционально замещающие прежние каналы хранения, обработки и получения информации, умные технологии, цифровые приложения и образовательные ресурсы МООК, СПООК в условиях недостаточно эффективного использования могут быть факторами, которые фрагментируют мировое образовательное пространство, изменяют способы получения образования и разрушают привычные формы его организации [17].

Наиболее перспективными формами реализации системы ДО являются игровое обучение, МООК, конструирование долгосрочных индивидуальных траекторий обучения на основе онлайн-опросов, сбора, обработки и хранения персональных образовательных данных.

Сценарий 2: модель ДО на основе социотехнической системы биоцифрового университета. В XXI в. можно наблюдать развитие образовательных хабов, сетевых сообществ и ряда других новейших форм организации жизнедеятельности университетов. Активно работают открытые образовательные ресурсы с вариативными комбинациями обучения. Анализ международного опыта цифровизации образования позволил предложить концептуальную модель сетевой образовательной платформы биоцифрового университета 4.0, который направлен на многомерное и многовекторное развитие человеческого потенциала. При этом модель «университет 4.0» целесообразно рассматривать как социотехническую экосистему биоцифрового университета, которая направлена на синтез аналитических приложений, образовательных ресурсов и индивидуального потенциала человека как субъекта образования [18].

Предложена модель социотехнической системы биоцифрового университета, целями которой являются комплексная диагностика и развитие характеристик человеческого потенциала как студентов, так и выпускников, включая программирование их жизненных сценариев, траекторий образовательного, карьерно-профессионального и личностного роста на основе эргономичного и неинвазивного синтеза антропологических ресурсов и умных информационно-технологических сервисов, направленных на гармоничное развитие когнитивных возможностей человека².

В рамках этой модели технологические сервисы и приложения (скрипты) биоцифрового университета 4.0 полностью адаптируются под потребности студентов и преподавателей и могут вытеснить классические образовательные программы и линейный способ передачи информации. Окончательно будет разрушено дисциплинарное ядро, на смену которому придет тематическое образование, когда исследуется феномен, что усилит трансдисциплинарность в науке и образовании. Обучение потеряет географические ограничения, и студенты смогут обучаться в любом месте и в любое время. Традиционный университет прекратит двухмерное существование в физическом пространстве, перейдя в виртуальное пространство посредством облачных технологий на основе формата сетевого партнерства с распределенным сетевым управлением [19].

²Цифровой университет: применение цифровых технологий в современных образовательных учреждениях [Электронный ресурс]. URL: <https://www.itweek.ru/idea/article/detail.php?ID=192831> (дата обращения: 12.07.2019).

Коронакризис ускорил цифровую трансформацию университета как аксиологического ядра многовекового цивилизационного проекта. Опредмечивание перспектив ЦТВО возможно на основе перехода к социотехнической модели «университет 4.0+» или «университет 5.0», т. е. к виртуальному университету. Трансформация высшей школы в модель биоцифрового университета предполагает переориентацию социотехнической системы университета, включающей образовательные, информационные, технологические, материальные ресурсы и антропосоциальный потенциал (представлен отдельными людьми и их организованными группами), на подготовку специалистов в условиях цифрового перехода.

Сценарий 3: модель ДО в условиях прихода цифрового поколения. Для нового поколения Z, представители которого родились после 2003 г., свойственны значительные цифровые компетенции [20; 21]. Поколение Z будет жить в условиях четвертой промышленной революции, для которой характерны размывание «линии фронта» (границы четкого раздела между физической, цифровой и биологической сферами), беспрецедентное накопление новых знаний (трудовые ресурсы более чем на 75 % будут связаны с производством новых знаний и обработкой информации), переход к креативной экономике, формирование не материального, а цифрового и когнитивного неравенства между людьми, которое заключается в самих людях и их способностях, вытеснение человеческих ресурсов цифровыми технологиями на рынке труда. В частности, к 2040 г. в промышленно развитых странах от трети до половины рабочих мест, где пока еще заняты люди, будут заполнены робототехническими системами, компьютерными программами, системами дополненной и виртуальной реальности, конвергентными технологиями [22].

При этом важными инструментами захвата и удержания ментального господства станут технологии нейрохакинга, обеспечивающие контроль над процессами усвоения информации индивидуальными и (или) коллективными объектами манипуляций. Технологии нейрохакинга используются уже сегодня с помощью новых медиа – социальных сетей и мессенджеров. Их пользователями часто являются представители поколения Z, осуществляющие коммуникацию путем коротких, односложных текстовых сообщений, видео- и аудиотекстов. Такие пользователи предпочитают обращаться к новым медиа: *Instagram, Reddit, TikTok, Likee, Telegram, Discord*, игровым платформам *Garena, Yotta Games, Brawl Stars*, платформам для стриминга игр *Twitch*

и *Bigo*, а также к сервисам анонимных вопросов *Спроси и ask.fm*. Согласно данному сценарию, именно поколение Z станет объектом применения технологий когнитивных войн, что уже сегодня демонстрируют многочисленные примеры вовлечения детей школьного возраста и студенческой молодежи в деструктивные социальные процессы.

Сценарий 4: модель ДО на основе индивидуально адаптированных массовых открытых онлайн-курсов. MOOK – это онлайн-курсы, которые предлагают неограниченное участие и открытый доступ через интернет [23]. Концепция MOOK была введена в 2008 г. [24].

Сценарий 5: модель ДО на основе веб-технологий. Роль онлайн-образования чрезвычайно возрастает благодаря высокой гибкости, доступности информации, глобальному охвату, инновационному характеру, значительной интенсивности и эффективности обучения. Еще в 2019 г., до пандемии COVID-19, инвестиции в образовательные технологии по всему миру составили более 18 млрд долл. США. По прогнозам, общий рынок онлайн-образования к 2025 г. достигнет 350 млрд долл. США³.

Мобильные сети 5-го (5G) и 6-го (6G) поколений предоставляют возможности для мобильного ДО, которое в будущем может стать основным каналом онлайн-образования. При этом подключение к онлайн-учебному классу возможно в любое время с помощью девайсов для мобильного доступа в интернет. Высокоскоростная мобильная сеть обеспечивает более эффективную передачу данных, включая аудио- и видеоматериалы высокой четкости, и высококачественное синхронное взаимодействие в онлайн-режиме. Мобильное обучение предлагает высокую гибкость и удобство использования [25]. Онлайн-образование может применять стратегии обучения, основанные на данных, различные инструменты с открытым исходным кодом для их совершенствования и повышения качества образования посредством непрерывной модификации. В онлайн-образовании необходим поиск компромисса между пространственно-временной и ресурсной эффективностью, с одной стороны, и эргономичностью и дидактической результативностью – с другой [26]. В условиях коронакризиса темпы развития онлайн-образования значительно выросли⁴. Так, *Zoom* завершил второй квартал 2020 г. с более чем 370 тыс. клиентов, что представляет собой ошеломляющий годовой темп роста в 458 %⁵. Хотя онлайн-образование имеет много преимуществ по сравнению с традиционным и может использоваться в дополнение к классному обучению, оно имеет и недостатки: нестабильность глобаль-

³Cathy Li, Lalani F. The COVID-19 pandemic has changed education forever. This is how [Electronic resource]. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/coronavirus-education-global-covid19-online-digital-learning/> (date of access: 31.03.2021).

⁴Ibid.

⁵Tenebruso J. Why zoom stock rocketed to a new all-time high today [Electronic resource]. URL: <https://www.yahoo.com/news/why-zoom-stock-rocketed-time-194300535.html> (date of access: 16.04.2021).

ных сетей, технологические ограничения, психофизические риски, связанные с ухудшением зрения, нарушениями опорно-двигательного аппарата, социальная дезорганизация и раскоординированность действий, отсутствие вовлеченности в коллективную деятельность, опасность потери мотивации к обучению и т. д. В это неопределенное время люди могут учиться и работать из дома, в то время как предприятия адаптируются к новой норме организации деятельности [27].

Онлайн-образование предоставляет широкие и гибкие возможности для обучения и повышения квалификации в условиях коронакризиса. При этом к пользователю предъявляются следующие требования [25]:

- 1) базовые технические навыки и доступ к минимальным технологическим условиям, установленным программой онлайн-образования;
- 2) навыки создания учетных записей онлайн-платформы, установки программного обеспечения, загрузки и выгрузки документов, переходов между интернет-ресурсами;
- 3) навыки использования программного обеспечения для обработки текстов и таблиц, а также поисковых систем в интернете;
- 4) наличие минимальных технологических условий (компьютер или ноутбук, доступ к высокоскоростному интернету);
- 5) наличие многофункциональных цифровых устройств и профессиональных программных приложений, включая пакет *Miscrosoft Office*.

Сценарий 6: модель ДО на основе технологий дополненной и виртуальной реальности. ЦТВО предусматривает интеграцию новых методов обучения в образовательный процесс, включая использование технологий искусственного интеллекта, дополненной и виртуальной реальности [27].

Интеграция образования и технологий, обеспечивающая цифровой переход в социально-экономических и социально-политических системах, позволяет студентам освоить знания и навыки, сформировать мотивацию к обучению, осознать цели устойчивого развития. Такая интеграция дает возможность для академической или профессиональной подготовки специалистов с использованием ДО на основе технологий дополненной и виртуальной реальности. При этом ЦТВО предполагает использование новых менеджмент-технологий в процессе адаптации к соответствующим изменениям [28]. Данный сценарий предусматривает массовое применение технологий дополненной и виртуальной реальности и дает возможность реализовать культуру перманентного и иммерсивного (погруженного) обучения [29].

Сценарий 7: модель ДО в условиях депривации, локдауна и дефицита ресурсов. В 2020 г. пандемия COVID-19 привела к закрытию учреждений образования по всему миру, более 1,2 млрд детей не посещали школу. Это привело к взрывному росту числа онлайн-курсов и развитию соответствующих технологий. Онлайн-образование обеспечивает возможность учиться в собственном темпе и находить баланс между работой, семьей и самореализацией.

Сценарии социальных и социотехнических последствий COVID-19

В рамках методологии сценарного подхода разработаны и верифицированы пять сценариев социальных и социотехнических последствий пандемии.

Сценарий 1: COVID-19 – малоопасное инфекционное заболевание с волнообразным течением и невысокой смертностью. В среднесрочной (от 1 года до 3–5 лет) и долгосрочной (более 5 лет) перспективах COVID-19 имеет легкопреодолимые последствия для социальных, экономических, логистических, образовательных и социокультурных систем. В образовании широко распространены технологии ДО, включая образовательные *wiki*-платформы.

Сценарий 2: COVID-19 – опасное инфекционное заболевание с волнообразным течением и высоким уровнем смертности. В случае этого сценария в среднесрочной (более 5 лет) перспективе преодоление последствий COVID-19 будет сопровождаться рядом осложнений, требующих ресурсоемкой адаптивной трансформации социальных, социально-экономических, логистических, образовательных и социокультурных систем. Образовательные системы трансформируются с учетом принципиально новых условий социального дистанцирования, само-

и взаимоизоляции. Огромный импульс приобретает развитие образовательных информационных технологий на основе дополненной и виртуальной реальности, *e-learning* на *wiki*-платформах, в социальных сетях *Facebook*, *Twitter*, *BKonmakme*, *LinkedIn*, *Pinterest*, *Instagram*, а также на интернет-каналах социальной коммуникации *YouTube*, *Slack*, *Zoom* и др.

Сценарий 3: COVID-19 – многолетняя пандемия. Будучи высоковирулентным и высокомутабельным, коронавирус быстро адаптируется и формирует многочисленные штаммы, способен к долгосрочной циркуляции в биосфере и обществе. Пандемия имеет волнообразное течение и тяжелые медико-биологические, психологические и социальные последствия, включая изменения традиционной структуры заболеваемости населения. В случае этого сценария в среднесрочной (более 5 лет) перспективе преодоление биомедицинских и социальных последствий пандемии затруднительно, требует мобилизации значительных материально-технических и человеческих ресурсов. Формируются и расширяются виртуальные сегменты образования, здравоохранения, общественного питания, услуг и развлечений при

быстром сокращении традиционных сегментов. Содержание и продолжительность образования подвергаются редукции. Как следствие, происходит инфляция человеческого капитала и традиционных моральных ценностей. Обособляются группы социальных элит, сохранившие традиционные формы образования, здравоохранения, рекреации.

Сценарий 4: COVID-19 – источник биомедицинских и медийных факторов социальных трансформаций. Информационное освещение глобального распространения коронавирусной инфекции, поддержанное многочисленными интернет-медиа, приобретает характер информационной пандемии – инфодемии COVID-19, порождающей высокую тревожность и панические настроения в социальных системах. Интенсивно используются различные версии окна Овертона и другие технологии социального программирования. Происходят быстрая трансформация и реорганизация социальных систем для усиления социального контроля и регулирования распределения благ. В среднесрочной (от 1 года до 3–5 лет) и долгосрочной (более 5 лет) перспективах преодоление последствий инфодемии возможно лишь в случае возникновения нового, более опасного события, отвлекающего общественное внимание и медийные ресурсы. Трансформация социальных систем носит рефлексивный характер, соответствующий медийной повестке. Происходит массивное применение технологий социального программирования и хакинга для манипулятивного управления медиапользователями и контроля за их активностью.

Сценарий 5: COVID-19 – гибридная биосоциальная катастрофа, сопровождающаяся инфодемией. COVID-19 провоцирует виртуализацию всех сфер социальной практики, включая дистанцирование и атомизацию общества, развитие ДО, создание электронных сервисов продовольствия, других услуг и развлечений, усиление социального контроля, распространение технологий манипулирования, программирования и хакинга в социальных системах, преобладание регионализации над глобализацией и автономизации над кооперацией, распад исторических стратегических союзов и механизмов

безопасности и формирование новых, возрастание влияния идей экологизма, трансгуманизма, постгуманизма, технократизма, ультрапостмодернизма, ультрарадикализма, шовинизма и неонацизма. Это неизбежно сопровождается отказом от традиционных культурных ценностей гуманизма, либерализма и классического модернизма, распространением бинарных идеологий, псевдорелигиозных, мистических, неоязыческих и тоталитарных культов и субкультур с иррациональными моделями поведения адептов. Основой для таких трансформаций выступают перманентные гибридные высокотехнологические конфликты с преобладанием информационно-когнитивного компонента, направленного на изменение мировоззрения и поведения медиапользователей. Инструментом реализации информационно-когнитивного компонента гибридных конфликтов является интернет, который уже сегодня подвергается горизонтальной регионализации и вертикальной фрагментации. Итогами данного сценария могут стать глокализация современного мира с одновременными и параллельными глобализацией и регионализацией, формирование как самоизолирующихся, так и изолируемых извне региональных социально-экономических и социокультурных территориальных анклавов с преобладанием постгуманистических, постхристианских, ультрапостмодернистских, мистифицированных и иррациональных моделей мировоззрения. В целом подобный сценарий предусматривает гетерохронное развитие автономизированных регионов, когда прогресс немногих достигается за счет регресса многих, используемых в качестве доноров как материальных, так и нематериальных ресурсов.

Развитие конвергентных технологий в генетической инженерии, 3D- и 4D-биопринтинге, нейроинженерии, бионанозлектронике, нейрохакинге, социальном инжиниринге и программировании, биологической робототехнике и клонировании человеческих эмбрионов может привести к формированию и обособлению двух представителей социоантропогенеза – «человека повелевающего» (*Homo imperandi*) и «человека служебного» (*Homo servientes*).

Заключение

В ходе исследования было установлено, что у пользователей услуг ДО наиболее популярными являются такие инструменты, как *Zoom*, *Discord*, *Skype*, *Telegram*, *Viber*. Среди операционных систем лидером является *Android* благодаря ее широкому распространению на устройствах, используемых для мобильного доступа в интернет.

В период с 7 августа 2016 г. по 31 июля 2021 г. поисковые обращения *COVID-19*, *Zoom*, *Moodle*, *самоизоляция* наиболее существенно коррелировали

с темой ДО ($r^2 > 0,63$). Зафиксировано возрастание вероятности и масштабов программно-технических, социоинженерных и гибридных социотехнических атак на информационно-технологические сервисы, компьютерные сети и медиаресурсы учреждений высшего образования, предоставляющих услуги ДО. Это обусловило возрастание интереса к использованию антивирусных инструментов для обеспечения информационной безопасности пользователей. Оценка предположений осуществлена на основе

корреляционного и регрессионного анализа тематических поисковых обращений интернет-пользователей, собранных по данным агрегирующих веб-сервисов *Google Trends* и *Wordstat Yandex*.

Очевидно, что большинство пользователей (свыше 83 %) применяют инструменты мобильного интернета с операционной системой *Android* и технологии бесплатных мессенджеров для доступа к ресурсам ДО. Значительная доля (более 72 %) пользователей ДО регулярно (от 1 раза в день до 1 раза в неделю) обращаются к ресурсам Википедии, включая образовательные сервисы *Wiki-University* и *Wiki-Dictionary*.

В условиях COVID-19 можно прогнозировать возрастание интенсивности программно-технических,

социоинженерных и гибридных социотехнических атак на информационно-технологические сервисы и ресурсы ДО в учреждениях высшего образования.

С помощью впервые используемого в данном контексте биоинспирированного квазимолекулярного алгоритма сценарного анализа предложены 7 сценариев последствий цифровой трансформации образования, а также 5 сценариев социальных и социотехнических последствий пандемии COVID-19. Полученные результаты могут быть использованы при разработке комплексных сценариев управления последствиями пандемии и других биосоциальных катастроф на основе методологии краткосрочного прогнозирования и сценарного подхода.

Библиографические ссылки

1. Androustos A, Brinia V. Developing and piloting a pedagogy for teaching innovation, collaboration, and co-creation in secondary education based on design thinking, digital transformation, and entrepreneurship. *Education Sciences*. 2019;9(2):113. DOI: 10.3390/educsci9020113.
2. Vlachopoulos D. COVID-19: threat or opportunity for online education? *Higher Learning Research Communications*. 2020;10(1):16–19. DOI: 10.18870/hlrc.v10i1.1179.
3. Colombo AW, Karnouskos S, Kaynak O, Yang Shi, Shein Yin. Industrial cyberphysical systems: a backbone of the fourth industrial revolution. *IEEE Industrial Electronics Magazine*. DOI: 10.1109/MIE.2017.2648857.
4. Craig E, Georgieva M. *VR and AR: designing spaces for immersive learning* [Internet]. 2017 [cited 2021 July 31]. Available from: <https://er.educause.edu/blogs/2017/10/vr-and-ar-designing-spaces-for-immersive-learning>.
5. Craig E, Georgieva M. *AR and VR in STEM: the new frontiers in science* [Internet]. 2017 [cited 2021 August 2]. Available from: <https://er.educause.edu/blogs/2017/8/ar-and-vr-in-stem-the-new-frontiers-in-science>.
6. Craig E, Georgieva M. *Designing immersive learning and storytelling experiences with 360° video* [Internet]. 2017 [cited 2021 June 6]. Available from: <https://er.educause.edu/blogs/2019/1/designing-immersive-learning-and-storytelling-experiences-with-360-video>.
7. Abad-Segura E, González-Zamar MD. Análisis de las competencias en la educación superior a través de flipped classroom. *Revista Iberoamericana de Educació*. 2019;80(2):29–45. DOI: 10.35362/rie8023407.
8. Abad-Segura E, Cortés-García FJ, Belmonte-Ureña LJ. The sustainable approach to corporate social responsibility: a global analysis and future trends. *Sustainability*. 2019;11(19):5382. DOI: 10.3390/su11195382.
9. Newbold P, Carlson WL, Thorne BM. *Statistics for business and economics*. 8th edition. London: Pearson; 2013. 793 p.
10. Форман Дж. *Много цифр. Анализ больших данных при помощи Excel*. 2-е издание. Соколова А, переводчик. Москва: Альпина Паблишер; 2019. 464 с.
11. Сигал Э. *Практическая бизнес-статистика*. 4-е издание. Мороз АИ, переводчик. Москва: Вильямс; 2002. 1056 с.
12. van Notten Ph. *Writing on the wall: scenario development in times of discontinuity*. Florida: Boca Raton; 2005. 209 p.
13. Переверза ТВ. Сценарный подход в анализе сложных социальных систем. *Системные исследования и информационные технологии*. 2011;1:133–143.
14. Бова ВВ, Гладков ЛА, Кравченко ЮА, Курейчик ВВ, Курейчик ВМ, Щеглов СН. *Технологии интеллектуального анализа и извлечения данных на основе принципов эволюционного моделирования*. Таганрог: ТТИ ЮФУ; 2009. 124 с.
15. Гладков ЛА, Курейчик ВВ, Курейчик ВМ, Лебедев БК, Лебедев ОБ, Сороколетов ПВ. *Методы и алгоритмы принятия решений на основе бионического поиска*. Таганрог: ТТИ ЮФУ; 2009. 137 с.
16. Талеб НН. *Чёрный лебедь. Под знаком непредсказуемости*. Воздвиженская А, Макарова М, редакторы; Сонькин В, Бердичевский А, Костионова М, Попов О, переводчики. Москва: Колибри; 2011. 528 с.
17. Pomerantz J, Rode R. *Exploring the future of extended reality in higher education* [Internet]. 2020 [cited 2021 June 6]. Available from: <https://er.educause.edu/articles/2020/6/exploring-the-future-of-extended-reality-in-higher-education>.
18. Давыдовский АГ, Пишова АВ. Анализ перспектив развития модели биоцифрового университета 4.0. *Вестник Международного научного центра «СОЦИУМ 2035»*. 2020;1(1):72–83.
19. Неборский ЕВ. Реконструирование модели университета: переход к формату 4.0. *Мир науки* [Интернет]. 2017 [процитировано 17 мая 2019 г.];5(4). Доступно по: <http://mir-nauki.com/PDF/26PDMN417.pdf>.
20. Нечаев ВД, Дурнева ЕЕ. «Цифровое поколение»: психолого-педагогическое исследование проблемы. *Педагогика*. 2016;1:36–45.
21. Лумпиева ТП, Волков АФ. *Поколение Z: психологические особенности современных студентов* [Интернет]. 2013 [процитировано 31 июля 2021 г.]. Доступно по: <https://studylib.ru/doc/2363335/pokolenie-z--psihologicheskie-osobnosti-sovremennyh>.
22. Окладникова ЕА. Образование к 2030 и 2035 гг.: форсайт-технологии и телеология рисков и благоприобретенный. *Научный результат. Социальные и гуманитарные исследования*. 2021;7:3:125–149. DOI: 10.18413/2408-932X-2021-7-3-0-12.

23. Kaplan AM, Haenlein M. Higher education and the digital revolution: about MOOCs, SPOCs, social media, and the Cookie Monster. *Business Horizons*. 2016;59(4):441–450. DOI: 10.1016/j.bushor.2016.03.008.
24. Siemens G. Massive open online courses: innovation in education. In: McGreal R, Kinuthia W, Marshall S, editors. *Open educational resources: innovation, research and practice*. Vancouver: Commonwealth of Learning; 2013. p. 5–16.
25. Eschenbrenner B, Nah F-H. Learning through mobile devices: leveraging affordances as facilitators of engagement. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*. 2019;13(2):152–170. DOI: 10.1504/IJMLO.2019.098193.
26. Weiyu Wang, Keng Siau. Artificial intelligence, machine learning, automation, robotics, future of work, and future of humanity: a review and research agenda. *Journal of Database Management*. 2019;30:61–79. DOI: 10.4018/JDM.2019010104.
27. Nah F F-H, Siau K. COVID-19 pandemic – role of technology in transforming business to the new normal. In: Bertino E, Wen Gao, Steffen B, Moti Yung, editors. *Lecture notes in computer science*; 2020. p. 585–600.
28. Hill C, Lawton W. Universities, the digital divide and global inequality. *Journal of Higher Education Policy and Management*. 2018;40(6):598–610. DOI: 10.1080/1360080X.2018.1531211.
29. Türkeli S, Schophuizen M. Decomposing the complexity of value: integration of digital transformation of education with circular economy transition. *Social Sciences*. 2019;8(8):243. DOI: 10.3390/socsci8080243.

References

1. Androustos A, Brinia V. Developing and piloting a pedagogy for teaching innovation, collaboration, and co-creation in secondary education based on design thinking, digital transformation, and entrepreneurship. *Education Sciences*. 2019;9(2):113. DOI: 10.3390/educsci9020113.
2. Vlachopoulos D. COVID-19: threat or opportunity for online education? *Higher Learning Research Communications*. 2020;10(1):16–19. DOI: 10.18870/hlrc.v10i1.1179.
3. Colombo AW, Karnouskos S, Kaynak O, Yang Shi, Shein Yin. Industrial cyberphysical systems: a backbone of the fourth industrial revolution. *IEEE Industrial Electronics Magazine*. DOI: 10.1109/MIE.2017.2648857.
4. Craig E, Georgieva M. *VR and AR: designing spaces for immersive learning* [Internet]. 2017 [cited 2021 July 31]. Available from: <https://er.educause.edu/blogs/2017/10/vr-and-ar-designing-spaces-for-immersive-learning>.
5. Craig E, Georgieva M. *AR and VR in STEM: the new frontiers in science* [Internet]. 2017 [cited 2021 August 2]. Available from: <https://er.educause.edu/blogs/2017/8/ar-and-vr-in-stem-the-new-frontiers-in-science>.
6. Craig E, Georgieva M. *Designing immersive learning and storytelling experiences with 360° video* [Internet]. 2017 [cited 2021 June 6]. Available from: <https://er.educause.edu/blogs/2019/1/designing-immersive-learning-and-storytelling-experiences-with-360-video>.
7. Abad-Segura E, González-Zamar MD. Análisis de las competencias en la educación superior a través de flipped classroom. *Revista Iberoamericana de Educació*. 2019;80(2):29–45. DOI: 10.35362/rie8023407.
8. Abad-Segura E, Cortés-García FJ, Belmonte-Ureña LJ. The sustainable approach to corporate social responsibility: a global analysis and future trends. *Sustainability*. 2019;11(19):5382. DOI: 10.3390/su11195382.
9. Newbold P, Carlson WL, Thorne BM. *Statistics for business and economics*. 8th edition. London: Pearson; 2013. 793 p.
10. Forman J. *Data smart. Using data science to transform information into insight*. New Jersey: Wiley; 2013. 432 p. Russian edition: Forman J. *Mnogo tsifr. Analiz bol'shikh dannykh pri pomoshchi Excel*. 2nd edition. Sokolova A, translator. Moscow: Al'pina Publisher; 2019. 464 p.
11. Siegel AF. *Prakticheskaya biznes-statistika* [Practical business statistics]. 4th edition. Moroz AI, translator. Moscow: Vil'yams; 2002. 1056 p. Russian.
12. van Notten Ph. *Writing on the wall: scenario development in times of discontinuity*. Florida: Boca Raton; 2005. 209 p.
13. Pereverza TV. [Scenario approach in the analysis of complex social systems]. *System research and information technologies*. 2011;1:133–143. Russian.
14. Bova VV, Gladkov LA, Kravchenko YuA, Kureichik VV, Kureichik VM, Shcheglov SN. *Tekhnologii intellektual'nogo analiza i izvlecheniya dannykh na osnove printsipov evolyutsionnogo modelirovaniya* [Data mining and extraction technologies based on the principles of evolutionary modeling]. Taganrog: Technological Institute «Southern Federal University»; 2009. 124 p. Russian.
15. Gladkov LA, Kureichik VV, Kureichik VM, Lebedev BK, Lebedev OB, Sorokoletov PV. *Metody i algoritmy prinyatiya reshenii na osnove bionicheskogo poiska*. Taganrog: Technological Institute «Southern Federal University»; 2009. 137 p. Russian.
16. Taleb NN. *The Black Swan. The impact of the highly improbable*. New-York: Random House Publishing Group; 2010. 444 p. Russian edition: Taleb NN. *Chernyi lebed'. Pod znakov nepredskazuemosti*. Vozdvizhenskaya A, Makarova M, editors; Son'kin V, Berdichevskii A, Kostionova M, Popov O, translators. Moscow: Kolibri; 2011. 528 p.
17. Pomerantz J, Rode R. *Exploring the future of extended reality in higher education* [Internet]. 2020 [cited 2021 June 6]. Available from: <https://er.educause.edu/articles/2020/6/exploring-the-future-of-extended-reality-in-higher-education>.
18. Davidovsky AG, Pishchova AV. [Analysis of the development prospects of the biodigital university model 4.0]. *Journal of international science center «Society 2035»*. 2020;1(1):72–83. Russian.
19. Neborskiy EV. Reconstruction of the university model: transition to the 4.0 forma. *Mir nauki* [Internet]. 2017 [cited 2019 May 17];5(4). Available from: <http://mir-nauki.com/PDF/26PDMN417.pdf>. Russian.
20. Nechaev VD, Durneva EE. «Digital generation»: psychology and pedagogical research of a problem. *Pedagogika*. 2016; 1:36–45. Russian.
21. Lumpieva TP, Volkov AF. [Generation Z: psychological characteristics of modern students]. [Internet]. 2013 [cited 2021 July 31]. Available from: <https://studylib.ru/doc/2363335/pokolenie-z--psihologicheskie-osobennosti-sovremennyh>. Russian.
22. Okladnikova EA. Education by 2030 and 2035: foresight technologies and teleology of risks and benefits. *Research Result. Social Studies and Humanities*. 2021;7:3:125–149. Russian. DOI: 10.18413/2408-932X-2021-7-3-0-12.

23. Kaplan AM, Haenlein M. Higher education and the digital revolution: about MOOCs, SPOCs, social media, and the Cookie Monster. *Business Horizons*. 2016;59(4):441–450. DOI: 10.1016/j.bushor.2016.03.008.
24. Siemens G. Massive open online courses: innovation in education. In: McGreal R, Kinuthia W, Marshall S, editors. *Open educational resources: innovation, research and practice*. Vancouver: Commonwealth of Learning; 2013. p. 5–16.
25. Eschenbrenner B, Nah F-H. Learning through mobile devices: leveraging affordances as facilitators of engagement. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*. 2019;13(2):152–170. DOI: 10.1504/IJMLO.2019.098193.
26. Weiyu Wang, Keng Siau. Artificial intelligence, machine learning, automation, robotics, future of work, and future of humanity: a review and research agenda. *Journal of Database Management*. 2019;30:61–79. DOI: 10.4018/JDM.2019010104.
27. Nah F F-H, Siau K. COVID-19 pandemic – role of technology in transforming business to the new normal. In: Bertino E, Wen Gao, Steffen B, Moti Yung, editors. *Lecture notes in computer science*; 2020. p. 585–600.
28. Hill C, Lawton W. Universities, the digital divide and global inequality. *Journal of Higher Education Policy and Management*. 2018;40(6):598–610. DOI: 10.1080/1360080X.2018.1531211.
29. Türkeli S, Schophuizen M. Decomposing the complexity of value: integration of digital transformation of education with circular economy transition. *Social Sciences*. 2019;8(8):243. DOI: 10.3390/socsci8080243.

Статья поступила в редколлегию 06.06.2022.
Received by editorial board 06.06.2022.